



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LUCIANA COSTA

**PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE  
COBERTURA EM CULTIVARES DE TRIGO COM  
DIFERENTES QUALIDADES INDUSTRIAIS**

Londrina  
2011

LUCIANA COSTA

**PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE  
COBERTURA EM CULTIVARES DE TRIGO COM  
DIFERENTES QUALIDADES INDUSTRIAIS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli  
Co-orientador: PhD. Carlos Roberto Riede

Londrina  
2011

## Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

C837p Costa, Luciana.

Parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura em cultivares de trigo com diferentes qualidades industriais / Luciana Costa. – Londrina, 2007.  
110f. : il.

Orientador: Claudemir Zucareli.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2011.  
Inclui bibliografia.

1. *Triticum aestivum* L – Teses. 2. Nitrogênio. Uréia – Teses. 3. Componentes de produção – Teses. 4. Proteína - Qualidade fisiológica de sementes – Teses. I. Hirooka, Elisa Yoko. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. III. Título.

CDU 633.11

LUCIANA COSTA

**PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA  
EM CULTIVARES DE TRIGO COM DIFERENTES QUALIDADES  
INDUSTRIAIS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dra. Maria Brígida dos Santos Scholz  
IAPAR – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Cássio Egidio Cavenaghi Prete  
UEL – Londrina – PR

---

Dr. Juarez Campolina Machado  
IAPAR – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Claudemir Zucareli  
UEL – Londrina – PR

Londrina, 23 de fevereiro de 2010.

## **DEDICATÓRIA**

A Deus, à minha família, aos meus amigos pela  
cumplicidade e companheirismo, e a todos que  
colaboraram para essa conquista.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por ter me dado perseverança, coragem e sabedoria para cumprir este desafio;

Aos meus pais e aos meus irmãos Guilherme e Mariana, pelo esforço e compreensão nos momentos desta importante etapa de minha vida;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Claudemir Zucareli, pela constante orientação e pelos ensinamentos que me foram passados, meus sinceros agradecimentos;

Ao meu co-orientador, Dr. Carlos Roberto Riede, exemplo de profissional, por toda dedicação, incentivo e confiança;

À Dra. Maria Brígida Scholz, pela paciência e auxílio na condução deste trabalho;

Ao pesquisador Dr. Juarez Machado, pela colaboração.

Ao Prof. Gustavo Fregonezi, pelas sugestões e contribuições a este trabalho;

À Universidade Estadual de Londrina (UEL), por toda base teórica e pela oportunidade concedida para realização deste curso de Pós-Graduação;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos e apoio financeiro ao projeto;

Ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), pelas instalações cedidas para execução deste trabalho;

À toda equipe do Programa de Cereais de Inverno (PCI) do IAPAR, pela dedicação no desenvolvimento deste projeto;

Aos estagiários e funcionários do Laboratório de Fisiologia Vegetal e da Área de Melhoramento e Genética Vegetal do IAPAR, pelo fundamental apoio nos trabalhos de campo e laboratório, em especial a Cíntia, Ana Paula, Brigitte, Moretto e Eliseu;

Ao acadêmico Tiago Zoz, pela amizade e por toda ajuda prestada durante a condução deste projeto;

À minha amiga Viviane Yumi, por todo incentivo, apoio e companheirismo ao longo destes anos de amizade.

Aos meus colegas de Pós-Graduação, pelo apoio e amizade, em especial à Otávia Villela, ao Paulo Roger e ao Rafael Brito;

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indireta no desenvolvimento deste projeto.

"Para realizar grandes conquistas, devemos não apenas agir, mas também sonhar; não apenas planejar, mas também acreditar."

Anatole France

COSTA, Luciana. **Parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura em cultivares de trigo com diferentes qualidades industriais**. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

## RESUMO

A disponibilidade do nitrogênio é um dos fatores mais importantes nos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas e os genótipos de trigo apresentam respostas diferenciadas à adubação nitrogenada. O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura no comportamento agrônômico e na qualidade de cultivares de trigo com diferentes classificações industriais. Os experimentos foram conduzidos em dois locais (Maripá-PR e Londrina-PR), no ano agrícola de 2009, sob o delineamento de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas. Foram avaliados os genótipos de trigo: IPR 136 e IPR 145 (melhorador), IPR 130 e IPR 144 (pão) e BRS Louro e CD 105 (básico). A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada na dose fixa de 80 kg/ha na forma de ureia (45% N), com cinco formas de parcelamento como segue: P1- dose total aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2-  $\frac{1}{4}$  no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3-  $\frac{1}{2}$  aos 20 DAE +  $\frac{1}{2}$  no emborrachamento; P4-  $\frac{1}{4}$  aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento. Foram realizadas análises das características agrônômicas, da qualidade fisiológica de sementes e da qualidade industrial, das cultivares de trigo em estudo. Os dados serão submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Em Londrina, as proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura não afetam o PH, a massa de 1000 sementes, a massa de grão/espiga, o nº de espiga/m<sup>2</sup>, o ciclo ao espigamento e o grau de acamamento das cultivares estudadas. A aplicação de nitrogênio em P3 para o IPR 144 e em P3 e P5 para o BRS Louro proporcionou maiores alturas de plantas. Para a cultivar IPR 136 as menores alturas de plantas foram observadas quando o nitrogênio foi aplicado de forma parcelada, em comparação a uma única aplicação. Os genótipos IPR 136 e LD 052114 apresentaram maiores rendimentos de grãos quando o N foi aplicado em uma única vez em P1 e P5, respectivamente. A adubação nitrogenada de cobertura em P1, P2 e P5, para a cultivar IPR 144 favoreceu a produtividade de grãos. As diferentes proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura não afetaram a qualidade tecnológica das cultivares de trigo com diferentes qualidades tecnológicas. Em Maripá as proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura e as cultivares com diferentes qualidades industriais não afetam a qualidade fisiológica e o PH de sementes de trigo. As proporções de parcelamento P4 e P5 aumentaram significativamente a massa da 1000 sementes. As cultivares IPR130 e IPR 136 apresentam maior produtividade, massa de 1000 sementes e teor de N nas sementes que a CD105. A adubação nitrogenada de cobertura em P3 e P5 para a cultivar IPR130 e em P3 para a IPR136 favorecem o rendimento de sementes.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum* L. Nitrogênio. Uréia. Componentes de produção. Proteína. Qualidade fisiológica de sementes

COSTA, Luciana. **Split of nitrogen fertilization as top dressing in wheat cultivars with different industrial qualities**. 2011. 110 f. Dissertation (Master's Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

## ABSTRACT

The availability of nitrogen is a major factor in the processes of growth and development of plants and the wheat genotypes exhibit differential responses to nitrogen fertilization. The study aimed to evaluate the effect of different proportions of the split dressing of nitrogen fertilization coverage on agronomic performance and quality of wheat cultivars with different industrial classifications. The experiments were conducted at two locations (Maripá and Londrina-PR) in the agricultural year of 2009 under the design of randomized blocks with split plots. It were evaluated genotypes of wheat: IPR 136 and IPR 145 (Strong Gluten) and IPR 130 IPR 144 (Medium Gluten) and BRS Louro and CD 105 (Weak Gluten). The nitrogen fertilization in coverage was performed at a fixed dosage of 80 Kg/ha as urea (45%N) with five ways of subdivisions, as follows: P1 – total dosage applied at 20 DAE (days after emergence); P2 -  $\frac{1}{4}$  at booting and the remainder at 20 DAE; P3 -  $\frac{1}{2}$  at 20 DAE +  $\frac{1}{2}$  year booting; P4 -  $\frac{1}{4}$  at 20 DAE and the remainder at booting and P5 – total dosage of N applied at booting. Analysis were performed for agronomic traits, physiological quality of seeds and the industrial quality of the wheat cultivars studied. Data were subjected to analysis of variance and average compared by the Scott Knott test at 5% probability. At Londrina, the proportions of split nitrogen fertilization in coverage does not affect the pH, the mass of 1000 seeds, mass of grain/spike, the n° of spike/m<sup>2</sup>, the cycle to heading and degree of lodging (AC) of the cultivars studied. The application of nitrogen in P3 for IPR 144 and P3 and P5 for BRS Louro resulted in taller plants. To the IPR 136 cultivar the lowest plant height were observed when nitrogen was applied by subdivision in comparison to a single application. Genotypes IPR 136 and LD 052114 had higher grain yields when N was applied only once in P1 and P5 respectively. The different proportions of nitrogen fertilization in coverage did not affect the technological quality of wheat cultivars with different end-uses. The proportions of the subdivisions of nitrogen fertilization in coverage and the cultivars with different industrial qualities do not affect the physiological quality and PH of wheat seeds. The proportions of subdivision P4 ( $\frac{1}{4}$  of N at 20 DAE and the remainder at booting) and P5 (total dose of N applied at booting) significantly increased the mass of 1000 seeds. The cultivars IPR130 and IPR 136 have higher productivity, 1000 seeds weight and N content in seeds than CD105. The nitrogen fertilization in coverage in P3 and P5 to IPR130 cultivar and in P3 to IPR136 favored seed's productivity.

**Keywords:** *Triticum aestivum* L. Nitrogen. Urea. Yield compounds. Protein. Physiological seed quality. Technological quality.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 3.1** – Dados médios por decêndio de temperatura e precipitação pluvial para o período de condução do experimento em Londrina-PR, para o ano de 2009. ....48
- Figura 4.1** – Dados médios por decêndio de precipitação pluvial e de temperatura relativos ao período de condução dos experimentos a campo, para o ano de 2009, em Maripá-PR. ....70
- Figura 4.2** – Dados médios por decêndio de precipitação pluvial e de temperatura relativos ao período de condução dos experimentos a campo, para o ano de 2009, em Londrina-PR. ....71
- Figura 5.1** – Dados médios por decêndio de precipitação pluvial e de temperatura relativos ao período de condução dos experimentos á campo, para o ano de 2009 em Maripá-PR. ....92

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	–	Classificação da qualidade de grãos de trigo.....	30
<b>Tabela 3.1</b>	–	Características químicas do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm. Londrina-PR, 2009 .....	49
<b>Tabela 3.2</b>	–	Ciclo ao espigamento (CI), altura de plantas (ALT) e grau de acamamento (AC), em função dos genótipos e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo. Londrina -PR, 2009 .....	52
<b>Tabela 3.3</b>	–	Desdobramento da interação genótipos e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para altura de plantas (cm). Londrina-PR, 2009 .....	53
<b>Tabela 3.4</b>	–	Peso hectolítrico (PH), massa de 1000 grãos, número de espigetas/espiga (ET/E), número de grãos/espigeta (G/ET), número de grãos/espiga (G/E), massa de grão/espiga (MG/E), espiga/m <sup>2</sup> (E/M <sup>2</sup> ), produtividade de grãos (PR), em função dos genótipos e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura. Londrina-PR, 2009 .....	56
<b>Tabela 3.5</b>	–	Desdobramento da interação genótipos e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para produtividade de grãos (Kg/ha). Londrina-PR, 2009 .....	59
<b>Tabela 4.1</b>	–	Características químicas do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm. Londrina-PR e Maripá-PR, 2009 .....	72
<b>Tabela 4.2</b>	–	Médias de peso hectolítrico (PH), número de queda (NQ), sedimentação (SED) e teor de proteína bruta (PB), em função das cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo. Maripá-PR, 2009.....	74
<b>Tabela 4.3</b>	–	Médias de peso hectolítrico (PH), número de queda (NQ), sedimentação (SE) e teor de proteína bruta (PB), em função das cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura. Londrina-PR, 2009.....	75

<b>Tabela 4.4</b>	– Desdobramento da interação cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para número de queda (em segundos). Maripá-PR, 2009.....	78
<b>Tabela 5.1</b>	– Médias de produtividade de sementes (PRO), peso hectolítrico (PH), massa de 1000 sementes (MMS) e teor de nitrogênio das sementes (TNS) em função de cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura. Maripá-PR, 2009.....	96
<b>Tabela 5.2</b>	– Desdobramento da interação entre cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para produtividade de sementes (Kg/ha). Maripá-PR, 2009 .....	97
<b>Tabela 5.3</b>	– Médias de germinação (GE), primeira contagem do teste de germinação (PC), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas no campo (EC) e condutividade elétrica (CE) de sementes de trigo em função das cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura. Maripá-PR, 2009 .....	103

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>°C</b>	Grau Celsius
<b>A</b>	Ambiente
<b>AACC</b>	American Association of Cereal Chemists
<b>ATP</b>	Adenosina trifosfato
<b>Ca</b>	Cálcio
<b>cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup></b>	Centimol de carga por decímetro cúbico
<b>DAE</b>	Dias após a emergência
<b>G</b>	Genótipo
<b>g.i.a</b>	Grama de ingrediente ativo
<b>g/dm<sup>3</sup></b>	Grama por decímetro cúbico
<b>ha</b>	Hectare
<b>IAPAR</b>	Instituto Agronômico do Paraná
<b>K</b>	Potássio
<b>Kg/ha</b>	Kilograma por hectare
<b>Kg/hl</b>	Kilograma por hectolitro
<b>L</b>	Extensibilidade
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro quadrado
<b>mg/dm<sup>3</sup></b>	Miligrama por decímetro cúbico
<b>mL</b>	Mililitro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>M.O.</b>	Matéria orgânica
<b>N</b>	Nitrogênio
<b>NADH</b>	Nicotinamida adenina dinucleotídeo
<b>NAPH</b>	Adenina dinucleotídeo fosfato
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	Amônio
<b>NO<sup>-3</sup></b>	Nitrato
<b>NQ</b>	Número de queda
<b>P</b>	Tenacidade
<b>p.c.</b>	Produto comercial
<b>PB</b>	Proteína bruta

<b>PR</b>	Paraná
<b>pH</b>	Potencial hidrogeniônico
<b>PH</b>	Peso hectolítrico
<b>SB</b>	Soma de bases
<b>SDS</b>	Dodecil sulfato de sódio
<b>t</b>	Tonelada
<b>T</b>	Capacidade de troca de cátions
<b>UR</b>	Umidade relativa
<b>V</b>	Saturação por base
<b>W</b>	Força de glúten

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
2.1	ASPECTOS GERAIS E IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO TRIGO .....	19
2.2	ADUBAÇÃO NITROGENADA .....	20
2.2.1	Nitrogênio e Sua Importância .....	22
2.2.2	Nitrogênio no Solo e na Planta .....	23
2.2.3	Épocas de Aplicação de Nitrogênio em Trigo .....	25
2.3	QUALIDADE DO TRIGO.....	27
2.3.1	Qualidade dos Grãos.....	27
2.3.2	Qualidade da Farinha de Trigo.....	29
2.3.3	Qualidade Fisiológica de Sementes de Trigo .....	32
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35
<b>3</b>	<b>ARTIGO A: PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE TRIGO COM DIFERENTES CLASSIFICAÇÕES INDUSTRIAIS</b> .....	44
3.1	RESUMO E ABSTRACT.....	44
3.2	INTRODUÇÃO.....	45
3.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	47
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	51
3.5	CONCLUSÕES .....	61
3.6	REFERÊNCIAS .....	61
<b>4</b>	<b>ARTIGO B: PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE CULTIVARES DE TRIGO COM DIFERENTES CLASSIFICAÇÕES INDUSTRIAIS</b> .....	66
4.1	RESUMO E ABSTRACT.....	66
4.2	INTRODUÇÃO.....	67
4.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	69
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	73

4.5	CONCLUSÕES .....	82
4.6	REFERÊNCIAS .....	83
<b>5</b>	<b>ARTIGO C: PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE CULTIVARES DE TRIGO COM DIFERENTES QUALIDADES INDUSTRIAIS .....</b>	<b>88</b>
5.1	RESUMO E ABSTRACT .....	88
5.2	INTRODUÇÃO.....	89
5.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	91
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	95
5.5	CONCLUSÕES .....	104
5.6	REFERÊNCIAS .....	104
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>110</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é considerado um produto de caráter estratégico para muitos países, assumindo um importante papel no campo, seja como opção na rotação de culturas, como também na geração e multiplicação de renda nos demais setores da cadeia produtiva.

É uma cultura de grande importância para o Brasil, havendo no país uma demanda crescente por derivados desse cereal, estimada em 10,4 milhões de toneladas (t) para 2010 (CONAB, 2011).

O incremento da produção e da qualidade de grãos das lavouras de trigo tem sido de fundamental importância para o Brasil atingir a auto-suficiência na produção deste cereal, uma vez que a produção do país, 5,02 milhões de toneladas em 2009 (CONAB, 2010), atende apenas parte da demanda nacional.

A cultura do trigo no Brasil vem alcançando maior importância frente aos países produtores e exportadores, alicerçada nos ganhos de produtividade, na rentabilidade e na melhoria de sua qualidade industrial (EMBRAPA, 1997). O país possui grande potencial para a produção de trigo. O clima favorável, as condições de solo e os trabalhos de melhoramento genético justificam o desenvolvimento de tecnologia para o cultivo desta gramínea (FANAN et al., 2006) e, altos rendimentos são obtidos com a utilização de tecnologias próprias para o seu cultivo (LANTMANN et al., 2005).

Um dos principais fatores a ser considerado na condução de qualquer cultura é a adubação (LOPES, 1996). O suprimento de nutrientes para as plantas e a adequada proporção entre eles são fundamentais para produtividade e a qualidade no cultivo de trigo.

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais absorvidos durante o ciclo de desenvolvimento das culturas, participando de uma série de vias metabólicas das plantas e desempenhando um importante papel na formação de determinadas moléculas, tais como: clorofilas, enzimas e proteínas. Devido à sua condição de constituinte molecular, o N pode afetar o crescimento da planta, a produção e a qualidade de sementes (DELOUCHE, 1981).

O nitrogênio tem acentuada influência na produtividade e na qualidade dos cultivos, porém, o uso indevido pode ocasionar prejuízos e problemas

ambientais (CAMPBELL et al., 1995). Assim, aplicações equilibradas são necessárias e importantes para todo o sistema agrícola. Neste aspecto, o parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura é uma estratégia importante para otimizar a eficiência do uso do nitrogênio pela cultura do trigo e reduzir perdas por lixiviação ou volatilização.

A demanda de nutrientes varia com o estágio de desenvolvimento da planta e a aplicação de N no momento adequado pode aumentar o aproveitamento deste nutriente pela planta, proporcionando maiores rendimentos de grãos. O fornecimento de N às plantas de trigo é de grande importância nos períodos em que o potencial de rendimento está sendo estabelecido (FRANK; BAUER, 1996). Nos estádios iniciais, o N é necessário para potencializar o número máximo de espiguetas por espiga e, em consequência, o número de grãos por espigas, enquanto, nos estádios finais, o N é crítico para determinar o número de colmos por área (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2001). A aplicação tardia de N pode incrementar a sobrevivência dos afilhos emitidos pela planta, elevar o vigor das sementes e aumentar o teor de proteínas e a massa dos grãos, melhorando assim a qualidade do trigo.

Nas sementes a disponibilidade de nutrientes interfere na formação do embrião e do tecido de reserva, bem como na sua composição química (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), alterando, conseqüentemente, a viabilidade e vigor das mesmas. O efeito do nitrogênio na qualidade fisiológica das sementes pode estar associado ao nível de proteínas presentes na semente, principalmente nos cereais (DELOUCHE, 1980).

O nitrogênio é constituinte de substâncias determinantes da qualidade do trigo, participando de funções metabólicas essenciais, tais como a síntese protéica. A concentração de proteínas dos grãos é um dos principais atributos determinantes para a qualidade industrial do trigo. O grão de trigo deve possuir a qualidade tecnológica desejada pela indústria, evitando assim o uso de aditivos, por razões de custo e de segurança alimentar (FRANCESCHI et al., 2009).

As variações quantitativas e qualitativas das proteínas do trigo são determinadas por fatores genéticos (inerentes à cultivar), definindo inclusive a classificação industrial das mesmas. Contudo, fatores ambientais como a temperatura, a fertilidade do solo e a adubação nitrogenada influenciam diretamente na quantidade e qualidade das proteínas.

O conteúdo de proteína é um caráter quantitativo, expresso por grande número de genes, os quais são decisivamente influenciados pelo ambiente (FRANCESCHI et. al., 2009). Assim, os genótipos respondem de maneira diferenciada a aplicação de N, evidenciando a necessidade de avaliação do comportamento de diferentes cultivares e linhagens de trigo com relação às suas respostas ao parcelamento da adubação nitrogenada.

O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura no comportamento agrônomo e na qualidade de trigo com diferentes classificações industriais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ASPECTOS GERAIS E IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos principais alimentos da humanidade e ocupa 20% da área cultivada do mundo (MAIA et al., 2007). É um dos principais cereais utilizados na alimentação humana, participando com aproximadamente 32% da produção mundial de grãos (RCSBPT, 2003).

A produção mundial de trigo situou-se em torno de 680 milhões de toneladas em 2009 (USDA, 2010), tendo como principais produtores a China, a Índia e os Estados Unidos (CANZIANI; GUIMARÃES, 2009).

No Brasil, a estimativa da produção da safra 2010 é de 5,88 milhões de toneladas, superior em 17% às 5,02 milhões de toneladas da safra 2009 (CONAB, 2011).

O consumo de trigo no Brasil é de 49 kg/habitante/ano (equivalente em grão) (CANZIANI; GUIMARÃES, 2009), sendo o país um grande importador deste grão, pois sua produção tem oscilado ao redor de 5 milhões de toneladas para um consumo potencial de aproximadamente 10 milhões de toneladas (CONAB, 2010).

O Brasil possui grande potencial para a produção de trigo. O clima favorável, as condições de solo e os trabalhos de melhoramento genético justificam o desenvolvimento de tecnologia para o cultivo desta gramínea (FANAN et al., 2006) e altos rendimentos são obtidos com a utilização de tecnologias próprias para o seu cultivo (LANTMANN et al., 2005).

Na safra 2010, a área brasileira cultivada com trigo foi de 2,1 milhões de hectares, com produtividade média de 2.736 kg/ha (CONAB, 2011). A região sul do Brasil é responsável por 90% da produção, sendo o Paraná o maior produtor brasileiro com 56,3% do total, com média de produtividade de 2891 Kg/ha (CONAB, 2011).

Na Região Sul, o cultivo de trigo constitui uma das principais fontes de renda da produção agrícola no inverno, sendo fundamental no sistema plantio

direto para a cobertura vegetal do solo e para a produção de palha que cobrirá o solo durante o cultivo de culturas de verão (WIETHOLTER, 2004).

A cultura do trigo auxilia na redução da erosão pela boa quantidade de palha que permanece no solo e na rotação de culturas. Estima-se em 20% a redução nos custos nas lavouras de verão precedidas pelo trigo (COLLE, 1998). É de extrema importância para a sustentabilidade de pequenas e médias propriedades da região Sul do Brasil, estando altamente integrado em esquemas de rotação/sucessão com as culturas da soja e do milho, no sistema de semeadura direta (FRANCESCHI et al., 2009).

É uma das principais culturas, em termos de quantidade, para a nutrição humana e animal, fornecendo cerca de 20% da energia e 25 % dos requerimentos protéicos da população mundial (LAWLOR; MITCHELL, 2000). No Brasil, este cereal é de grande importância para economia, devido ao elevado consumo de seus derivados, principalmente pão, macarrão, biscoitos e farinha (CARNEIRO et al., 2005), sendo ainda excelente fonte de energia (carboidratos), proteínas e fibras (SILVA et al., 1996).

A cultura do trigo no Brasil vem alcançando maior importância frente aos países produtores e exportadores, alicerçada nos ganhos de produtividade, na rentabilidade e na melhoria de sua qualidade industrial (EMBRAPA, 1997).

O estabelecimento de práticas de manejo que otimizem os insumos aplicados pode contribuir para aumentar a produtividade nas lavouras de trigo no Brasil (SANGOI et al., 2007).

## 2.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA

O rendimento de uma cultura é a função direta da quantidade de nutrientes acumulados pela planta. Dentre as várias vantagens que o uso de fertilizantes traz para as culturas, Lopes (1996) cita o aumento da produtividade e o aproveitamento e recuperação de áreas até então consideradas impróprias para a agricultura.

O uso de doses adequadas e balanceadas de fertilizantes ocupa lugar de destaque dentre os diferentes fatores de produção (EMBRAPA, 2002;

LOPES, 1996). Lopes e Guilherme (1990) citam que a adubação assume importante papel no processo produtivo, sendo responsável por cerca de 50% dos ganhos de produtividade das culturas. A adubação é um procedimento indispensável para a obtenção de rendimentos máximos de trigo no Brasil (LANTMANN et al., 2005).

A adubação nitrogenada faz-se necessária em virtude da insuficiente quantidade de N que o solo fornece para o adequado crescimento das plantas (SCALCO et al., 2002).

Dentre as fontes de nitrogênio, a ureia ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) e o sulfato de amônio ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) são duas fontes que apresentam baixa eficiência de utilização pelas culturas, raramente superior a 50%. Porém, são as mais utilizadas na agricultura brasileira, possivelmente por serem de menor custo e de maior disponibilidade no mercado. A ureia que é um fertilizante sólido, na forma de grânulos brancos, destaca-se por apresentar elevada concentração de N (~ 45% de N), alta solubilidade, baixa corrosividade e menor relação custo por unidade de nutriente. Além disso, por ser um adubo altamente concentrado, torna-se mais barato o transporte, o armazenamento e a aplicação (BARBOSA FILHO; SILVA, 2001).

A aplicação de nitrogênio na semeadura pode ser feita no sulco ou a lanço, com posterior incorporação. Contudo, devido ao comportamento do nitrogênio no solo, que apresenta várias possibilidades de perdas, o método mais comumente utilizado tem sido a aplicação de parte no sulco, junto com o fósforo e o potássio, por ocasião do semeadura, e parte, em cobertura (BARBOSA FILHO et al., 2005)

O manejo da adubação nitrogenada merece destaque em função da utilização de pequenas doses na semeadura e doses maiores deste elemento em cobertura. Isto se deve à mobilidade deste nutriente no solo, ao contrário dos demais macronutrientes, que são aplicados integralmente na semeadura, na forma de adubo formulado (PERUZZO, 2000).

O nitrogênio é o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude do grande número de reações a que está sujeito (ERNANI, 2003). Sendo assim, o parcelamento do adubo nitrogenado proporciona uma maior eficiência na absorção e conseqüentemente na assimilação do nutriente pelo trigo e, em anos chuvosos, evita a perda do nitrogênio por lixiviação (MUNDSTOCK, 1999).

Vários autores (MADAN; MUJAL, 2009; SILVA et al., 2008; BRAZ et al., 2006; MUNDSTOCK ; BREDEMEIER, 2002) mostraram que o parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura pode proporcionar rendimento de grãos de trigo superior ao obtido quando aplicado em única vez.

A adubação nitrogenada em cobertura pode, conforme a época de aplicação, alterar o rendimento de grãos do trigo por meio de estímulos aos componentes do rendimento, ou seja, o número de grãos por espigas, o número de espigas por área e a massa de grãos (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2001).

### 2.2.1 Nitrogênio e Sua Importância

O nitrogênio é um elemento essencial para as plantas, pois participa de uma série de vias metabólicas-chave em sua bioquímica, sendo constituinte de importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, proteínas de armazenamento, ácidos nucleicos e enzimas (HARPER,1994). É parte de cada célula viva e constituinte de moléculas de citocromos, além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila (BÜLL, 1993).

A alta exigência de N caracteriza esse nutriente como um dos principais fatores limitantes ao crescimento e desenvolvimento das plantas (MENEZHIN et al., 2008). Segundo Lopes (2004), o nitrogênio é o nutriente que mais limita o desenvolvimento, a produtividade e a biomassa da maioria das culturas. É também o nutriente absorvido em maiores quantidades pela maioria das culturas, especialmente as gramíneas.

O nitrogênio tem grande importância para a cultura do trigo devido à sua participação na constituição de substâncias determinantes da qualidade e no desenvolvimento de funções metabólicas essenciais, tais como a síntese protéica (VIEIRA et al., 1995). Diversos estudos confirmam a influência do N sobre a cultura do trigo (FREITAS et al., 1995; SCALCO et al., 2002; MADAN; MUJAL, 2009).

O nitrogênio promove alterações na morfologia das plantas e em condições de alto suprimento desse nutriente, ocorre aumento na área foliar; como conseqüência, a curvatura das folhas é ampliada de modo a interferir na interceptação de luz (MARSCHNER, 1995). O suprimento de nitrogênio reflete na

produção de gemas vegetativas, no perfilhamento e no teor de proteína dos grãos (MALAVOLTA, 2006).

A deficiência de nitrogênio pode limitar a emissão de afilhos, reduzir o número de colmos e espigas por área e diminuir a produção de trigo (LONGNECKER, 1993; CAVIGLIA ; SADRAS, 2001).

De acordo com Marschner (1995), o nitrogênio absorvido pelas plantas combina com esqueletos carbônicos para a produção de aminoácidos, os quais resultam em proteínas que ficam armazenadas nos tecidos vegetais. Por ocasião da fase de enchimento de grãos, estas reservas são quebradas, translocadas e armazenadas nesses órgãos na forma de proteínas.

O N, por ser absorvido em grande quantidade pelo trigo, comumente não é suprido na quantidade necessária e no estágio fisiológico requerido (WENDLING et al, 2007). Para Zagonel et al. (2002), todos os componentes de produção do trigo podem beneficiar-se em maior ou menor grau do nitrogênio, exceto a população de plantas.

Os componentes do rendimento, como o número de espigas por área e o número de espiguetas por espigas, são influenciados pelo momento em que o nitrogênio é fornecido (BRAZ et al., 2006). No período compreendido entre a fase inicial até o início da diferenciação do primórdio floral, a falta de nitrogênio reduz a formação de espiguetas (FRANK; BAUER, 1996).

Acorssi e Ferreira (2009), investigando o comportamento da cultivar de trigo CD 104, com e sem aplicação de N, verificaram que a adubação nitrogenada promoveu maior rendimento de grãos e número de grãos/espiga, porém não influenciou significativamente o PH e a massa de 1000 grãos.

### 2.2.2 Nitrogênio no Solo e na Planta

Segundo Streeter e Barta (1984), há dois aspectos independentes, mas fundamentais, na nutrição mineral das plantas. O primeiro se refere à absorção dos nutrientes do solo e o segundo a utilização destes elementos pela planta.

A adição do nitrogênio ao solo pode ser realizada por meio de fertilizantes minerais e orgânicos, mediante a água da chuva (as descargas elétricas

combinam o  $N_2$  e o  $O_2$  presentes na atmosfera) e pela fixação biológica (MALAVOLTA, 2006).

O nitrogênio é um dos elementos mais abundantes na natureza, porém, está na forma de  $N_2$ , encontrado na atmosfera, que não está prontamente disponível às plantas. O maior reservatório de N nos solos está ligado à cadeia carbônica da matéria orgânica, também em formas não diretamente disponíveis para as plantas. Geralmente menos de 5 % do N total está em formas inorgânicas como íon amônio ( $NH_4^+$ ) e o íon nitrato ( $NO_3^-$ ) (SÁ, 1996).

A maioria dos solos agrícolas contém várias toneladas de N orgânico em seus perfis. No entanto, a maior parte desse N não está prontamente disponível para as plantas (URQUIAGA; ZAPATA, 2000), pois é necessário que seja liberado sob formas minerais para que possa ser absorvido. O processo de mineralização em determinado período depende de vários fatores, como temperatura, umidade, aeração, pH, quantidade e natureza do material orgânico presente. Assim, a variação nesses fatores determina distintas velocidades na transformação do N orgânico em formas minerais (KOLCHINSKI; SCHUCH, 2003).

A mineralização do nitrogênio orgânico no solo envolve ainda dois processos microbiológicos distintos: amonificação e nitrificação. A amonificação converte proteínas e aminoácidos em amônio, enquanto a nitrificação converte este em nitrato, principal forma de nitrogênio absorvida pelas plantas (CANTARELLA et al., 1992).

A preferência na absorção de  $NH_4^+$  (amônio) ou  $NO_3^-$  (nitrato) pelas plantas depende da idade da planta, do ambiente e de outros fatores (HAVLIN et al., 2005).

O nitrato é a principal fonte de N para a maioria das plantas, especialmente para os cereais e culturas graníferas. No citossol ocorre a redução do  $NO_3^-$  a  $NO_2^-$ , catalisado pela enzima nitrato redutase. Em seguida o  $NO_2^-$  é reduzido a  $NH_4^+$ , por meio da enzima nitrito redutase. O  $NH_4^+$  absorvido ou proveniente da redução do  $NO_3^-$  é incorporado aos esqueletos de carbono (FERNANDES et al., 2006).

A carência de nitrogênio é observada em quase todos os solos, e o critério de identificação da deficiência consiste no aparecimento de uma clorose generalizada das folhas, iniciando-se pelas folhas mais velhas, e está relacionada com a participação do N na estrutura da molécula de clorofila (CARVALHO et al.,

2003). A deficiência deste nutriente no solo é causada por baixo teor de matéria orgânica e perdas por lixiviação, volatilização, desnitrificação e erosão (IPNI, 2007).

O suprimento de nutrientes minerais afeta fortemente o crescimento, a morfologia e a distribuição do sistema radicular no substrato ou no perfil do solo. Este efeito é bastante claro com o nitrogênio. Desta forma, uma quantidade adequada de nitrogênio é essencial para incrementar a produtividade (FRANK; BAUER, 1996).

Em média, a eficiência de utilização do nitrogênio pelas plantas para produção de cereais (trigo, milho, arroz, cevada, sorgo, milheto, aveia e centeio) é de 33% (RAUN; JOHNSON, 1999).

### 2.2.3 Épocas de Aplicação de Nitrogênio em Trigo

A época correta de aplicação do nitrogênio é fundamental para incrementar o rendimento de grãos (SILVA et al., 2005). Segundo Rao e Dao (1992), aplicações parceladas de N, sincronizadas com os períodos de maior demanda pela planta, aumentam a eficiência no uso do fertilizante, reduzindo os processos de perdas. Além dos aspectos agronômicos, a fertilização em época apropriada pode reduzir os riscos de poluição das águas subterrâneas ocasionados pelo acúmulo de nitrato (MAHLER et al., 1994).

O momento recomendado para aplicação do nitrogênio em cobertura está compreendido entre o início do afilamento e o começo do alongamento do colmo (CQFS, 2004).

O fornecimento de N as plantas de trigo é de grande importância nos períodos em que o potencial de rendimento está sendo estabelecido. Os componentes do rendimento como o número de espigas por área e o número de espiguetas por espigas são fortemente influenciados pela variação do momento em que o N é fornecido (FRANK; BAUER, 1996).

As exigências por nitrogênio nos estádios iniciais de desenvolvimento das culturas de trigo e milho, apesar de serem pequenas, são importantes para promover rápido desenvolvimento inicial e definir o potencial produtivo (FANCELLI; DOURADO NETO, 1996). Aplicações iniciais também

influenciam o número de espigas, decorrente do estímulo do N sobre a produção de afilhos (LONGNECKER et al., 1993), os quais podem sobreviver e produzir espigas férteis.

A exigência nutricional da maioria das espécies torna-se mais intensa com o início da fase reprodutiva, sendo mais crítica por ocasião da formação das sementes, quando uma grande quantidade de nutrientes, principalmente de fósforo e de nitrogênio, são para elas translocados (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A aplicação tardia de N tem sido investigada para algumas culturas, como o trigo (COELHO et al., 1998; BLY; WOODARD, 2003; GARRIDO-LESTACHE et al., 2004), cevada (WAMSER; MUNDSTOCK, 2007), milho (SILVA et al., 2005) e aveia (SILVA et al., 2001).

Caracterizando o período do desenvolvimento crítico para suplementação de N em cobertura e os componentes da produção de grãos em dois cultivares de trigo, Bredemier e Mundstock (2001) verificaram que a aplicação de nitrogênio no início do ciclo (emissão da terceira folha) estimulou o número de espiguetas, e conseqüentemente, o número de grãos por espigas, mas não afetou o rendimento de grãos.

Wamser e Mundstock (2007) avaliaram o acúmulo de matéria seca e de nitrogênio da parte aérea de plantas de cevada e a taxa de sobrevivência de colmos em função da época de aplicação de N. Os autores verificaram que as maiores porcentagens de sobrevivência de colmos foram observadas com a aplicação de N no período de alongamento de colmos, mostrando a relação existente entre a necessidade de N para dar aporte ao alongamento dos colmos e a diminuir a mortalidade de afilhos.

Coelho et al. (1998) verificaram que o acamamento de plantas de trigo da cultivar EMBRAPA-22 foi maior quando o N em cobertura (nas doses 30, 60, 90 e 120 kg/ha) foi aplicado em uma única vez (aos 20 dias após a emergência) em relação ao parcelamento da dose de aplicação aos 20 e 40 dias após a emergência.

O efeito de formas de parcelamento da adubação nitrogenada sobre as características das cultivares de trigo Butte-86 e Sharp foi estudado por Bly e Woodard (2003), tendo estes, verificado que as formas de parcelamento (aplicação de N no emborrachamento e após a polinização) influenciam positivamente o rendimento e teor de proteína dos grãos.

## 2.3 QUALIDADE DO TRIGO

Guarienti (1996) apresenta conceitos relativos de qualidade e menciona que são dependentes do segmento social que a avalia. Dessa forma, para o triticultor, o trigo de qualidade superior é aquele que possui boas características agronômicas, como a resistência a doenças e pragas, alto potencial produtivo e elevado peso hectolítrico. Para o moageiro a qualidade significa matéria prima uniforme em tamanho e forma e alto rendimento de farinha. Já para o panificador, a farinha de boa qualidade deve possuir alta capacidade de absorver água, boa tolerância ao amassamento, glúten de força média a forte entre outros.

Os fatores de qualidade da farinha de trigo podem ser divididos em dois grupos básicos: os inerentes ao trigo, resultantes da composição genética e das condições de crescimento da planta e os que dependem do processo de armazenamento e moagem do trigo em farinha (AQUARONE et al., 2001).

O trigo que é adequado para um tipo particular de uso possui certas características que para outro é completamente insatisfatório. A qualidade de trigo pode ser definida como o resultado da interação do potencial genético da cultivar e dos efeitos das condições de solo e de clima, da incidência de pragas e doenças, do manejo da cultura, bem como das operações de colheita, de secagem e de armazenamento (GUARIENTI, 1996).

Segundo Miranda (2008), para os cientistas que trabalham com tecnologia de cereais, a qualidade de trigo é considerada, basicamente, como sinônimo de funcionalidade, ou seja, a adequação do trigo para determinado produto final, e na maior parte dos casos, refere-se às características do endosperma.

### 2.3.1 Qualidade dos Grãos

Para avaliar a qualidade dos grãos de trigo são sugeridas, entre outras, a avaliação do peso hectolítrico, da massa de 1000 grãos (MANDARINO, 1993) e do número de queda ou Falling Number (POMERANZ, 1978).

O peso hectolítrico (PH) é a massa de 100 litros de trigo expressa em quilogramas (GUARIENTI, 1996). É utilizado como medida tradicional de comercialização em vários países, e expressa indiretamente atributos de qualidade dos grãos em especial dos relacionados com moagem. A massa hectolítrica é um importante atributo, uma vez que, na prática, o valor recebido pelo produtor é menor quando a massa hectolítrica se apresenta abaixo de 78 Kg/hl (MEGDA et al., 2009).

Valores muito baixos de PH podem indicar ocorrência de problemas na lavoura que podem ter afetado o enchimento dos grãos e sua qualidade (GUARIENTI, 1996). Chuvas no período inicial da maturação afetam, principalmente, características quantitativas (massa de mil grãos, peso hectolítrico e rendimento de farinha).

A massa de 1000 grãos é uma medida que apresenta forte controle genético, mas também é afetada por condições de temperatura, luminosidade e de umidade durante a fase de maturação no campo (MacRITCHIE, 1980)

O número de queda caracteriza as farinhas de trigo quanto à atividade das amilases, permitindo assim, prever seu comportamento durante a etapa de fermentação da massa no processo de panificação. Por meio desse índice pode-se estimar a capacidade de fermentação que a massa de uma determinada farinha possui (CAZETTA et al., 2008). A análise baseia-se na rápida gelatinização de uma suspensão de farinha e água e na medida de degradação do amido por ação da amilase, em condições similares à de cocção de um pão (QUAGLIA, 1991).

O resultado obtido, conhecido como número de queda (NQ), é inversamente proporcional à atividade da  $\alpha$ -amilase presente na farinha, ou seja, se a atividade enzimática for alta, o amido é quebrado rapidamente, durante a gelatinização (POPPER; SCHÄFER, 2006) e o valor NQ é baixo.

Yano et al. (2005) testando diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para a cultivar do trigo CD 104, concluíram que a aplicação de N em cobertura na época do emborrachamento propiciou uma maior massa de 1000 grãos em relação às aplicações antecipadas. Já Nakayama et al. (1983) não verificaram diferenças significativas na produção, peso hectolítrico e massa de mil grãos em resposta à adubação nitrogenada em trigo.

Silva (2008), estudando quatro doses de nitrogênio e seis épocas de aplicação de N em cobertura em aveia preta, constatou que não houve efeito das

doses de N sobre as variáveis estudadas (massa de 1000 grãos, número de grãos chochos, cheios e totais e produtividade).

### 2.3.2 Qualidade da Farinha de Trigo

A aptidão dos trigos para os diferentes usos industriais é determinada por várias características dos grãos e que depende tanto das condições climáticas, como de manejo da cultura e do genótipo (GUARIENTI, 1993).

Além da produtividade, o grão de trigo também deve possuir a qualidade tecnológica desejada pela indústria, evitando assim, o uso de aditivos por razões de custo e de segurança alimentar (FRANCESCHI et al., 2009).

Os atributos que influem na qualidade tecnológica são determinados, principalmente, pelo teor de proteínas dos grãos e por sua variação, tanto qualitativa, em termos da composição de subunidades, quanto quantitativa, em relação às diferentes frações protéicas que compõem o glúten (BRUNORI et al., 1989). As gluteninas e as gliadinas são as principais subunidades responsáveis pelas propriedades reológicas da massa (POMERANZ, 1988). A composição destas subunidades é controlada geneticamente, ainda que exista uma porção da variação da qualidade de trigo que seja dependente de fatores ambientais (GRAYBOSCH et al., 1996).

A variação qualitativa e quantitativa dessas proteínas dependem do genótipo (G), do ambiente (A) e da interação GxA (GUARIENTI, 1996). Dentre os fatores ambientais que podem produzir modificações na qualidade tecnológica e no teor protéico do grão, citam-se o tipo de solo e os níveis de adubação (MacRITCHIE; GUPTA, 1993).

O aumento do conteúdo de nitrogênio nos grãos de trigo pode melhorar a qualidade de panificação, uma vez que variações do conteúdo protéico da farinha afetam a força do glúten, ou seja, quanto menor o conteúdo de proteína na massa de panificação, menores podem ser sua força e extensibilidade, bem como sua qualidade de panificação. Os baixos conteúdos de proteína ocorrem normalmente quando existe baixa fertilidade do solo e baixo conteúdo de nitrogênio em etapas posteriores à aparição do primeiro nó na planta. Por essa razão, é

necessário aplicar o fertilizante nitrogenado de tal maneira que este permita o desenvolvimento ótimo da planta e um adequado acúmulo de proteína no grão (FRANCESCHI et al., 2009).

Segundo BRASIL (2010), as cultivares de trigo estão classificadas industrialmente de acordo com alveografia, estabilidade e o número de queda em cinco classes (Tabela 1).

**Tabela – 1** Classificação industrial de grãos de trigo.

Classes	Mínimo da força do glúten ( $10^{-4}$ J)	Valor mínimo de estabilidade (tempo em minutos)	Número de queda (tempo em segundos)
Melhorador	300	14	250
Pão	220	10	220
Doméstico	160	6	220
Básico	100	3	200
Outros usos	Qualquer	Qualquer	Qualquer

A alveografia se baseia na avaliação do comportamento reológico da massa quando está sendo submetida à pressão produzida pelo ar injetado. A massa é estendida em duas direções, paralela e meridional, causando uma deformação biaxial (GRANOLAB, 1997).

A alveografia tem como principais medidas a extensibilidade (L), a tenacidade (P) e a força geral do glúten (W). A extensibilidade é um indicativo do volume que a massa pode atingir e a tenacidade é um indicativo da pressão máxima de ruptura da massa. A força geral do glúten é obtida pela medida sob a área da curva do alveograma, multiplicada por uma constante do aparelho. Os valores de W superiores a 200 são considerados trigos com força melhorada e valores inferiores a 100 a farinha possui o glúten fraco (CAZETTA et al. 2008).

Na busca por análises rápidas e com pequenas quantidades de amostra, o teste de sedimentação com SDS (dodecil sulfato de sódio) pode ser destacado, pois utiliza apenas um grama de farinha ou de grão moído. Esse teste está baseado na insolubilidade em meio ácido das proteínas que formam o glúten e

proporciona uma estimativa da força de glúten por meio do volume do sedimento medido (ECKERT et al, 1993). O sedimento formado na solução de SDS tem sido associado coma força de glúten e qualidade de panificação (DEXTER et al, 1980, DICK; QUICK, 1983).

Scalco et al. (2002) observaram que aplicações de nitrogênio acima de 120 Kg/ha afetaram negativamente a força geral do glúten das cultivares de trigo EMBRAPA 22 e BR 26.

A quantidade de N absorvido durante o ciclo da planta exerce influência importante na determinação do teor de proteína do grão. Segundo Mandarino (1993), o teor protéico dos grãos é extremamente influenciado pelo teor de N na planta, no período compreendido entre a floração e a maturação dos grãos. Dessa forma, as doses e a época de aplicação da adubação nitrogenada podem influenciar o teor protéico dos grãos. Kelling e Fixen (1992) relatam que em cereais, a síntese de proteína compete com a de amido por fotossintetizados durante o período de enchimento de grãos. Quando a necessidade de N para o acúmulo de amido é atingido, o excedente é usado para aumentar o teor de proteína.

Rutkowska (2009) avaliou o efeito da aplicação tardia de nitrogênio sobre o rendimento de grãos, teor de proteína e distribuição de N entre órgãos das plantas de trigo de inverno. Este concluiu que nitrogênio aplicado na antese proporciona maior produtividade de grãos e maior teor de glúten. Ainda segundo Rutkowska (2009), aplicações tardias de N são recomendáveis, pois o trigo é capaz de absorver uma grande quantidade de N durante a antese, mesmo em plantas em que já foram aplicados adubos nitrogenados na fase vegetativa.

Fuertes-Mendizábal et al (2010), testando três épocas de aplicação da adubação nitrogenada e quatro doses de N (0, 100, 140 e 180 kg/ha) em trigo, verificaram que não apenas o aumento da dose de nitrogênio, mas também a divisão da mesma dose de N teve um efeito benéfico sobre qualidade industrial dos grãos.

Por outro lado, Schirmer e Ferreira (2009), avaliando as características tecnológicas da farinha de trigo da cultivar CD 115 às respostas de cinco doses de nitrogênio em cobertura, constataram que não houve efeito das doses de N sobre as características avaliadas (teor de glúten, número de queda, coloração e teor de cinzas).

Saint Pierre et al. (2008), estudando a resposta ao N de sete genótipos de trigo, quanto à qualidade tecnológica de grãos, verificaram que a aplicação de nitrogênio em cobertura realizada em duas épocas (Feekes 4 e 7), promoveu o aumento do teor de proteínas da farinha de trigo em relação a uma única aplicação no estágio Feekes 4.

Trabalhos têm demonstrado efeito positivo da adubação nitrogenada sobre o incremento no teor de proteína em trigo (BULMAN; SMITH, 1993; BLY; WOODARD, 2003). Garrido-Lestache et al. (2004) também observaram que o atraso na aplicação de nitrogênio favorece o aumento do teor protéico dos grãos de trigo.

### 2.3.3 Qualidade Fisiológica de Sementes de Trigo

A qualidade da semente é definida como o conjunto de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que influenciam na capacidade do lote de originar uma lavoura uniforme constituída de plantas vigorosas e representativas da cultivar, livre de plantas invasoras ou indesejáveis (POPINIGIS, 1985).

Especificamente, entende-se por qualidade fisiológica da semente a sua capacidade de desempenhar funções vitais, caracterizadas pela sua germinação, vigor e longevidade (POPINIGIS, 1985).

As sementes são avaliadas quanto à qualidade fisiológica, tanto pela importância econômica que representam, como pela sensibilidade às condições adversas de ambiente durante todas as etapas de produção, sobretudo na fase de campo, quando podem ser colhidas já comprometidas fisiologicamente. A viabilidade de sementes, para fins de comércio, é determinada pelo teste de germinação, conduzido em laboratório, sendo facilmente reproduzido e de grande confiabilidade (AMARAL ; PESKE, 2000).

Para a obtenção de sementes de alta qualidade é imprescindível, dentre outros fatores, uma adubação mineral balanceada, dada a sua influência na produção e qualidade do produto agrícola (DELOUCHE, 1981).

Devido à sua condição de constituinte molecular, o nitrogênio pode afetar o crescimento da planta, a produção e a qualidade física e fisiológica das sementes (DIDONET, 1994).

Segundo Schuch et al. (1999), o vigor pode afetar a performance das sementes, podendo influenciar aspectos de desempenho da cultura, tais como o crescimento e o rendimento. No campo, onde as condições nem sempre são ideais para a germinação, principalmente quando ocorre estresse térmico e hídrico, as respostas apresentadas pelas sementes podem ser bastante variadas (MAIA et al., 2007).

A disponibilidade de nutrientes interfere na formação do embrião e do tecido de reserva, bem como na sua composição química afetando, conseqüentemente, o metabolismo e o vigor das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Dentre os nutrientes, o nitrogênio destaca-se por participar da constituição de substâncias determinantes da qualidade e desenvolver funções metabólicas essenciais, como a síntese de proteínas (VIEIRA et al., 1995).

De acordo com Vieira et al. (1993), o componente fisiológico pode ser influenciado pelo ambiente em que as sementes se formam. Portanto, deve-se considerar a germinação e o vigor, procurando-se diferenciar sementes com maior potencial fisiológico, em função de tratos culturais aplicados, como a adubação mineral (ANDRADE et al., 1999).

Warraich et al. (2002) relatam que a aplicação de nitrogênio melhora a qualidade e o vigor sementes de trigo, além de elevar o percentual de germinação final. O efeito do nitrogênio na qualidade fisiológica das sementes pode estar associado ao teor e a composição das proteínas presentes na semente, principalmente nos cereais (DELOUCHE, 1980).

Crusciol et al. (2003) não constataram efeito significativo de doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a germinação e o vigor de sementes de feijão. Já Oliveira et al. (2003), avaliando os efeitos da aplicação de cinco doses e três fontes de nitrogênio sobre a produção e a qualidade fisiológica de sementes de feijão-vagem, observaram que emergência de plântulas no campo aumentou linearmente com elevação das doses de N (fonte nitrato de cálcio), sendo a emergência máxima (70%) obtida na dose de 100 kg/ha de N.

Schuch et al. (1999) verificaram que o acúmulo de nitrogênio nos tecidos vegetativos e nas sementes e a remobilização do nitrogênio para as mesmas aumentaram com a adubação nitrogenada em cultivares de aveia.

Silva et al. (2001) não constataram efeito significativo de doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre o teor de proteínas das sementes de

aveia-preta; observaram entretanto que a aplicação de 20kg/ha de N na fase de emborrachamento, promoveu um aumento na massa de mil sementes.

Nakagawa et al. (1994), testando o efeito de três épocas da adubação nitrogenada (semeadura, perfilhamento e emergência da panícula), na produção e na qualidade de sementes de aveia preta, constataram que a aplicação de N nas doses (0, 20 e 40 kg/ha ) não afetou a porcentual de germinação e o vigor das sementes testadas.

Kolchinski e Schuch (2003), avaliando o efeito da adubação nitrogenada sobre atributos qualitativos dos grãos e das sementes de quatro cultivares de aveia branca, verificaram que o incremento nas doses de adubação nitrogenada reduziu o peso hectolítrico e aumentou a concentração de proteína nas cariopses, porém não afetou o rendimento industrial e a qualidade fisiológica das sementes de aveia branca.

## REFERÊNCIAS

- ACORSSI, E.E.; FERREIRA, D.T.L. Resposta produtiva da cultura do trigo na cultivar CD 104 submetida a diferentes dosagens de adubação nitrogenada aplicada em cobertura. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.2, n.2, p.165-173, 2009.
- AMARAL, A. dos S.; PESKE, S. T. Testes para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, v.6 n.1, p. 12-15, 2000.
- ANDRADE, W.E.B.; SOUZA-FILHO, B.F.; FERNANDES, G.M.B.; SANTOS, J.G.C. **Avaliação da produtividade e da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro submetidas à adubação NPK**. In: COMUNICADO TÉCNICO. Niterói: PESAGRO-RIO, n. 248, 1999. p.5.
- AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotechnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Edgar Blücher, 2001. v. 4, p. 365- 395.
- BARBOSA FILHO, M.P. Fontes, doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para feijoeiro comum irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p.69-76, 2005.
- BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. **Adubação de cobertura do feijoeiro irrigado com ureia fertilizante em plantio direto: um ótimo negócio**. Piracicaba: POTAFÓS, 2001. p.1-5. (Informações Agronômicas, n.93).
- BLY, A.G.; WOODARD, H.J. Foliar nitrogen application timing: Influence on grain yield and protein concentration of hard red winter and spring wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v. 95, n. 2, p. 335-338, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1 dez. 2010. Seção 1, p. 4.
- BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema de plantio direto após diferentes culturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2006.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.317-323, 2001.
- BRUNORI, A.; GALTERIO, G.; ZANNETTINO, C.; POGNA, N. E. Bread-making quality indices in *Triticum aestivum* progenies: implications in breeding for better bread wheat. **Plant Breeding**, Berlin, v.102, n. 3, p.222-231, 1989.
- BÜLL, L T. Nutrição mineral do milho. In: YAMADA, T. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.63-145.

BULMAN, P.; SMITH, D.L. Grain protein response of spring barley to high rates and postanthesis application of fertilizer nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, n.6, p.1109-1113, 1993.

CAMPBELL, C. A.; MYERS, R.J.K.; CURTIN, D. Managing nitrogen for sustainable crop production. **Fertilizer Research**, Hague, v. 42, n. 1-3, p. 277-296, 1995.

CANTARELLA, H.; ABREU, C.A.; BERTON, R.S. Fornecimento de nutrientes pela matéria orgânica do solo. In: ENCONTRO sobre matéria orgânica do solo: problemas e soluções. Botucatu: FCA,1992. p. 63-122.

CANZIANI, J.R.; GUIMARÃES, V.D.A. O trigo no Brasil e no mundo: cadeia de produção, transformação e comercialização. In: CUNHA, G.R. **Oficina sobre trigo no Brasil: bases para a construção de uma nova triticultura brasileira**. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2009. p. 29-72.

CARNEIRO, L.M.T.A.; BIAGI, J.D.; FREITAS, J.G.; CARNEIRO, M.C.; FELÍCIO, J.C. Diferentes épocas de colheita, secagem e armazenamento na qualidade de grãos de trigo comum e duro. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1, p.127-137, 2005.

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

CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JÚNIOR, 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**, Viçosa, v.27, n.3, p.445-450, 2003.

CAVIGLIA, O.P.; SADRAS, V.O. Effect of nitrogen supply on crop conductance water-and radiation-use efficiency of wheat. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.69, n.3, p.259-266, 2001.

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**, Campinas, v.67, n.3, p.741-750, 2008.

COELHO, M.A.O.; SOUZA, M.A.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO, A.C.; SEDIYAMA, C.S. Resposta na produtividade de grãos e outras características agrônômicas do trigo EMBRAPA-22 irrigado ao nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p.555-561, 1998.

COLLE, C.A. **A cadeia produtiva do trigo no Brasil: contribuição para geração de emprego e renda**. 1998. 160 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural).

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2009/2010 – Décimo Segundo Levantamento**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 16 set. 2010.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2009/2010**, 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 2 fev. 2011.

CRUSCIOL, C.A.C.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; LEMOS, L.B.; MARUBAYASHI, O.N. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 108-115, 2003.

CQFS- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

DELOUCHE, J.C. Environmental effects on seed development and seed quality. **HortScience**, Alexandria, v.15, n.6, p. 775-780, 1980.

DELOUCHE, J.C. Metodologia de pesquisa em sementes: III. Vigor, envigoreamento e desempenho no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.3, n.2, p.57-64, 1981.

DEXTER, J.E.; MATSUO, R. R.; LEISLE, F. G.; MACHYLO, B. A. The suitability of the SDS-sedimentation test for assessing gluten strength in durum wheat. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.60, n.4 p. 315-318, 1980.

DICK, J. W., QUICK, J. S. A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early-generation durum wheat breeding lines. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 60, n.4 p. 315-318, 1983.

DIDONET, A.D. Revisão sobre aspectos fisiológicos envolvendo qualidade e teor protéico do grão de trigo. In: SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p.249-255.

EMBRAPA. **Cultivares de trigo do Paraná**. Londrina: Embrapa/CNPSO, 1997. 148p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 18).

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações da Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo para Mato Grosso do Sul – 2002**. Dourados: Embrapa, 2002. 79 p.

ERNANI, P.R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para a macieira**. Lages: Graphel, 2003. 76p.

ECKERT, B., AMEND, T. AND BELITZ, H.D. The course of the SDS and Zeleny sedimentation tests for gluten quality and related phenomena studied using the light microscope. **Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung**. v. 196., n.2, p. 122-125, 1993.

FANAN,S.; MEDINA, P.M.; COSTA, L.T.; MARCOS FILHO, J. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelos testes de envelhecimento acelerado e de frio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n.2, p.152-158, 2006.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Cultura do milho**: aspectos fisiológicos e manejo da água. Piracicaba: (Informações Agrônômicas, 73). Instituto da Potassa e do Fosfato, 1996. 4 p.

FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. Nitrogênio.1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. v. 1. 432 p.

FRANCESCHI, L.de.; BENIN,G.; GUARIENTI, E.; MARCHIORO,V.S.; MARTIN, T.N. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.4, p.1624-1631, 2009.

FRANK, A. B.; BAUER, A. Temperature, nitrogen and carbon dioxide effects on spring wheat development and spikelet numbers. **Crop Science**, Madison, v.36, n.3, p.659-665, 1996.

FREITAS, J. G.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; CASTRO, J. L. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v.19, p.229-234, 1995.

FUERTES-MENDIZÁBAL, T.; AIZPURUA,A.; GONZÁLEZ-MORO, M.B.; ESTAVILLO, J.M. Improving wheat breadmaking quality by splitting the N fertilizer rate. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.33, n. 1, p. 52–61, 2010.

GARRIDO-LESTACHE, E.; LÓPEZ-BELLIDO, R.J.; LÓPEZ-BELLIDO, L. Effect of N rate, timing and splitting and N type on bread-making quality in hard red spring wheat under rainfed Mediterranean conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.85, n. 2-3, p.213-236, 2004.

GRANOLAB. **Apostila de métodos analíticos**. Revisão nº 02. Curitiba: Granotec, 1997. 36p.

GRAYBOSCH, R.A., PETERSON, C.J., SHELTON, D.R., BAENZIGER, P.S. Genotypic and environmental modification of wheat flour protein composition in relation to end-quality. **Crop Science**, Madison, v.36, n. 2, p. 296–300, 1996.

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

GUARIENTI, E.M. **Qualidade industrial de trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. 36p. (EMBRAPA-CNPT. Documento , 27).

HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K. J. et. al. **Physiology and determination of crop yield**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.285-302.

HAVLIN, J.L.; BEATON, J.D.; TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. **Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management..** 7. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2005. 515 p.

IPNI- INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE- IPNI. **Informações recentes para otimização da produção agrícola.** Piracicaba: POTAFÓS, 2007.

KELLING, K.A.; FIXEN, P.E. Soil and nutrient requirements for oat production. In: MARSHALL, H.G.; SORRELIS, M.E. (Ed.). **Oat Science and Technology.** Madison: ASA/CSSA, 1992. p. 165-190.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B. Eficiência no uso do nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v.27, p.1033-1038, 2003.

LANTMANN, A.F.; CASTRO, C.; WIETHOLTER, S. O potássio na cultura do trigo. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira.** Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 2005. p. 723-742.

LAWLOR, D.J.; MITCHELL, R.A.C. Crop ecosystem responses to climatic change: Wheat. In: REDDY, K.R.; HODGES, H.F. **Climate change and global crop productivity.** UK:CAB International, 2000. p.57-80.

LONGNECKER, N.; KIRBY, E. J. M.; ROBSON, A. A. Leaf emergence tiller growth and apical development of nitrogen-deficient spring wheat. **Crop Science**, Madison, v.33, n.1, p.154-160, 1993.

LOPES, A. S. **Guia das melhores técnicas agrícolas.** São Paulo: ANDA, 1996. 27p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Uso eficiente de fertilizantes:** aspectos agrônômicos. São Paulo: ANDA, 1990. 51 p. (Boletim Técnico, 4).

LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo.** São Paulo: ANDA, 2004.115p.

MAIA, A.R.; LOPES, J.C.; TEIXEIRA, C.O. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Ciência e Agrotecnologia.**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 678-684, 2007.

MacRITCHIE, F. Physicochemical aspects of some problems in wheat research. **Advances in Cereal Science and Technology.** Saint Paul: American Association Cereal Chemistry, v.3, 1980. p. 271-326.

MacRITCHIE, F.; GUPTA, R.B. Functionality composition relationships of wheat flour as a result of variation in sulphur availability. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.44, n.8, p.1767-1774, 1993.

- MAHLER, R. L.; KOEHLER, F. E.; LUTCHER, L. K. Nitrogen source, timing of application and placement: effects on winter wheat production. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, p.637-642, 1994.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MADAN, H.S.; MUNJAL, R. Effect of split doses of nitrogen and seed rate on protein content, protein fractions and yield of wheat. **Journal of Agricultural and Biological Science**, Faisalabad, v. 4, n. 1, p 26-31, 2009.
- MANDARINO, J.M.G. **Aspectos importantes para qualidade do trigo**. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1993. 32p. (Documentos, 60).
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- MEGDA, M.M.; SALATIÉR, B.; 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**, Lavras, v.33, n.4 p. 1055-1060, 2009.
- MENEGHIN, M. F. S.; RAMOS, M. L.G. ; OLIVEIRA, S. A. ; RIBEIRO JUNIOR, W. Q. ; AMABILE, R. Avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo para o trigo em latosolo vermelho do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n. 5, p.1941-1948, 2008.
- MIRANDA, M.Z. **Diferentes significados para qualidade de trigo**, 2008. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=23784>>. Acesso em: 28 maio 2009.
- MUNDSTOCK, C.M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Evangraf, 1999. 227p.
- MUNDSTOCK, C.M.; BREDEMEIER, C. Dinâmica do afilhamento afetada pela disponibilidade de nitrogênio e sua influência na produção de espigas e grãos em trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n1, p. 141-149, 2002.
- NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, R.J. Produção e qualidade de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.95-101, 1994.
- NAKAYAMA, L. H. I.; FABRICIO, A. D.; SANTOS, R. F. **Efeitos de doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do trigo**. In: REUNIÃO DA COMISSÃO NORTE BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 9., 1983, Brasília. **Anais...** Dourados. Embrapa-UEPAE Dourados, 1983. p.170-174.

OLIVEIRA, A. P.; PEREIRA, E. L.; BRUNO, R. L.A; ALVES, E.U.; COSTA, R. F. ; LEAL, F. R. F. Produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão-vagem em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 01, p. 49-55, 2003.

PERUZZO, G. Nitrogênio no seu trigo. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, n.16, maio, 2000.

POMERANZ, Y. **Wheat: chemistry and technology**. 3. ed. Saint Paul: AACC, 1978. 821 p.

POMERANZ, Y. Composition and functionality of wheat flour components. In: **Wheat: chemistry and technology**. **American Association of Cereal Chemists**, Saint Paul, v2, cap.5, p.219-370, 1988.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. Brasília. Ministério da Agricultura, Agiplan, 1985. 289p.

POPPER, L., SCHAFFER, W., Flour treatment, in **Future of Flour: A Compendium of Flour Improvement**. Germania: Agrimedia, 2006.

QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnologia de la panificación**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1991. p. 485.

RAO, S.C.; DAO, T.H. Nitrogen fertilizer placement and tillage effects on nitrogen assimilation by wheat. **Agronomy Journal**, Madson, v.84, n. 6, p.1028-1032, 1992.

RAUN, W.R.; JOHNSON, G.V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. **Agronomy Journal**, Madson, v.91, n. 3, p.357-363, 1999.

RCSBPT- COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. **Recomendações técnicas para a cultura do trigo**. Passo Fundo: CBPT, 2003. 119p.

RUTKOWSKA, A. <sup>15</sup>Nitrogen study on accumulation and allocation of nitrogen applied at anthesis on top of early nitrogen applications in winter wheat. **Journal of Plant Nutrition**, v. 3, n. 8, p.1306–1320, 2009.

SÁ, J. C. M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1996. 96p.

SANGOI, L.; BERNIS, A.C; ALMEIDA, M.L.de; ZANIN, C.G.; SCHWEITZER, C. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p.1564-1570, 2007.

SAINT PIERRE, C.; PETERSON, C.J.; ROSS, A.S.; OHM, J.B. ; VERHOEVEN, M.C. LARSON, M.; HOEFER, B. Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition. **Journal of Cereal Science**, v. 47, n.3, p. 407–416, 2008.

SCALCO, M.S.; FARIA, M.A.; GERMANI, R.; MORAIS, A.R. Produtividade e qualidade industrial do trigo sob diferentes níveis de irrigação e adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.400-410, 2002.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S. Vigor de sementes e adubação nitrogenada em aveia-preta (*Avena strigosa Schreb.*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 127-134, 1999.

SCHIRMER, A. FERREIRA, D.T.L. Análise da qualidade da farinha de trigo (Coodetec 115) com diferentes doses de nitrogênio em cobertura. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.2, n.4, p.105-112, 2009.

SILVA, D. B.; GUERRA, A. F.; REIN, T. A.; ANJOS, J. R.; ALVES, R. T.; RODRIGUES, G. C.; SILVA, I. A. C. **Trigo para o abastecimento familiar: do plantio à mesa**. Planaltina: Embrapa - CPAC, 1996. 176p.

SILVA, R. H.; ZUCARELI, C.; NAKAGAWA, J.; SILVA, R. A.; CAVARIANI, C. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na produção e qualidade fisiológica de sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, 2001.

SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; COSER, R.P.S.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; FORTHOFFER, E.L.; SILVA, A.A. Grain yield and kernel crude protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dressing. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.487-492, 2005.

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

STREETER, J.G. BARTA, A.L. Nitrogen and minerals. In: TESAR, M.B. (Ed.). **Physiological basis of crop growth and development**. Madison: American Society of Agronomy, 1984. p.175-200.

URQUIAGA, S.; ZAPATA, F. Fertilización nitrogenada em sistemas de producción agrícola. In: URQUIAGA, S.; ZAPATA, F.(Ed.). **Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales em América Latina y El Caribe**. Porto Alegre, Gênese, 2000. p. 77-88.

USDA- **United States Department of Agriculture. World Agricultural Production: Foreign Agricultural Service, Circular Series, 2010**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/wap/circular/2010/10-09/toc.asp>>. Acesso em: 15 out. 2010.

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; RAMOS, J.A.O. **Produção de sementes de feijão**. Viçosa: EPAMIG/EMBRAPA, 1993. 131p.

VIEIRA, R.D.; FORNASIERI FILHO, D.; MINOHARA, L.; BERGAMASCHI, M.C.M. Efeito de doses e de épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na produção e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Científica**, São Paulo, v. 23, n.2, p. 257-264, 1995.

WAMSER, A.F.; MUNDSTOCK, C.M. Incremento da sobrevivência de colmos em cevada através da adubação nitrogenada no período de alongamento dos colmos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p. 1577-1585, nov./dez, 2007.

WARRAICH,E.A; BASRA, S.M.A. ; AHMAD, N; AHMED, R.; AFTAB,M. Effect of Nitrogen on Grain Quality and Vigour in Wheat (*Triticum aestivum* L.). **International Journal of Agriculture and Biology**. Faisalabad, v. 4, n. 4, p 517-520, 2002.

WENDLING, A.; ELTZ, F.L.F.; CUBILA, M.M.; AMADO, T.J.C.A.; 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**, Viçosa, v. 31, p.985-994, 2007.

WIETHOLTER, S. Fósforo no solo e a cultura do trigo. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Ed.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, Piracicaba, 2004. 726 p.

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**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 141-148, abr./jun., 2005.

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

### 3 ARTIGO A: PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE TRIGO COM DIFERENTES CLASSIFICAÇÕES INDUSTRIAIS

#### 3.1 RESUMO E ABSTRACT

##### Resumo

A fertilização nitrogenada tem sido fundamental no aumento do rendimento de grãos na cultura do trigo, contudo a resposta ao N depende diretamente do genótipo. O trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo de genótipos de trigo com diferentes qualidades industriais em resposta à proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura. O experimento foi conduzido na Estação Experimental do IAPAR, em Londrina-PR, no ano agrícola de 2009 sob o delineamento de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, em esquema fatorial 6x5, com quatro repetições. Foram avaliados seis genótipos de trigo, sendo estes: IPR 136 e LD 052114 (melhorador), IPR 130 e IPR 144 (pão) e BRS Louro e CD 105 (básico). A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada na dose fixa de 80 kg/ha na forma de ureia (45% N), com cinco formas de parcelamento como segue: P1- dose total aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2-  $\frac{1}{4}$  no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3-  $\frac{1}{2}$  aos 20 DAE +  $\frac{1}{2}$  ano emborrachamento; P4-  $\frac{1}{4}$  aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento. Foram avaliadas as características agrônômicas (ciclo, altura de plantas, grau de acamamento), os componentes de produção (espiguetas/espiga, grãos/espiguetas, grãos/espiga, massa de grãos/espiga, massa de 1000 grãos e peso do hectolítrico) e a produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. As proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura não afetaram o PH, a massa de 1000 sementes, a massa de grão/espiga, o número de espiga/m<sup>2</sup>, o ciclo ao espigamento e o grau de acamamento (AC) das cultivares estudadas. A aplicação de nitrogênio em P3 para o IPR 144 e em P3 e P5 para o BRS Louro proporcionaram maior altura de plantas. Para a cultivar IPR 136 as menores alturas de plantas foram observadas quando o nitrogênio foi aplicado de forma parcelada, em comparação a uma única aplicação. Os genótipos IPR 136 e LD 052114 apresentaram maiores rendimentos de grãos quando o N foi aplicado em uma única vez em P1 e P5, respectivamente. Para as cultivares BRS Louro, IPR 130 e CD 105 as diferentes épocas de adubação nitrogenada não afetaram a produtividade de grãos. A adubação nitrogenada de cobertura em P1, P2 e P5 para a cultivar IPR 144 favoreceu a produtividade de grãos

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum* L. Nitrogênio. Uréia. Componentes de rendimento.

## Abstract

Nitrogen fertilization has been fundamental in increasing grain yield in wheat cultivar, however the response to N depends directly on the genotype. The study aimed to evaluate the performance of wheat genotypes with different industry qualities in response to subdivision ratios to nitrogen fertilization in coverage. The experiment was carried out at the IAPAR Experimental Station at Londrina-PR, in the agricultural year of 2009 under the design of randomized blocks with split plots in a factorial scheme 6x5, with four replications. It were evaluated six genotypes of wheat, which are: IPR 136 and LD 052114 (Strong Gluten) and IPR 130 IPR 144 (Medium Gluten) and BRS Louro and CD 105 (Weak Gluten). The nitrogen fertilization in coverage was performed at a fixed dosage of 80 kg.ha<sup>-1</sup> as urea (45%N) with five ways of subdivisions, as follows: P1 – total dosage applied at 20 DAE (days after emergence); P2 - ¼ at booting and the remainder at 20 DAE; P3 - ½ at 20 DAE + ½ year booting; P4 - ¼ at 20 DAE and the remainder at booting and P5 – total dosage of N applied at booting. Analysis were performed for agronomic traits (cycle, plant's height, degree of lodging), the yield components (spikelets/spike, grains/spikelet, grain/spike, grain weight/ear, 1000 grain weight and hectolitre weight) and its productivity. The data was subjected to analysis of variance with comparison of average by Scott Knott test at 5% probability. The proportions of split nitrogen fertilization in coverage does not affect the PH, the mass of 1000 seeds, mass of grain/spike, the number of spike/m<sup>2</sup>, the cycle to heading and degree of lodging (AC) of the cultivars studied. The application of nitrogen in P3 for IPR 144 and P3 and P5 for BRS Louro resulted in taller plants. To the IPR 136 cultivar the lowest plant height were observed when nitrogen was applied by subdivision in comparison to a single application. Genotypes IPR 136 and LD 052114 had higher grain yields when N was applied only once in P1 and P5 respectively. To cultivars BRS Louro, IPR 130 and CD 105 different times of nitrogen fertilization did not affect grain yield. The nitrogen fertilization in coverage in P1, P2 and P5 to cultivar IPR 144 favored the yield.

**Keywords:** *Triticum aestivum* L. Nitrogen. Urea. Yields components.

### 3.2 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é um dos cereais mais cultivados e importantes do mundo, representando aproximadamente 30% da produção mundial de grãos (OHLSON et al., 2010).

Na cultura do trigo a produtividade e a qualidade dos grãos são afetadas por diversos fatores, entre os quais se destacam o potencial genético da cultivar (TRINDADE et al., 2006b) e quantidade de nutrientes acumulados pela planta, que em boa parte são fornecidos pela adubação (BERTI et al., 2007).

Segundo (SCALCO et al., 2002), a adubação nitrogenada faz-se necessária em virtude da insuficiente quantidade de N que o solo fornece para o adequado crescimento das culturas. O nitrogênio é um dos elementos minerais

requeridos em maior quantidade pelas plantas e, por ser constituinte de importantes biomoléculas como clorofilas, proteínas e enzimas (HARPER,1994), é o que mais limita seu desenvolvimento (FERNANDES, 2006).

A fertilização nitrogenada tem sido fundamental no aumento da produtividade dos grãos (HUSSAIN et al., 1996). Por ser o nutriente mais absorvido e exportado pelas plantas, o nitrogênio deve ser frequentemente repostado ao solo (SILVA et al., 2000).

A aplicação de N no momento adequado pode aumentar a eficiência de uso do nitrogênio pelo trigo e alterar o rendimento de grãos por meio de estímulos aos componentes do rendimento (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2001). Além dos aspectos agrônômicos, a adubação na época apropriada reduz os processos de perdas do N por lixiviação ou volatilização.

Tradicionalmente, as culturas anuais recebem, na semeadura, apenas uma fração da dose total do nitrogênio de que necessitam e o restante é aplicado, em cobertura, nas entrelinhas (TEIXEIRA FILHO et al., 2010), no estágio do perfilhamento.

Segundo Peruzzo (2000), a aplicação de nitrogênio em cobertura no estágio de afilhamento dos cereais de inverno proporciona, em geral, incrementos significativos no rendimento de grãos, sendo uma prática recomendável para a maioria dos solos (LAMOTHE, 1998). Já a aplicação tardia de N pode incrementar a sobrevivência dos filhos emitidos pela planta e aumentar a massa dos grãos de trigo.

O nitrogênio é o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude do grande número de reações a que está sujeito (ERNANI, 2003). Sendo assim, o parcelamento do adubo nitrogenado proporciona uma maior eficiência na absorção e, conseqüentemente, na assimilação do nutriente pelo trigo e em anos chuvosos evita a perda do nitrogênio por lixiviação (MUNDSTOCK, 1999).

Yano et al. (2005), testando diferentes fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura para a cultivar do trigo CD 104, concluíram que a aplicação de N em cobertura na época do emborrachamento propiciou uma maior massa de 1000 grãos em relação às aplicações antecipadas, porém não influenciou significativamente na produtividade, no número de espigas/m<sup>2</sup>, no peso hectolítrico e no número de plantas/m<sup>2</sup>.

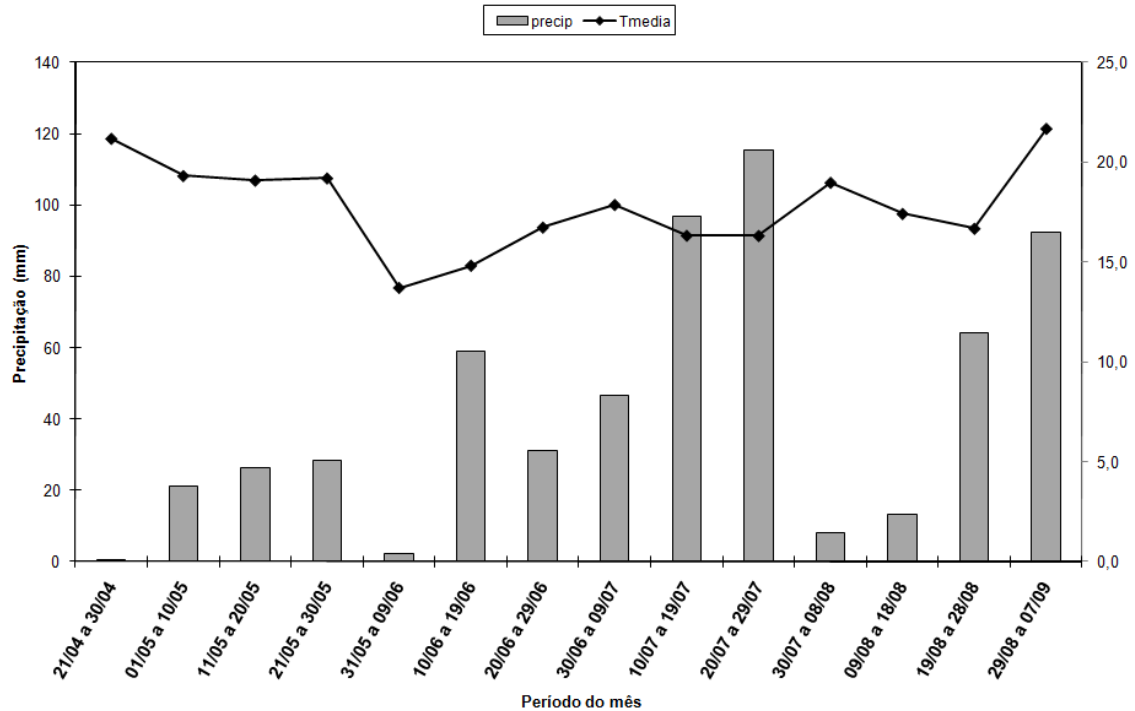
Por outro lado, Acorssi e Ferreira (2009), investigando o comportamento da cultivar de trigo CD 104, com aplicação (antes do perfilhamento) e sem aplicação de N, verificaram que a adubação nitrogenada promoveu maior rendimento de grãos e número de grãos/espiga, porém não houve efeito significativo na massa de 1000 grãos e no peso hectolítrico. Já Motter et al. (2010), avaliando a resposta produtiva da cultivar CD 108, constataram que as aplicações de N em cobertura realizadas no perfilhamento e no florescimento não afetaram a produtividade de grãos e o PH do trigo.

Anualmente novas cultivares de trigo com maior potencial produtivo tem sido desenvolvidas e recomendadas pelos programas de Melhoramento Genético. Assim, considerando que os genótipos respondem de maneira diferenciada a aplicação de N, faz-se necessária a avaliação do comportamento dessas cultivares e linhagens de trigo, com relação às suas respostas a adubação nitrogenada de cobertura.

O trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo de genótipos de trigo com diferentes qualidades industriais em resposta à proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Estação Experimental do IAPAR, Londrina-PR, em Latossolo Vermelho distroférico, cujas coordenadas geográficas são: altitude 585 metros (m), latitude 23° 22'S e longitude 50°11'W. O clima da região é do tipo Cfa, descrito como clima subtropical úmido com verão quente, segundo classificação de Köpen. As temperaturas médias, máxima e mínima são 27,3°C e 16°C, respectivamente e a precipitação média anual é de 1.588 mm (IAPAR, 2007). Os dados de precipitação pluvial e de temperatura relativos ao período de condução do experimento, obtidos junto a Estação Meteorológica do IAPAR em Londrina-PR, estão apresentados nas Figuras 3.1.



**Figura 3.1** – Dados médios por decêndio de temperatura e precipitação pluvial para o período de condução do experimento em Londrina-PR, para o ano de 2009.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, em esquema fatorial 6x5, com quatro repetições. As parcelas corresponderam a seis cultivares de trigo e as sub-parcelas as cinco diferentes proporções de parcelamento da dose de nitrogênio aplicada em cobertura

Foram avaliados seis genótipos de trigo com diferentes qualidades industriais, sendo estas IPR 136 e LD 052114 (melhorador), IPR 130 e IPR 144 (pão) e BRS LOURO e CD 105 (básico).

Foi realizada adubação nitrogenada em cobertura com dose fixa de 80 kg/ha (FRONZA et al., 2008) na forma de ureia (45% N), aplicando-se cinco formas de parcelamento como segue: P1- dose total aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2-  $\frac{1}{4}$  no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3-  $\frac{1}{2}$  aos 20 DAE +  $\frac{1}{2}$  ano emborrachamento; P4-  $\frac{1}{4}$  aos 20 DAE e o restante ano emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

Previamente à instalação do experimento foi realizada a análise química do solo da área experimental, cujos resultados são apresentados na Tabela 3.1.

**Tabela 3.1** – Características químicas do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm, Londrina-PR, 2009.

P resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
mg/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub>			Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>				%
5,20	59,20	4,90	0,27	4,62	2,17	6,20	7,06	13,26	53,24

O experimento foi conduzido sob sistema plantio convencional em área anteriormente ocupada com a cultura da soja. Dez dias antes da semeadura foram aplicados 250 Kg/ha de gesso agrícola e 750Kg/ha de calcário dolomítico e ainda, realizada a subsolagem à 30 cm de profundidade e gradagem na área total do experimento.

Com base nas características químicas do solo da área experimental, calculou-se a adubação química básica no sulco de semeadura, constante para todos os tratamentos, que foi de 300 kg/ha do formulado 10-20-20.

As cultivares de trigo foram semeadas, mecanicamente, no dia 30 de abril de 2009, a 3 cm de profundidade com densidade de 350 sementes/m<sup>2</sup>. Antes da semeadura, foi realizado o tratamento de sementes com o inseticida imidacloprido (Gaucho FS) na dose de 36 g i.a./100 kg de sementes. Após a semeadura, a área foi irrigada por aspersão, com uma lâmina de água de aproximadamente 40 mm para promover a germinação das sementes. A emergência das plântulas de trigo ocorreu sete dias após a semeadura.

A dimensão das parcelas experimentais foi de seis linhas de cincometros de comprimento espaçadas 17 cm, descartando-se a linha das extremidades. O espaçamento foi de um metro entre parcelas e de dois metros entre blocos. O manejo de plantas daninhas foi efetuado com a aplicação do herbicida pós-emergente Iodossulfurom-metílico (Hussar®), na dose de 100 g produto comercial (p.c.)/ha, no dia 17 de junho de 2009.

Para o controle de doenças de parte aérea foram aplicados 750, 800 e 1000 mL p.c/ha do fungicida Opera® (epoxiconazol + piraclostrobina) nos dias 8 e 31 de julho e em 12 de agosto de 2009.

A colheita das parcelas foi realizada após os grãos atingirem a maturação de colheita (estádio fenológico 11.4, escala de Feekes).

Foram realizadas as seguintes avaliações:

a) ciclo ao espigamento: expresso em número de dias desde a emergência das plântulas até o espigamento quando cerca de 50% das espigas estiveram saindo da bainha.

b) altura de plantas: medida no estágio de maturação das plantas com o auxílio de uma régua graduada. Foi definida como sendo à distância (cm) do nível do solo ao ápice das espigas, excluindo-se as aristas, medindo-se cinco plantas ao acaso e representativas da área útil de cada parcela.

c) grau de acamamento: obtido por meio de observações visuais, na fase de maturação da planta, utilizando-se a escala de notas de 0 a 10, sendo que a nota 10 representa 100% das plantas e 0 refere-se a nenhuma planta da parcela esta acamada. Foi considerada planta acamada aquela que encontrava-se com inclinação igual ou inferior a 45° em relação ao solo.

d) número de espigas por metro quadrado

Na ocasião da colheita, foi determinado por meio de contagem, o número de espigas em 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas, em seguida, foi calculado o número de espigas por m<sup>2</sup>, mediante a multiplicação do número de espigas por metro pelo espaçamento entre-linhas de plantas (0,17 m).

Após a maturação da cultura, foram colhidas 10 espigas de trigo ao acaso em cada parcela, para a determinação das quatro características a seguir:

e) número de espiguetas por espiga: determinada a partir da contagem de todas as espiguetas com grãos da espiga.

f) número de grãos por espiguetas: determinado a partir da divisão do número de grãos por espiga pelo número de espiguetas por espiga.

g) número de grãos por espiga: obtido a partir da contagem do número de grãos por espiga.

h) massa de grãos por espiga: determinado a partir da massa total dos grãos de cada espiga.

i) peso hectolítrico: determinado em balança de 0,25 L, com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida).

j) massa de 1000 grãos: obtida mediante a contagem e pesagem de oito repetições de 100 grãos de trigo. A média desses valores foi multiplicada por 10 para obtenção do valor da massa de 1000 grãos.

k) produtividade de grãos: determinada pela coleta das plantas contidas nas quatro linhas centrais de cada parcela, sendo o comprimento da linha

igual a 5 m. Após a trilhagem mecânica, os grãos foram pesados e os dados transformados em Kg/ha a 13% de umidade.

A análise de variância foi conduzida aplicando-se o teste de F, com comparação de médias realizada pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do programa computacional SISVAR.

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre as cultivares e as proporções de parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura para a característica altura de plantas (Tabela 3.2). Para o ciclo até o espigamento e grau de acamamento de plantas observou-se efeito isolado de cultivares.

**Tabela 3.2** – Ciclo ao espigamento (CI), altura de plantas (ALT) e grau de acamamento (AC), em função dos genótipos e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo, Londrina -PR, 2009.

<b>Tratamentos</b>	<b>CI</b>	<b>ALT</b>	<b>AC</b>
<b>Adubação Nitrogenada (AN)</b>	(dias)	(cm)	
P1	66,54	93,26	3,62
P2	66,08	91,52	3,54
P3	66,37	93,33	3,58
P4	66,45	92,20	3,2
P5	66,41	92,73	3,08
<b>Genótipos</b>			
BRS Louro	63,45 b	91,55	3,10 b
CD 105	62,05 b	95,91	2,00 b
IPR 144	66,10 a	96,95	4,75 a
IPR 130	67,70 a	92,08	4,60 a
IPR 136	68,35 a	84,00	5,85 a
LD 052114	70,60 a	95,18	0,15 c
<b>Valores de F</b>			
AN	0,84ns	3,30ns	0,45ns
Genótipo	10,60**	31,67**	23,23**
AN x Genótipo	0,49ns	2,11*	0,79ns
CV (%)1	6,6	4,06	56,94
CV (%)2	1,4	2,2	36,76

n.s. – não significativo a 5% de probabilidade; \* - significativo a 5 % de probabilidade; \*\* - significativo a 1% de probabilidade; 1 – as médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente distintas entre si de acordo com o teste de Scott Knott, a de 5% de probabilidade. P1- dose total de nitrogênio (80 Kg/ha) aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2- ¼ no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3- ½ aos 20 DAE + ½ ano emborrachamento; P4- ¼ aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

As cultivares BRS Louro e CD 105 apresentaram ciclo ao espigamento significativamente menor em relação aos demais genótipos e são genótipos classificados como trigo de ciclo precoce. Segundo Felício et al. (1983), o ciclo precoce proporciona menor período de ocupação da terra com a cultura, possibilitando a semeadura de outras culturas logo após a colheita do trigo com tempo hábil para o preparo do solo.

As diferentes proporções de parcelamento da adubação nitrogenada não afetaram a altura de plantas dos genótipos CD 105, IPR 130 e LD 052114 (Tabela 3.3).

**Tabela 3.3**– Desdobramento da interação genótipos e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para altura de plantas (cm), Londrina-PR, 2009.

Adubação Nitrogenada	Genótipos					
	BRS LOURO	CD 105	IPR 144	IPR 130	IPR 136	LD 052114
<b>P1</b>	92,50 bA	98,33 aA	96,25 aB	91,75 bA	85,00 cA	95,75 aA
<b>P2</b>	91,25 bB	95,00 aA	97,00 aB	92,00 bA	81,25 cB	92,66 bA
<b>P3</b>	93,75 cA	95,00 bA	100,00 aA	91,66 cA	83,33 dB	96,25 bA
<b>P4</b>	90,00 bB	96,25 aA	96,25 aB	92,00 bA	83,75 cB	95,00 aA
<b>P5</b>	90,25 bB	95,00 aA	95,25 aB	93,00 aA	86,66 cA	96,25 aA

Letras iguais minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. P1- dose total de nitrogênio (80 Kg/ha) aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2-  $\frac{1}{4}$  no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3-  $\frac{1}{2}$  aos 20 DAE +  $\frac{1}{2}$  ano emborrachamento; P4-  $\frac{1}{4}$  aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

Para a cultivar IPR 136 as menores alturas de plantas foram observadas quando o nitrogênio foi aplicado de forma parcelada, em comparação a uma única aplicação. Já para o IPR 144 a maior altura foi obtida com aplicação de N em P3. As proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura não afetam a altura de plantas dos genótipos CD 105, IPR 130 e LD 052114. Johnson et al. (1966), comparando os componentes de produção e outras características agrônômicas de quatro variedades de trigo, diferindo em altura das plantas, concluíram que a cultivar mais produtiva foi a de porte baixo, que consistentemente produziu mais grãos por espiga.

Para as formas de parcelamento P1 e P4 as maiores alturas de plantas foram verificadas para os genótipos CD 105, IPR 144 e LD 052114. Em todas as formas de parcelamento de N a cultivar IPR 136 apresentou menor altura em comparação aos demais genótipos. Em P2 as cultivares CD 105 e IPR 144 obtiveram alturas superiores.

O acamamento é um dos fatores que mais limita a maximização da produção de grãos de trigo (RODRIGUES; VARGAS et al., 2002). Quanto a esta variável, a linhagem LD 052114 proporcionou os menores valores, diferindo significativamente das demais cultivares. Já as cultivares IPR 144, IPR 130 e IPR

136 apresentaram maiores índices de acamamento. De acordo com Silva et al. (2006), genótipos de trigo resistentes ao acamamento passaram a ser extremamente desejáveis em função da aplicação de doses mais elevadas de nitrogênio nas lavouras e do emprego de novas tecnologias. É um caráter de grande importância na lavoura de trigo e na de diversos outros cereais. Além de afetar a estrutura morfológica essencial para eficiente uso de carboidratos e sua translocação para os grãos, o acamamento tende a agravar os prejuízos, reduzindo o rendimento e a qualidade do produto final (ZANATTA; OERLECKE,1991).

Cabe ressaltar que, as condições climáticas, durante a fase final do experimento, não foram adequadas à cultura do trigo. Uma intensa chuva e ventos fortes durante o florescimento grãos provocou o acamamento no trigo. Coelho (1997), estudando a resposta do trigo à irrigação e adubação nitrogenada de cobertura, observou que com o aumento das doses de nitrogênio, houve um incremento no número de grãos por espiga e redução na capacidade fotossintética da planta por causa do autossombreamento e acamamento. Com isso, houve aumento na competição por nutrientes e fotoassimilados, reduzindo a massa de grãos.

Os genótipos de porte alto podem expressar certo grau de resistência ao acamamento, evidenciando que o caráter também está associado a outros fatores como a quantidade de lignina produzida pelo tecido vegetal, ao diâmetro e a espessura do colmo (DOLINSKI, 1996). Desse modo, o grau de suscetibilidade de diferentes cultivares é variável, sendo encontrada resistência em genótipos extremamente distintos quanto aos demais caracteres de interesse dos melhoristas. Johnson et al. (1966), comparando os componentes de produção e outras características agrônomicas de quatro variedades de trigo, diferindo em altura das plantas, concluíram que a cultivar mais produtiva foi a de porte baixo. Coelho et al. (1998) verificaram que o acamamento de plantas de trigo da cultivar EMBRAPA-22 foi maior quando o N em cobertura (nas doses 30, 60, 90 e 120 kg/ha) foi aplicado em uma única vez (aos 20 dias após a emergência) em relação ao parcelamento da dose de aplicação aos 20 e 40 dias após a emergência.

Verificou-se efeito significativo de cultivares para a as variáveis peso hectolítrico, espiguetas por espiga, grãos por espiguetas e massa de mil grãos (Tabela 3.4). As proporções de parcelamento do N em cobertura não alteraram as

características avaliadas. Houve efeito de interação entre os fatores estudados para a produtividade de grãos.

A linhagem LD 052114 e a cultivar CD 105 apresentaram médias significativamente inferiores de PH em relação aos demais genótipos, com 68,48 Kg/hl e 66,64 Kg/hl respectivamente (Tabela 3.4). O peso hectolítrico é utilizado como medida tradicional de comercialização em vários países e expressa indiretamente a qualidade de grãos. Sabe-se que quanto maior o PH, maior o valor comercial do produto. Os valores de PH obtidos neste ensaio estão fora das classificações de tipos de grãos destinados à moagem ( $PH < 72$ ) e, apresentam portanto, baixo valor comercial, pois na prática, o valor recebido pelo produtor rural é menor quando a massa hectolétrica se apresenta abaixo de 78 Kg/hl (MEGDA et al., 2009). Esse resultado, deve-se, provavelmente, à interferência das condições climáticas durante o ciclo da cultura, particularmente o regime de chuvas (Figura 3.1), que favoreceram o aparecimento de doenças, o acamamento e a germinação pré-colheita. Esta última é apontada como a principal causa da redução das características qualitativas e quantitativas de trigo. Segundo Noda et al. (1994), a germinação pré-colheita do trigo é induzida quando os grãos absorvem água e com isso, sintetizam a enzima alfa-amilase causando redução no peso e na qualidade dos grãos.

Os valores inferiores de PH encontrados para a CD 105 e LD 052114 podem também estar relacionados a maior incidência de brusone (*Magnaporthe grisea*) nestes genótipos. De acordo com Goulart e Paiva (2000), esta doença pode causar perdas em peso por espiga de até 72,5%, dependendo da época da infecção.

Valores muito baixos de PH podem indicar ocorrência de problemas na lavoura que podem ter afetado o enchimento dos grãos e sua qualidade (GUARIENTI, 1996). Chuvas no período inicial da maturação afetam, principalmente, características quantitativas (massa de mil grãos, peso hectolétrico e rendimento de farinha) (FRANCESCHI et al., 2009).

**Tabela 3.4 –** Peso hectolítrico (PH), massa de 1000 grãos (MMG), número de espigetas/espiga (ET/E), número de grãos/espigeta (G/ET), número de grãos/espiga (G/E), massa de grão/espiga (MG/E), espiga/m<sup>2</sup> (E/M<sup>2</sup>), produtividade de grãos (PR), em função dos genótipos e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura. Londrina-PR, 2009.

<b>Tratamentos</b>	<b>PH</b>	<b>MMG</b>	<b>ET/E</b>	<b>G/ET</b>	<b>G/E</b>	<b>MG/E</b>	<b>E/M<sup>2</sup></b>	<b>PR</b>
<b>Adubação de N (AN)</b>	(Kg/hl)	(g)				(g)		(Kg/ha)
P1	69,61	27,88	15,29	2,12	32,59	0,86	486,76	1202,49
P2	69,7	27,91	15,37	2,14	33,12	0,88	486,02	1216,17
P3	69,48	27,69	15,14	2,12	32,24	0,85	487,74	1015,71
P4	69,75	27,58	15,35	2,05	31,61	0,84	469,36	1127,35
P5	70,15	27,59	14,94	2,15	32,13	0,85	461,51	1189,99
<b>Genótipos</b>								
BRS Louro	72,35 a	26,57 c	15,51 b	2,22 a	34,72	0,94	544,11	1443,15
CD 105	66,64 b	27,58 b	16,24 a	2,00 b	32,8	0,81	456,47	1102,40
IPR 144	71,05 a	30,86 a	16,38 a	1,98 b	32,66	0,98	588,42	1523,29
IPR 130	69,71 a	28,15 b	15,68 b	1,96 b	31,2	0,8	476,47	895,63
IPR 136	70,20 a	27,49 b	13,26 d	2,34 a	31,25	0,94	472,94	1069,84
LD 052114	68,48 b	25,75 c	14,24 c	2,19 a	31,41	0,73	410,88	879,52
<b>Valores de F</b>								
AN	0,39 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	1,84 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>
Cultivar	5,02 <sup>**</sup>	17,32 <sup>**</sup>	78,27 <sup>**</sup>	8,60 <sup>**</sup>	1,79 <sup>ns</sup>	2,20 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>ns</sup>	10,72 <sup>**</sup>
AN x Cultivar	1,33 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>	1,88 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>	2,15 <sup>**</sup>
CV (%)1	5,72	6,78	4,06	11,28	14,12	32,42	30,15	32,32
CV (%)2	2,83	5,73	4,9	8,4	10,76	17,67	9,09	37,09

n.s. – não significativo a 5% de probabilidade; \* - significativo a 5 % de probabilidade; \*\* - significativo a 1% de probabilidade; as médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente distintas entre si de acordo com o teste de Scott Knott, a de 5% de probabilidade. P1- dose total de nitrogênio (80 Kg/ha) aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2- ¼ no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3- ½ aos 20 DAE + ½ ano emborrachamento; P4- ¼ aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

As proporções de parcelamento da adubação nitrogenada não influenciaram a massa de grãos. Resultados semelhantes foram obtidos por Nakagawa et al. (2000) avaliando efeito da adubação nitrogenada em cobertura sobre a produção e a qualidade de aveia-preta. Estes autores constataram que o peso hectolítrico e a massa de 1000 grãos não foram significativamente afetados pelas doses de N testadas (0, 20, 30, 40, 50 e 60 kg/ha) aplicadas no final do perfilhamento.

A massa de 1000 grãos é uma medida que apresenta forte controle genético, mas também é afetado pelas condições de temperatura e de umidade durante a fase de maturação no campo. Yano et al. (2005) verificaram que adubação nitrogenada em trigo realizada no emborrachamento propiciou maior massa de 1000

grãos em relação às aplicações antecipadas. Silva et al. (2001) não constataram efeito significativo de doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre o teor de proteínas das sementes de aveia-preta; observaram entretanto que a aplicação de 20kg/ha de N na fase de emborrachamento, promoveu um aumento na massa de mil sementes. Esperava-se que a aplicação parcelada do N em cobertura, com parte da dose aplicada no emborrachamento, favorecesse o enchimento dos grãos, proporcionando grãos mais pesados. A aplicação tardia de N pode aumentar a massa da semente, em função da manutenção da área foliar ativa por um período mais longo (McMASTER, 1997), que preserva o metabolismo da folha e a taxa de fotossíntese e garante o melhor enchimento dos grãos. Segundo Didonet et al. (2000), o aumento da massa de grãos está normalmente associado a uma disponibilidade maior de N durante a fase de floração e o início do enchimento de grãos.

A cultivar IPR 144 obteve média significativamente maior (30,86 gramas) de massa de 1000 grãos, seguido das cultivares CD 105, IPR 130 e IPR 136 com 27,58 g, 28,15g e 27,49 g que não diferiram estatisticamente (Tabela 3.4). Estes valores estão abaixo da média de massa de 1000 grãos que estas cultivares normalmente apresentam provavelmente devido a interferência dos fatores climáticos durante o período de desenvolvimento da cultura, principalmente a ocorrência de chuva próximo da época de colheita do trigo. Nos casos de grãos que germinaram antes da colheita, a diminuição do rendimento de grãos, da massa de 1000 grãos e do peso do hectolítrico é devida à elevada taxa de respiração, a qual consome carboidratos acumulados nos grãos (BHATT et al. 1981).

Os genótipos IPR 136 e LD 052114 apresentaram um menor número de espiguetas por espiga em relação aos demais. No entanto, estes apresentaram maiores valores de grãos por espiguetas, juntamente com a cultivar BRS Louro, com médias de mais de dois grãos/espiguetas (Tabela 3.4). A produção de grãos em diferentes cultivares é determinada, em função do ajuste dos componentes do rendimento: número de perfilhos por unidade, número de grãos por espiga e o peso médio de grãos. O ajuste desses componentes está diretamente ligado a um controle genético, o que leva a um ajuste entre eles dependendo do tratamento em que são submetidos.

As proporções de parcelamento não alteraram o número de espiguetas por espiga e de grãos por espiguetas. De acordo com Peruzzo (2000), a

adubação nitrogenada em cobertura realizada no estágio de afilamento dos cereais de inverno proporciona, em geral, incrementos significativos no rendimento de grãos, sendo uma prática recomendável para a maioria dos solos. Bredemier e Mundstock (2001), caracterizando o período do desenvolvimento crítico para suplementação de N em cobertura em dois cultivares de trigo e os componentes de produção de grãos, concluíram que o tratamento no qual o nitrogênio foi aplicado no início do ciclo (emissão da terceira folha) estimulou o aumento do número de espiguetas e, conseqüentemente, do número de grãos por espigas.

Para os genótipos de trigo avaliados e as diferentes épocas de aplicação do nitrogênio em cobertura não influenciaram o número de espigas/m<sup>2</sup>, grãos por espiga e massa de grãos por espiga (Tabela 3.4). Esperava-se que a adubação nitrogenada realizada no estágio de perfilhamento favorecesse o rendimento de grãos por meio de estímulos aos componentes de produção. Segundo Ramos (1973), no estágio do perfilhamento o N é importante na determinação do número de perfilhos por planta, de espigas por planta, de grãos por espiga e, conseqüentemente, da produtividade.

Na Tabela 3.5 é apresentado o desdobramento da interação entre proporções da adubação nitrogenada de cobertura e genótipos de trigo, demonstrando que os genótipos não respondem da mesma forma ao fornecimento de N. Para as cultivares BRS Louro e CD 105 as diferentes épocas de adubação nitrogenada não afetaram a característica produtividade de grãos, sendo viável uma única aplicação de N em cobertura, reduzindo assim o custo de uma aplicação adicional. A fertilização nitrogenada no período do perfilhamento é muito importante na determinação do número de perfilhos por planta, espigas por planta, de grãos por espiga de trigo. De acordo com Lognecker, et al. (1993) o nitrogênio absorvido na fase inicial do crescimento das plantas promove o afilamento e maior percentual de sobrevivência desses filhos.

**Tabela 3.5** – Desdobramento da interação genótipos e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para produtividade de grãos (Kg/ha). Londrina-PR, 2009.

Adubação	GENÓTIPOS
----------	-----------

Nitrogenada	BRS Louro	CD 105	IPR 144	IPR 130	IPR 136	LD 052114
<b>P1</b>	1218,73 aA	1313,20 aA	1694,10 aA	748,80 bA	1631,53 aA	608,58 bB
<b>P2</b>	1541,87 aA	1197,66 bA	1830,67 aA	1171,27 bA	972,28 bB	577,31 bB
<b>P3</b>	1474,61 aA	867,80 aA	1190,26 aB	916,75 aA	1019,80 aB	624,99 aB
<b>P4</b>	1549,49 aA	953,66 aA	1166,51 aB	1048,34 aA	1083,17 aB	953,66 aB
<b>P5</b>	1430,97 aA	1179,66 aA	1735,41 aA	587,04 bA	642,42 bB	1623,82 aA

Letras iguais minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. P1- dose total de nitrogênio (80 Kg/ha) aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2- ¼ no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3- ½ aos 20 DAE + ½ ano emborrachamento; P4- ¼ aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

Os genótipos IPR 136 e LD 052114 tiveram maiores rendimentos de grãos quando o N foi aplicado em uma única vez em P1 e P5, respectivamente.

Para as cultivares BRS Louro, IPR 130 e CD 105 as diferentes épocas de adubação nitrogenada não afetaram a produtividade de grãos. A adubação nitrogenada de cobertura em P1, P2 e P5 para a cultivar IPR 144 favoreceu a produtividade de grãos

Apesar das exigências nutricionais serem menores nos estádios iniciais de crescimento, pesquisas indicam que altas concentrações de N na zona radicular são benéficas para promover o rápido crescimento inicial da planta e o aumento na produtividade de grãos (YAMADA, 1996). Melgar et al. (1991) constataram que o menor rendimento de grãos foi obtido quando o nitrogênio foi aplicado de uma só vez, em doses que variaram de 40 a 120 kg/ha de N, por ocasião da semeadura na cultura do milho. Silva et al. (2005) avaliando os efeitos da fertilização nitrogenada no rendimento de grãos de milho, verificaram que a aplicação de N no espigamento promoveu incrementos significativos no rendimento. Freitas et al. (1995) verificaram aumento crescente de produtividade com o aumento da dose de nitrogênio de 0 até 120kg/ha para a média de oito cultivares e que confirmam o potencial do trigo em responder a altas doses de nitrogênio. Ros et al. (2003), verificaram que a aplicação de N total na semeadura ou em cobertura, não diferiram em produtividade de grãos de trigo.

As formas de parcelamento P 3 e P 4 não apresentaram diferença entre as cultivares para a produtividade de grãos. Para o parcelamento P1 a cultivar

IPR 130 obteve menores rendimentos em comparação as demais cultivares. Em P2 as cultivares BRS Louro e IPR 144 apresentaram maiores produtividades.

A utilização de cultivares de trigo, com alto potencial produtivo de grãos e a adubação nitrogenada são essenciais para a obtenção de alta produtividade. A produtividade de grãos é uma característica controlada por um grande número de genes, sendo, portanto, herança quantitativa. Isso ocorre porque tal produtividade depende da interação de vários componentes e do comprimento da espiga, os quais são controlados por fatores genéticos da planta e pelo ambiente (EVANS et al., 1976). Segundo Sangoi et al. (2007), as cultivares de trigo diferem na sua capacidade de emissão de perfilhos, no seu ciclo, na arquitetura e no potencial produtivo e, estas diferenças podem interferir na capacidade de absorção, de assimilação e de conversão de nitrogênio para a produção de grãos. Além disso, genótipos com bases genéticas diferentes também apresentam resposta diferenciada à aplicação de nitrogênio.

A média de rendimento de grãos dos genótipos avaliados foi de 879 a 1523 Kg/ha. Estes valores estão abaixo da média de produtividade do Estado do Paraná para o ano de 2009 (1955 Kg/ha). Tais resultados podem estar relacionados às condições climáticas deste ano. As chuvas ocorridas no período de cultivo do trigo (Figura 3.1), foram favoráveis à ocorrência de acamamento e à incidência de doenças fúngicas, onde foi constatada presença de brusone (*Magnaporthe grisea*). Este fungo ataca as espigas podendo provocar severas reduções de rendimento, dependendo da fase de desenvolvimento da espiga e do ponto de penetração do fungo na espiga (TRINDADE et al., 2006a). De acordo com Torres et al. (2009), especificamente quanto à safra 2009, as condições de clima foram extremamente favoráveis à ocorrência da brusone. Longos períodos de molhamento foliar e de espiga, associadas à temperatura em torno de 25°C, tornam o ambiente favorável ao patógeno. Quando essas condições climáticas são reunidas por ocasião do espigamento do trigo, e havendo grande pressão de inóculo, a eficiência do uso de fungicidas é reduzida e os produtos indicados para controle destas doenças têm baixa eficiência.

A baixa resposta das cultivares às aplicações de N realizadas pode ser explicada também pela ocorrência de chuva nos três dias após a aplicação de nitrogênio realizada no perfilhamento e no emborrachamento, que possivelmente limitou o aproveitamento de N pela planta. O N assimilado pelos vegetais pode, em

parte, perder-se tanto pelas raízes, por exsudação, como pela parte aérea, por volatilização, principalmente na forma de amônia, por lixiviação (HOLTAN-HARTWIG; BOCKMAN, 1994). De acordo com Massaroto et al. (2006), as cultivares apresentam comportamento diferenciado de acordo com as doses e nutrientes fornecidos. Estas diferenças podem estar associadas à capacidade individual de absorção e partição do N, que é definido geneticamente.

### 3.5 CONCLUSÕES

As proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura não afetam o PH, a massa de 1000 grãos, a massa de grão/espiga, o n° de espiga/m<sup>2</sup>, o ciclo ao espigamento e o grau de acamamento dos genótipos.

Os genótipos IPR 136 e LD 052114 apresentaram maiores rendimentos de grãos quando o N foi aplicado em uma única vez em P1 e P5 respectivamente.

Para as cultivares BRS Louro, IPR 130 e CD 105 as diferentes épocas de adubação nitrogenada não afetaram a produtividade de grãos.

A adubação nitrogenada de cobertura em P1, P2 e P5 para a cultivar IPR 144 favoreceu a produtividade de grãos.

### 3.6 REFERÊNCIAS

ACORSSI, E.E.; FERREIRA, D.T.L. Resposta produtiva da cultura do trigo na cultivar CD 104 submetida a diferentes dosagens de adubação nitrogenada aplicada em cobertura. **Cultivando o Saber Cascavel**, v.2, n.2, p.165-173, 2009.

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

BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.8, n.2, p.127-134, 2007.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.317-323, 2001.

COELHO, M.A.O. **Resposta do trigo (*Triticum aestivum* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura**. 1997. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

COELHO, M.A.O.; SOUZA, M.A.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO, A.C.; SEDIYAMA, C.S. Resposta na produtividade de grãos e outras características agrônômicas do trigo EMBRAPA-22 irrigado ao nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p.555-561, 1998.

DIDONET, A.D.; LIMA, O.S.; CANDATEN, A.A.; RODRIGUES, O. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido a inoculação de ***Azospirillum***. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p.401- 411, 2000.

DOLINSKI, R. et al. Genetic analysis of selected physical properties of the culm of capelle-desprez/bezostya substitution lines. **Acta Agronomica Hungarica**, v.44, n.3, p.245-254, 1996.

EVANS, L. T.; WARLAN, I. F.; FISHER, R. A. Wheat. In: EVANS, L. T. **Crop physiology**. London: Cambridge University Press, 1976. p.101-149.

ERNANI, P.R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para a macieira**. Lages: Graphel, 2003. 76p.

FELÍCIO, J.C, BARROS, B.C, CAMARGO, C.E.O; BAR, W.R. Maracaí (IAC 17) e Xavantes (IAC 18): cultivares de trigo para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 42, n. 1, p. 15-25, 1983.

FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. v. 1. 432 p.

FRANCESCHI, L.de.; BENIN,G.; GUARIENTI, E.; MARCHIORO,V.S.; MARTIN, T.N. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.39, n.4, 2009.

FREITAS, J. G.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; CASTRO, J. L. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v.19, n. 2, p.229-234, 1995.

FRONZA, V.; CAMPOS,. L.A.C.; RIEDE, C.R. (Org). **Informações técnicas para 2008: trigo e triticale**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2008. (Documento/EMBRAPA SOJA, n. 301).

GOULART, A.C.P.; PAIVA, F.A. Perdas no rendimento de grãos de trigo causadas por *Pyricularia grisea*, nos anos de 1991 e 1992, no Mato Grosso do Sul. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 26, p.279-282, 2000.

GUARIENTI, E.M. **Qualidade industrial de trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. 36p. (EMBRAPA-CNPT. Documento , 27).

HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K. J. et. al. **Physiology and determination of crop yield**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.285-302.

JOHNSON, V. A.; SCHMIDT, J. W. ; MEKASHA, W. Comparison of yield components and agronomic characteristics of four winter wheat varieties differing in plant height. **Agronomy Journal**, Madson, v.58, p.438-441,1966.

HOLTAN-HARTWIG, L.; BOCKMAN, O. C. Ammonia exchange between crops and air. **Norwegian Journal of Agricultural Sciences**, As, v. 14, p. 1-41, 1994.

HUSSAIN, G.; AL-JALOUD, A.A.; KARIMULLA, S. Effect of treated effluent irrigation and nitrogen on yield and nitrogen use efficiency of wheat. **Agricultural Water Management** , v.30, n. 2, p175-184, 1996.

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

LONGNECKER, N.; KIRBY, E.J.M.; ROBSON, A. Leaf emergence, tiller growth, and apical development of nitrogen-deficient spring wheat. **Crop Science**, v.33, n.1, p.154-160, 1993.

MASSAROTO, J.A.; SILVA, R.R.; REIS, W.P. Produtividade máxima econômica de cultivares de trigo sob diferentes doses de adubação na região do Brasil Central. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.4, n.1, p.29-36, 2006.

McMASTER, G.S. Phenology, development and growth of the wheat (*Triticum aestivum* L.) shoot apex: a review. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.59, p.63-118, 1997.

MEGDA, M.M.;SALATIÉR, B.; 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**, Lavras, v.33, n.4 p. 1055-1060, 2009.

MELGAR, R.J.; SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S. Aplicação de fertilizante nitrogenado para milho em Latossolo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 289- 296, 1991.

MOTTER, A.; NUNES, J.V.D.; NUNES, J. Avaliação da resposta produtiva em relação as aplicação do nitrogênio líquido na cultura do trigo. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.3, n.2, p.9-15, 2010.

MUNDSTOCK, C.M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: **Evangraf**, 1999. 227p.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, R.J. Adubação nitrogenada no perfilhamento da aveia-preta em duas condições de fertilidade do solo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1071-1080, jun. 2000.

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

OHLSON, O.C.; KRZYZANOWSKI, F.C.; CAIEIRO, J.T.; PANOBIANCO, M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, 2010.

PERUZZO, G. Nitrogênio no seu trigo. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, n.16, maio 2000.

RAMOS, M. Efeitos do nitrogênio e fósforo sobre características agronômicas da variedade de trigo IAS 54 e suas relações com a produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.8, n.1, p.213-216, 1973.

RODRIGUES, O.; VARGAS, R. **Efeito de redutor de crescimento cycocel e de altas doses de adubação nitrogenada em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 23 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 7). Disponível: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_bp07.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp07.htm)>. Acesso em: 5 fev. 2011.

ROS, C.O.; 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**, Santa Maria, v.33, n.5, p.799-804, 2003.

SANGOI, L.; BERNIS, A.C.; ALMEIDA, M.L.de; ZANIN, C.G.; SCHWEITZER, C. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p.1564-1570, 2007.

SCALCO, M.S.; FARIA, M.A.; GERMANI, R.; MORAIS, A.R. Produtividade e qualidade industrial do trigo sob diferentes níveis de irrigação e adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.400-410, 2002.

SILVA, T.R.B.; SORATTO, R.P.; CHIDI, S.N.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro de inverno. **Cultura agrônômica**, Ilha Solteira, v.9, n.1, p.1-17, 2000.

SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; COSER, R.P.S.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; FORTHOFER, E.L.; SILVA, A.A. Grain yield and kernel crude protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dressing. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.487-492, 2005.

SILVA, R. H.; ZUCARELI, C.; NAKAGAWA, J.; SILVA, R. A.; CAVARIANI, C. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na produção e qualidade fisiológica de

sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 51-55, 2001.

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

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

TORRES, G. A. M.; SANTANA, F. M.; FERNANDES, J. M. C.; SÓ E SILVA, M. **Doenças da espiga causam perda de rendimento em trigo nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, em 2009**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 255). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co255.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co255.htm)>.

TRINDADE, M. da G.; PRABHU, A. S.; SÓ E SILVA, M. **Resistência parcial de genótipos de trigo a brusone nas folhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006a. 8 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 201). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co201.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co201.htm)>.

TRINDADE, M.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**, Campina Grande, v.10, n.1, p.24–29, 2006b.

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**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 141-148, 2005.

YAMADA, T. **Adubação nitrogenada do milho. Quanto, como e quando aplicar?** Piracicaba: Potafos, p.1-5, 1996. (Informações Agrônomicas, 74)

ZANATTA, A.C.A.; OERLECKE, D. Efeito de genes de nanismo sobre alguns caracteres agrônomicos e morfológicos de *Triticum aestivum* (L.) Thell. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26 p.1001-1016, 1991.

## 4 ARTIGO B: PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE CULTIVARES DE TRIGO COM DIFERENTES CLASSIFICAÇÕES INDUSTRIAIS

### 4.1 RESUMO E ABSTRACT

#### RESUMO

Cultivares com bases genéticas diferentes podem apresentar resposta diferenciada à aplicação de nitrogênio. O parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura pode favorecer o teor de proteínas e a qualidade tecnológica do trigo. O trabalho teve por objetivo determinar o efeito de proporções de parcelamento do N em cobertura na qualidade tecnológica de cultivares de trigo com diferentes classificações industriais. Os experimentos foram conduzidos em dois locais (Maripá-PR e Londrina-PR), no ano agrícola de 2009 sob o delineamento de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, em esquema fatorial 3X5, com quatro repetições. Foram avaliadas três cultivares, sendo estas: CD 105 (básico), IPR 130 (pão) e IPR 136 (melhorador). A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada na dose fixa de 80 kg/ha na forma de ureia (45% N), com cinco formas de parcelamento como segue: P1- dose total aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2-  $\frac{1}{4}$  no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3-  $\frac{1}{2}$  aos 20 DAE +  $\frac{1}{2}$  ano emborrachamento; P4-  $\frac{1}{4}$  aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento. Em Maripá também foi realizada a aplicação dos adubos foliares Omega Cabor II® (Ca: 8%; B: 2%), Omega Molibdênio 220® (Mo: 16%) e Ubyfol MI Zn® (Zn:10%). A qualidade tecnológica do trigo foi avaliada mediante determinação do peso hectolítrico, teor de proteína bruta, número de queda e sedimentação. Os dados foram submetidos a análise de variância com comparação de médias realizada pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, individualmente para cada local. As diferentes proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura não afetaram a qualidade tecnológica das cultivares de trigo com diferentes qualidades industriais. A dose total de N aplicada aos 20 DAE (P1) proporcionou menor número de queda da cultivar CD 105 em Maripá-PR. A qualidade tecnológica foi superior para a cultivar IPR136 e inferior para a CD105 nas duas localidades, seguindo comportamento da classificação industrial.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum* L. nitrogênio. Uréia. Época de aplicação. Proteína.

#### Abstract

Cultivars with different genetic bases may have different responses to nitrogen. The subdivision of nitrogen fertilization in coverage may promote the protein content and technological quality of wheat. The study aimed to determine the effect of splitting ratios of N in coverage on the technological quality of wheat cultivars with different

industrial classifications. The experiments were conducted at two locations (Maripá and Londrina-PR-PR) in the agricultural year of 2009 under the design of randomized blocks with split plots in a factorial scheme 3x5, with four replications. Three cultivars were evaluated, these being: CD 105 (weak gluten), IPR 130 (medium gluten) and IPR 136 (strong gluten). The nitrogen fertilization in coverage was performed at a fixed dosage of 80 kg.ha<sup>-1</sup> as urea (45%N) with five ways of subdivisions, as follows: P1 – total dosage applied at 20 DAE (days after emergence); P2 - ¼ at booting and the remainder at 20 DAE; P3 - ½ at 20 DAE + ½ year booting; P4 - ¼ at 20 DAE and the remainder at booting and P5 – total dosage of N applied at booting. At Maripá it was also performed the application of foliar fertilizers Omega Cabor II® (Ca: 8%; B: 2%), Omega Molibdênio 220® (Mo: 16%) and Ubyfol MI Zn® (Zn:10%). The technological quality of wheat was evaluated by determining the hectolitre weight, crude protein content, falling number and sedimentation. Data were subjected to analysis of variance with average comparison performed by the Scott Knott test at 5% probability for each individual site. The different proportions of nitrogen fertilization in coverage did not affect the technological quality of wheat cultivars with different industrial qualities. The total dose of N applied 20 DAE (P1) provided a smaller number of fall into the CD 105 cultivar Maripá-PR. The technological quality was higher to cultivar IPR136 and lower for CD105 in the two localities, following the behavior of industrial classification.

**Keywords:** *Triticum aestivum* L., nitrogen, urea, time of application, protein.

## 4.2 INTRODUÇÃO

A qualidade tecnológica do trigo, além de ser determinada pelo genótipo, também é influenciada por outros fatores como o manejo de adubação. Além do efeito na produtividade, o nitrogênio tem grande importância para a cultura do trigo devido a sua participação na constituição de substâncias determinantes da qualidade e no desenvolvimento de funções metabólicas essenciais, tais como a síntese protéica (VIEIRA et al. 1995).

A época mais adequada de aplicação do nitrogênio em cobertura em trigo é uma estratégia importante para otimizar o aproveitamento deste nutriente na produção e qualidade dos grãos (LALOUX et al., 1980; apud SANGOI et al., 2008), pois aplicações muito precoces ou muito tardias podem ser pouco aproveitadas pelas plantas (SILVA et al., 2005). Sendo assim, o parcelamento do adubo nitrogenado proporciona uma maior eficiência na assimilação do nutriente pelo trigo e, em anos chuvosos evita a perda do nitrogênio por lixiviação (MUNDSTOCK, 1999).

De acordo com Peruzzo (2000), a adubação nitrogenada em cobertura realizada no estágio de afilamento dos cereais de inverno proporciona, em geral, incrementos significativos no rendimento de grãos, sendo uma prática recomendável para a maioria dos solos. Já a aplicação tardia de nitrogênio, feita durante o alongamento do colmo e emborrachamento, aumenta a disponibilidade de N dentro da planta no período do enchimento do grão, podendo incrementar o teor de proteínas dos grãos (MANDARINO, 1993).

O nitrogênio e o enxofre são os nutrientes que com maior frequência condicionam a obtenção de conteúdos acentuados de glúten e de proteína nos grãos de trigo (FALOTICO et al., 1999). Por essa razão, é necessário aplicar o fertilizante nitrogenado de tal maneira que este permita o desenvolvimento ótimo da planta e um adequado acúmulo de proteína no grão (FRANCESCHI et al., 2009).

A concentração de proteínas nos grãos do trigo é um dos principais fatores determinantes da qualidade tecnológica, pois são elas que conferem as propriedades viscoelásticas de uma massa (ROSA FILHO, 1999).

Conteúdo de proteína é um caráter quantitativo, expresso por grande número de genes, os quais são decisivamente influenciados pelo ambiente (FRANCESCHI et al., 2009). Dentre os fatores ambientais que podem produzir modificações na qualidade tecnológica e no teor e na qualidade das proteínas do grão, citam-se o tipo de solo e os níveis de adubação nitrogenada (MacRITCHIE; GUPTA, 1993).

Saint Pierre et al. (2008), estudando a resposta ao N de sete genótipos de trigo, quanto à qualidade tecnológica de grãos, verificaram que a aplicação de nitrogênio em cobertura realizada em duas épocas (Feekes 4 e 7), promoveu o aumento do teor de proteínas da farinha de trigo em relação a uma única aplicação no estágio Feekes 4. Garrido-Lestache et al. (2004) observaram ainda que o atraso na aplicação de nitrogênio em cobertura favoreceu o teor protéico dos grãos de trigo.

A qualidade do trigo está relacionada com o destino industrial da farinha produzida, sendo assim, os parâmetros de qualidade de trigo mudam com os diversos tipos produtos, como pães, pizzas, biscoitos, tortas, bolos e massas em geral, que seriam produzidos (MANDARINO, 1993). A qualidade de panificação do trigo é associada, frequentemente, com os níveis de proteína no grão, a quantidade

e qualidade do glúten e as propriedades reológicas da massa (FALOTICO et al., 1999).

Segundo BRASIL (2010), as cultivares de trigo estão classificadas de acordo com a alveografia, o número de queda e a estabilidade em cinco classes: trigo melhorador, pão, doméstico, básico e de outros usos.

A maioria dos testes de avaliação da qualidade de panificação, como o teste de alveografia que determina a força de glúten geralmente requer um longo tempo para execução e necessitam uma grande quantidade de amostras. Neste aspecto, o teste de sedimentação com SDS (dodecil sulfato de sódio) pode ser destacado, pois utiliza apenas um grama de farinha ou de grão moído. Esse teste está baseado na insolubilidade em meio ácido das proteínas que formam o glúten e proporciona uma estimativa da força de glúten por meio do volume do sedimento medido, que está associado com a qualidade de panificação da farinha (ECKERT et al., 1993). O sedimento formado na solução de SDS tem sido associado com maior força de glúten e qualidade superior de panificação (DEXTER et al., 1980, PRESTON et al., 1982, DICK; QUICK, 1983).

Os genótipos de trigo apresentam diferentes potenciais genéticos quanto a qualidade industrial e ainda, comportamento diferenciado com relação às respostas as doses e épocas de aplicação de nitrogênio. Assim, o trabalho teve por objetivo determinar o efeito de proporções de parcelamento do nitrogênio em cobertura na qualidade tecnológica de genótipos de trigo com diferentes classificações industriais

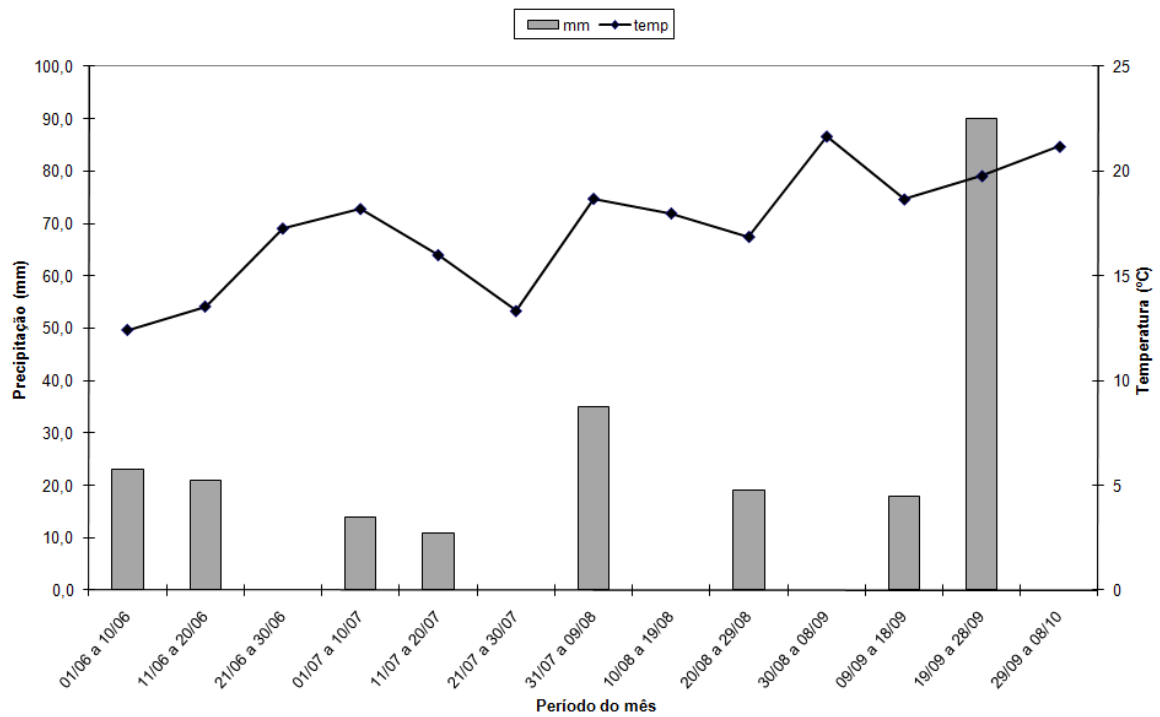
#### 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola de 2009, nos municípios de Maripá-PR (53 °44' de longitude oeste, 24°22' de latitude sul e 380 metros de altitude) e, Londrina-PR (com altitude de 585 metros (m), latitude 23° 22' sul e longitude 50°11' leste) (ZOZ et al., 2009).

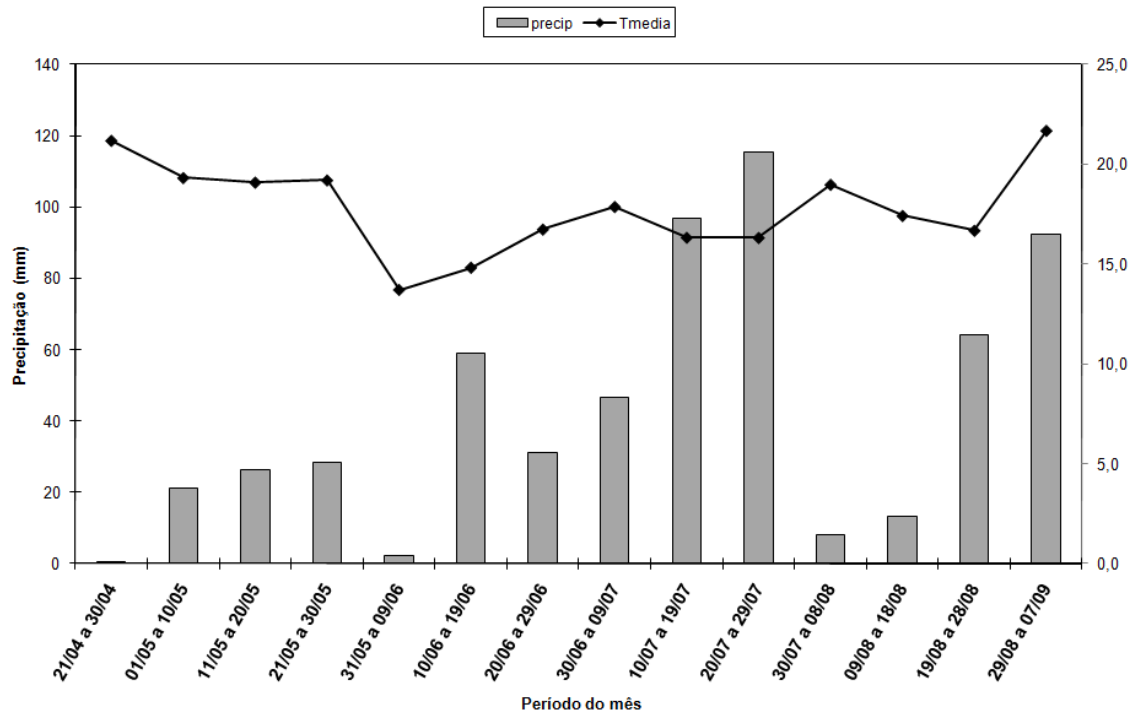
Em Londrina, o experimento foi realizado na Estação Experimental do IAPAR, em Latossolo Vermelho distroférico. O clima da região é do tipo Cfa, descrito como clima subtropical úmido com verão quente, segundo classificação de

Köpen. As temperaturas máxima e mínima médias, são 27,3°C e 16°C, respectivamente e a precipitação média anual é de 1588 mm (IAPAR, 2007).

Os dados médios por decêndio de precipitação pluvial e de temperatura, relativos ao período de condução dos experimentos, estão apresentados nas Figuras 4.1 e 4.2, para Maripá e Londrina, respectivamente.



**Figura 4.1** – Dados médios por decêndio de precipitação pluvial e de temperatura relativos ao período de condução dos experimentos a campo, para o ano de 2009, em Maripá-PR.



**Figura 4.2 –** Dados médios por decêndio de precipitação pluvial e de temperatura relativos ao período de condução dos experimentos a campo, para o ano de 2009, em Londrina-PR.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com os tratamentos constituídos pela combinação de três cultivares nas parcelas e cinco proporções de parcelamento da adubação nitrogenada nas subparcelas, com quatro repetições.

Foram avaliados três cultivares de trigo com diferentes classes de qualidade industrial: IPR 136 (melhorador), IPR 130 (pão) e CD 105 (básico).

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada com dose fixa de 80 kg/ha (FRONZA et al., 2008) na forma de ureia (45% N), aplicando-se cinco formas de parcelamento como segue: P1- dose total aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2-  $\frac{1}{4}$  no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3-  $\frac{1}{2}$  aos 20 DAE +  $\frac{1}{2}$  ano emborrachamento; P4-  $\frac{1}{4}$  aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

Os experimentos foram conduzidos sob sistema de plantio convencional em área anteriormente ocupada com a cultura amendoim (em Maripá) e soja (em Londrina). Dez dias antes da semeadura foi realizada subsolagem a 30 cm de profundidade e gradagem na área total dos experimentos.

Os resultados das características químicas do solo das áreas experimentais, na profundidade de 0-20cm estão apresentados nas Tabela 4.1.

**Tabela 4.1** – Características químicas do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm. Londrina-PR e Maripá-PR, 2009.

P resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
mg/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub>			Cmol <sub>d</sub> /dm <sup>3</sup>				%
Londrina									
5,20	59,2	4,90	0,27	4,62	2,17	6,20	7,06	13,26	53,24
Maripá									
6,93	21,69	5,0	0,79	1,34	1,34	4,28	7,66	11,26	64,15

Com base nas características químicas dos solos das áreas experimentais, calculou-se a adubação química básica no sulco de semeadura, constante para todos os tratamentos, que foi de 500 kg/ha do formulado 02-20-20 em Maripá e 300 kg/ha do formulado 10-20-20 em Londrina.

As cultivares de trigo foram semeadas mecanicamente em 30 de abril em Londrina e 10 de junho de 2009 em Maripá, de acordo com o Zoneamento Agroclimático do Estado do Paraná (IAPAR, 2011), com densidade de 350 sementes/m<sup>2</sup> a 3 cm de profundidade. A dimensão das parcelas experimentais foi de seis linhas de cinco metros de comprimento espaçadas 17 cm, considerando-se como área útil as quatro linhas centrais da parcela e desprezando-se 0,5 m em ambas as extremidades. O espaçamento foi de um metro entre parcelas e dois metros entre blocos. Durante condução do experimento em Maripá, foram realizadas três aplicações do inseticida lufenuron juntamente com inseticida metamidofós, nas doses 100 e 300 mL/ha respectivamente, para o controle de pulgões e lagartas. O controle das plantas daninhas foi realizado mediante quatro capinas manuais. Para o controle de doenças de parte aérea foram aplicados 2,5 Kg p.c./ha do fungicida Manzate® (mancozebe) nos dias 10 e 23 de agosto e 1000mL p.c./ha Opera® (epoxiconazol + piraclostrobina) nos dias 6 e 20 de setembro. Também foi realizada a aplicação dos adubos foliares Omega Cabor II® (Ca: 8%; B: 2%), Omega

Molibdênio 220® (Mo: 16%) e Ubyfol MI Zn® (Zn:10%) nas doses 2 L, 60 mL e 2L p.c./ha respectivamente, nos dias 11 e 24 de agosto e 7 e 21 de setembro, visando melhorar a sanidade e a resistência das plantas contra pragas e doenças.

Em Londrina os tratos culturais foram realizados com a aplicação do herbicida pós-emergente Iodossulfurom-metílico (Hussar®), na dose de 100 g produto comercial (p.c.)/ha, no dia 17 de junho de 2009. Para o controle de doenças de parte aérea foram aplicados 750, 800 e 1000 mL p.c/ha do fungicida Opera® (epoxiconazol + piraclostrobina) nos dias 8 e 31 de julho e em 12 de agosto de 2009.

A colheita das parcelas foi realizada após os grãos atingirem a maturação de colheita (estádio fenológico 11.4, escala de Feekes) e em seguida armazenados em câmara fria, a 10 C°.

Foram efetuadas as seguintes avaliações para verificação da qualidade tecnológica do trigo:

a) peso hectolítrico: determinado em balança de 0,25 L, com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida);

b) proteína: determinada pelo método de Kjeldahl descrito em AACCC, (1995), método 46-13 e usando o fator 5,7 para converter o valor de nitrogênio em proteína total.

c) número de queda ou falling number: avaliado segundo o método AACCC 56-81 B. O número de queda foi obtido por meio da mensuração da capacidade da enzima alfa-amilase em liquefazer um gel de amido, sendo realizada a tomada de tempo em segundos (AACCC, 1995).

d) sedimentação: os grãos de trigo moídos foram utilizados na determinação do volume de sedimentação na presença de SDS – dodecil sulfato de sódio, de acordo com o método descrito por Peña; Amaya (1985).

Os dados foram submetidos a análise de variância com comparação de médias pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional SISVAR.

#### 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabela 4.2 e 4.3 são apresentados os dados do resumo da análise de variância dos ensaios realizados nos municípios de Maripá-PR e

Londrina-PR, respectivamente e os valores do teste F para as diferentes causas de variação. Em Maripá, verificou-se interação significativa entre as cultivares e as proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura somente para o número de queda. No entanto, para as características teor de proteína e sedimentação houve efeito significativo de cultivares (Tabela 4.2).

**Tabela 4.2** – Médias de peso hectolítrico (PH), número de queda (NQ), sedimentação (SED) e teor de proteína bruta (PRO), em função das cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo. Maripá-PR, 2009.

<b>Tratamentos</b>	<b>PH</b>	<b>NQ</b>	<b>SED</b>	<b>PRO</b>
<b>Adubação Nitrogenada (AN)</b>	(Kg/hl)	(segundos)	(mL)	(%)
P1	77,50	446,33	15,50	18,96
P2	77,94	451,79	15,52	18,87
P3	78,00	455,12	14,98	18,58
P4	78,87	460,00	15,42	19,12
P5	77,90	438,08	15,01	18,94
<b>Cultivares</b>				
IPR 136	78,24	463,85	17,09 a	19,69 a
IPR 130	78,23	445,25	14,62 b	18,81 b
CD 105	77,65	442,00	14,16 b	18,19 c
<b>Valores de F</b>				
Bloco	1,60 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>
AN	1,89 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	0,053 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>
Cultivar	2,90 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	18,43 <sup>**</sup>	26,28 <sup>**</sup>
ANx Cultivar	1,09 <sup>ns</sup>	2,48 <sup>*</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>
CV (%)1	1,14	18,94	10,71	3,48
CV (%)2	1,62	8,51	8,36	3,61

n.s.; \* e \*\* – não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5%. P1- dose total de nitrogênio (80 Kg/ha) aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2- ¼ no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3- ½ aos 20 DAE + ½ ano emborrachamento; P4- ¼ aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

No experimento realizado em Londrina, não houve interação significativa entre os fatores cultivar e parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura, em nenhuma das avaliações realizadas, bem como efeito isolado de

parcelamento da adubação. Contudo, observou-se efeito significativo de cultivares para todas as características avaliadas (Tabela 4.3).

**Tabela 4.3** – Médias de peso hectolítrico (PH), número de queda (NQ), sedimentação (SE) e teor de proteína bruta (PRO), em função das cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura. Londrina-PR, 2009.

<b>Tratamentos</b>	<b>PH</b>	<b>NQ</b>	<b>SED</b>	<b>PRO</b>
<b>Adubação Nitrogenada (AN)</b>	(Kg/hl)	(segundos)	(mL)	(%)
P1	69,16	270,37	14,94	18,34
P2	68,50	236,08	14,49	18,38
P3	69,45	251,66	14,34	18,37
P4	68,61	245,20	14,61	18,73
P5	69,16	246,54	14,69	18,80
<b>Cultivares</b>				
IPR 136	70,20 a	332,05 a	18,21 a	20,62 a
IPR 130	69,71 a	205,12 b	15,31 b	18,46 b
CD 105	66,64 b	212,75 b	10,32 c	16,49 c
<b>Valores de F</b>				
Bloco	10,05**	0,04 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>
AN	0,46 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>
Cultivar	60,79**	111,46**	286,91**	27,61**
AN x Cultivar	0,44 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>
CV (%)1	1,61	12,06	7,21	9,50
CV (%)2	3,18	24,88	5,31	3,08

n.s. – não significativo a 5% de probabilidade; \* - significativo a 5 % de probabilidade; \*\* - significativo a 1% de probabilidade; as médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente distintas entre si de acordo com o teste de Scott knott, a de 5% de probabilidade. P1- dose total de nitrogênio (80 Kg/ha) aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2- ¼ no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3- ½ aos 20 DAE + ½ ano emborrachamento; P4- ¼ aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

As diferentes épocas de aplicação de N não proporcionaram efeitos significativos sobre o peso hectolítrico das cultivares avaliadas (Tabela 4.2 e Tabela 4.3), independente da localidade, corroborando com os resultados de Nakayama et al. (1983), que não verificaram diferenças significativas no peso hectolítrico em resposta a adubação nitrogenada em trigo.

O PH pode ser correlacionado com o peso específico, que é a massa de 1000 litros de grãos e tem várias aplicações práticas para comercialização

de trigo, sendo que o preço mínimo deste é fixado para um PH igual a 78, com 13% de umidade. A venda da produção com valor inferior a esse peso provocará uma redução no preço, decorrente da perda de qualidade do produto (FRIZZONE et al., 1996). A média geral do peso do hectolítrico das amostras do experimento de Maripá foi de 78,04 Kg/hl, sendo enquadrada como trigo tipo 1. Em Londrina, a média geral do ensaio foi de 69,74 Kg/hl, variando de 66,64 a 70,20 Kg/hl entre os genótipos. Portanto, para Londrina os trigos apresentaram baixo valor comercial devido ao valores de PH fora das classificações de tipos de grãos destinados à moagem ( $PH > 72$ ).

A diferença nos valores de PH entre os ensaios de Londrina e Maripá pode ser atribuída às condições climáticas do ano de 2009, que foram mais favoráveis para este último local. As chuvas ocorridas no período do florescimento, durante o enchimento do grão e na pré-colheita do trigo em Londrina (Figura 4.2), favoreceram à incidência de doenças fúngicas, a ocorrência de acamamento e o início do processo de germinação e, conseqüentemente deterioração dos grãos de trigo. De acordo com Bhatt et al. (1981), a redução do peso hectolítrico é resultante da alta taxa de respiração, associada aos grãos germinados, que consomem carboidratos acumulados nos grãos. Mellado et al. (1985) concluíram que a diminuição no peso hectolítrico pode ser atribuída as mudanças sucessivas de umidade no grão. Da mesma forma, Finney e Yamazaki (1967), assinalaram que o umedecimento e a secagem do grão de trigo reduzem peso hectolítrico, como consequência da diminuição da densidade.

A diferença nos valores de PH entre os locais também pode estar associada as aplicações adicionais de adubos foliares realizadas em Maripá que favoreceram o desenvolvimento e a sanidade da planta, aumentando assim a massa de sementes e o PH.

Esperava-se respostas superiores para o valor de PH em Londrina visto que neste local a cultura antecessora ao trigo foi a soja (planta que tem a capacidade de fixar N) e também apresentou maiores teores de matéria orgânica em comparação a Maripá que segundo Sá (1996), é o maior reservatório de N nos solos.

Em Londrina, verificou-se efeito significativo de cultivares para a variável PH (Tabela 4.4). As cultivares IPR 136 e IPR 130 foram significativamente superiores à cultivar CD 105 (66,64 Kg/hl), com média de 70,20 e 69,71 Kg/hl. Este

desempenho inferior do genótipo CD 105, pode ser devido a maior incidência de doenças nestas cultivares, sendo a Brusone (*Magnaporthe grisea*) uma doença fúngica que ataca principalmente as espigas de trigo e causa reduções no rendimento e na qualidade de grãos. A cultivar CD105 também apresentou acamamento, o que segundo Silva et al. (2006), pode interromper o movimento dos fotoassimilados, que não podem mais chegar à espiga, resultando em prejuízo não só na qualidade, mas, sobretudo, no peso do grão.

Esperava-se que a adubação tardia de N favorecesse o enchimento dos grãos, proporcionando grãos mais pesados e, conseqüentemente maior PH. Nakagawa et al. (1994) verificaram que a adubação nitrogenada aumentou o PH de sementes de aveia-preta. A não influência da adubação nitrogenada sobre o peso hectolítrico observada no estudo também foi constatada por Yano et al. (2005), avaliando a cultivar de trigo CD 104. Teixeira Filho et al. (2010), trabalhando com doses de N de zero a 250kg/ha, não observaram diferença significativa das épocas de aplicação de N (semeadura e emborrachamento) sobre o PH do trigo.

Na Tabela 4.4 é apresentado o desdobramento da interação entre cultivares e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para o número de queda para o experimento conduzido no município de Maripá. O resultado do número de queda é usado para avaliar a atividade da enzima alfa-amilase de grãos e farinhas, a fim de detectar danos causados pela germinação na espiga. O excesso de alfa-amilase causa problemas na produção de pão como descoloração da crosta, miolo seco e pequeno volume (PERTEN, 1967). Em Maripá as farinhas apresentaram valores médios de 388 a 487 segundos. Para as cultivares IPR 136 e IPR 130 as proporções da adubação nitrogenada não afetaram o número de queda. Já para o genótipo CD 105 o parcelamento P1 (dose total aplicada aos 20 DAE) proporcionou valor significativamente menor de NQ em relação as demais proporções de parcelamento (Tabela 4.4). Com relação ao comportamento dos cultivares, em P1 resultou em menor NQ para o genótipo CD 105. Nas demais proporções de parcelamento as cultivares não diferiram em relação ao NQ. De acordo com Kindred et al. (2005), aplicações de N frequentemente aumentam o valor do número de queda, mas este efeito pode variar de acordo com o ano, genótipo e local de cultivo. O N pode atrasar a maturação dos grãos, aumentar a taxa de secagem ou reduzir o tamanho do grão.

Para as formas de parcelamento P1 as cultivares IPR 136 e IPR 130 apresentaram maiores valores de NQ. Já para P2, P3, P4 e P5 as cultivares não diferiram quanto ao número de queda.

Os genótipos sob as diferentes formas de parcelamento do N apresentaram altos valores de número de queda, acima do valor mínimo (entre 200 e 250 segundos) recomendado para elaboração de pães, bolos e bolachas. O elevado número de queda (acima de 300 segundos) indica baixa atividade enzimática do trigo ou farinha. No entanto este fato não constitui um problema de difícil solução, pois segundo Guarienti (1996), em geral os melhoradores utilizados em panificação apresentam, em sua formulação, enzimas alfa-amilásicas fúngicas, que têm por finalidade a correção desta deficiência da farinha. Estes altos valores de número de queda encontrados podem ser devido a não ocorrência de chuvas no período de 13 dias antes da colheita ou devido à uma característica própria da cultivar (Figura 4.1).

**Tabela 4.4** – Desdobramento da interação cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para número de queda (em segundos). Maripá-PR, 2009.

Adubação Nitrogenada	Cultivares		
	IPR 136	IPR 130	CD 105
<b>P1</b>	487,37 aA	465,00aA	388,12 bB
<b>P2</b>	480,75 aA	432,00 aA	442,62 aA
<b>P3</b>	446,25 aA	449,62 aA	469,50 aA
<b>P4</b>	443,50 aA	467,75 aA	468,75 aA
<b>P5</b>	461,37 aA	411,87 aA	441,00 aA

Letras iguais minúscula na linha e maiúscula, na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. P1- dose total de nitrogênio (80 Kg/ha) aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2-  $\frac{1}{4}$  no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3-  $\frac{1}{2}$  aos 20 DAE +  $\frac{1}{2}$  ano emborrachamento; P4-  $\frac{1}{4}$  aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

Os resultados apresentados na Tabela 4.3 demonstram que a resposta às proporções de parcelamento da adubação nitrogenada foi diferente entre os cultivares para o número de queda em Londrina. A cultivar IPR 136 apresentou média do número de queda de 332 segundos, sendo significativamente

superior aos genótipos IPR 130 e CD 105, com 205 e 212 segundos respectivamente. Esta diferença entre os genótipos pode estar associada à tolerância a germinação pré-colheita entre as cultivares e que é determinada pela genética e por fatores relacionados à fisiologia das plantas. Não houve, entretanto, efeito da adubação nitrogenada sobre o número de quedas em Londrina. Este é um parâmetro para verificação da qualidade de trigo já que pães elaborados com farinha que possuem alta atividade enzimática ( $NQ < 200$  segundos) tendem a apresentar miolo escuro e pegajoso (MIRANDA et al., 2009).

Os valores inferiores de NQ em Londrina em relação aos encontrados no ensaio de Maripá foi devido a ocorrência de elevados volumes de precipitação pluviométrica próximo a colheita em Londrina (Figura 4.2). A precipitação pluvial antes da maturação fisiológica do trigo que promove decréscimo no enchimento do grão, diminuindo a massa de mil grãos e aumentando a atividade enzimática. Esta última é a principal causa da redução das características qualitativas da farinha, pois as enzimas ativadas promovem alterações no amido e nas proteínas (HIRANO, 1976). A ocorrência de chuvas por ocasião da colheita pode levar uma cultivar de trigo a iniciar o processo germinativo, que traz como consequência a deterioração do grão em níveis que podem comprometer a utilização industrial (MOSS et al., 1972). Schirmer e Ferreira (2009), avaliando as características tecnológicas da farinha de trigo da cultivar CD 115 em resposta à cinco doses de nitrogênio em cobertura, não verificaram efeito das doses de N no valor do número de queda.

As proporções de adubação nitrogenada de cobertura não alteraram os valores do teste de sedimentação nos dois locais (Tabelas 4.3 e 4.4). Este teste é empregado principalmente para a avaliação do potencial de panificação e proporciona uma estimativa da força de glúten por meio do volume do sedimento medido, que está associado com a qualidade de panificação da farinha (ECKERT et al., 1993). Fuertes-Mendizábal et al. (2010) observaram que o aumento da dose e o parcelamento do nitrogênio tiveram um efeito benéfico sobre qualidade industrial dos grãos de trigo.

Foi constatado efeito significativo de genótipos para o teste de sedimentação (Tabela 4.3 e Tabela 4.4). Em Maripá, o genótipo IPR 136 apresentou volume de sedimentação significativamente maior que a IPR 130 e CD 105. De acordo com a classificação de qualidade do grão quanto à força de glúten (potencial

de panificação) proposta por Williams et al. (1988), as cultivares IPR 130 e CD 105 apresentam força de glúten média a forte com médias 14,62 e 14,16 mL respectivamente. Já a cultivar IPR 136 se enquadrou na classe denominada forte com média de 17,09 mL. Este comportamento diferenciado entre as cultivares era esperado, visto que os genótipos pertencem a classes industriais distintas.

Em Londrina as médias de sedimentação foram 18,21 mL, 15,31 mL, 10,32 mL para as cultivares IPR 136, IPR 130 e CD 105, respectivamente, sendo que o genótipo IPR 136 pertencente ao grupo comercial tipo melhorador apresentou maior força de glúten em relação às classes pão e doméstico/básico, demonstrando, assim como em Maripá, classificação de acordo com a classe industrial.

Não houve efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de proteínas dos genótipos de trigo estudados (Tabelas 4.3 e 4.4), independente das proporções aplicadas no perfilhamento e no emborrachamento. Esse resultado pode estar associado à baixa produtividade de grãos para as cultivares estudadas no ano de 2009, em virtude das condições climáticas desfavoráveis a cultura, pois segundo Kelling e Fixen (1992), a síntese de proteína compete com a de amido por fotoassimilados durante o período de enchimento de grãos. Quando a necessidade de N para o rendimento é satisfeita, o excedente é usado para aumentar o teor de proteína.

Resultados semelhantes aos deste estudo foram obtidos por Nakagawa et al. (2000), avaliando efeito da adubação nitrogenada em cobertura em aveia-preta. Estes verificaram que o teor de proteína dos grãos não foi significativamente afetado pelas doses de N utilizadas (0, 20, 30, 40, 50 e 60 kg/ha). Sangoi et al. (2007) não encontraram efeito significativo da época de aplicação de nitrogênio sobre o teor de proteína nos grãos das três cultivares de trigo. Por outro lado, Warraich et al. (2002), verificaram que o percentual de nitrogênio em grãos de trigo foi maior quando o nitrogênio foi aplicado de forma parcelada em relação a uma única aplicação de N na semeadura.

Observou-se diferença significativa entre cultivares nos dois locais de estudo com relação ao teor de proteínas (Tabelas 4.3 e 4.4). A qualidade de panificação do trigo pode ser associada com a quantidade e qualidade de proteínas dos grãos. Em Maripá a cultivar IPR 136 apresentou o teor de proteína significativamente superior as cultivares IPR 130 e CD 105, com médias de 19,69%, 18,81 e 18,19% respectivamente. No município de Londrina, a cultivar IPR 136

apresentou um teor de proteína superior (20,62%), seguido de IPR 130 (18,46%) e CD 105 (16,49%). Esta variação se deve provavelmente às diferenças entre genótipos com relação as variações quantitativas e qualitativas (em termos da composição das subunidades) das proteínas que é controlada geneticamente (BRUNORI et al., 1989). Além do genótipo, a variação qualitativa e quantitativa dessas proteínas dependem também do ambiente (A) e da interação GxA (GUARIENTI, 1996). O teor de proteína encontrado nas três cultivares de trigo estudadas, estão acima dos valores verificados por Yano et al. (2005), com médias de 13,95% de proteína bruta para o N aplicado na semeadura e 15,07% para adubação no período do emborrachamento e próximos aos valores de Gutkoski et al. (2007), que relatam teores de 15,11% a 17,95% entre os genótipos e Sangoi et al. (2007), com teores médios de 18,20% a 19,25% de proteína bruta.

Nas condições deste estudo, as cultivares de trigo com diferentes classificações industriais tiveram resposta similar ao parcelamento da adubação nitrogenada. A adubação nitrogenada em cobertura poderia melhorar a qualidade industrial principalmente dos cultivares de classe industrial básico e pão, que apresentam quantidade e qualidade inferior de proteínas, favorecendo a melhoria da qualidade do trigo nacional, uma vez que nem toda região tritícola brasileira apresenta potencial para cultivo e produção de cultivares de classe industrial superior. RCSBPT (2005) verificaram que os genótipos de trigo podem se enquadrar em classes diferentes da classificação comercial fornecida pelo obtentor das cultivares em função dos tratos culturais e do ambiente em que o trigo foi cultivado. O autor relata que a cultivar CD 105 (básico), apresentou 79% de suas amostras classificadas como trigo básico e 21% como trigo pão. Já a cultivar Ônix (pão) teve 64% das amostras classificadas como trigo pão e 36% como trigo melhorador.

Seria esperado também efeito das proporções de parcelamento na qualidade industrial uma vez que, o nitrogênio no perfilhamento geralmente é recomendado visando o aumento de produtividade e, a aplicação tardia de N visa aumentar o teor de proteínas e a qualidade dos grãos. Além disso, a adubação nitrogenada tardia pode aumentar a massa da semente, em função da manutenção da área foliar ativa por um período mais longo (McMASTER, 1997), que preserva o metabolismo da folha e a taxa de fotossíntese e garante o melhor enchimento das sementes. Rutkowska (2009), avaliou o efeito da aplicação tardia de nitrogênio sobre o rendimento de grãos, teor de proteína e distribuição de N entre órgãos das plantas

de trigo de inverno e concluiu que nitrogênio aplicado na antese proporciona maior produtividade de grãos e maior teor de glúten. Ainda segundo este autor, aplicações tardias de N são recomendáveis, pois o trigo é capaz de absorver uma grande quantidade de N durante a antese, mesmo em plantas em que já foram aplicados adubos nitrogenados na fase vegetativa. Saint Pierre et al. (2008), estudando a resposta ao N de sete genótipos de trigo, quanto à qualidade tecnológica de grãos, verificaram que a aplicação de nitrogênio em cobertura realizada em duas épocas (Feekes 4 e 7), promoveu o aumento do teor de proteínas da farinha de trigo em relação a uma única aplicação no estágio Feekes 4.

Esperava-se prováveis benefícios do parcelamento da adubação visto que as variações de qualidade devido ao ambiente superam com frequência as vinculadas ao genótipo (PETERSON et al., 1998). Além disso, segundo Sangoi et al. (2007), genótipos com bases genéticas diferentes também apresentam resposta diferenciada à aplicação de nitrogênio.

As cultivares de trigo não responderam ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura possivelmente pela influência dos fatores climáticos nesta cultura, particularmente ao regime de chuvas, que favoreceu a incidência de doenças, ocorrência de acamamento e conseqüentemente a obtenção de baixas produtividades com redução da qualidade industrial do trigo.

#### 4.5 CONCLUSÃO

As diferentes proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura não afetaram a qualidade tecnológica das cultivares de trigo com diferentes qualidades industriais.

A qualidade tecnológica foi superior para a cultivar IPR136 e inferior para a CD105 nas duas localidades, seguindo comportamento da classificação industrial.

#### 4.6 REFERÊNCIAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods**. St. Paul Minn. 1995.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1 dez. 2010. Seção 1, p. 4.

BRUNORI, A.; GALTERIO, G.; ZANNETTINO, C.; POGNA, N. E. Bread-making quality indices in *Triticum aestivum* progenies: implications in breeding for better bread wheat. **Plant Breeding**, Berlin, v.102, n.3, p.222-231, 1989.

DEXTER, J.E.; MATSUO, R. R.; LEISLE, F. G.; MACHYLO, B. A. The suitability of the SDS-sedimentation test for assessing gluten strength in durum wheat. **Canadian Journal of Plant Science**, v.60, n.4 p. 315-318, 1983.

DICK, J. W., QUICK, J. S. A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early-generation durum wheat breeding lines. **Cereal Chemistry**, v. 60, n.4, p. 315-318, 1983.

ECKERT, B., AMEND, T. AND BELITZ, H.D. The course of the SDS and Zeleny sedimentation tests for gluten quality and related phenomena studied using the light microscope. **Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung**. v. 196, n. 2, p. 122-125, 1993.

FALOTICO, J. et al. Nutrición nitrogenada del trigo bajo siembra directa y labranza convencional. **Ciencia del Suelo**, Buenos Aires, v.17, p.9-20, 1999.

FINNEY, K.; YAMAZAKI, W. Quality of hard, soft and durum wheats. In: QUNSENBERRY, K.S.; REITZ, L.P. (Ed.). **Wheat and wheat improvement**. Madison : American Society of Agronomy, 1967. p. 471-503. (ASA Agronomy, 13).

FRANCESCHI, L.; BENIN, G.; GUARIENTI, E.; MARCHIORO, V.S.; MARTIN, T.N. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.4, p. 1624-1631, 2009.

FRIZZONE, J.A.; MELLO JUNIOR; FOLEGATTI, M.V.; BOTREL, T.A. Efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade da cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.6, p.425-434, 1996.

FRONZA, V.; CAMPOS, L.A.C.; RIEDE, C.R. (Org.). **Informações técnicas para 2008: trigo e triticale**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2008. (DOCUMENTO/EMBRAPA SOJA, n. 301). 147 p.

FUERTES-MENDIZÁBAL, T.; AIZPURUA, A.; GONZÁLEZ-MORO, M.B.; ESTAVILLO, J.M. Improving wheat breadmaking quality by splitting the N fertilizer rate. **European Journal of Agronomy**, v.33, n.1, p 52–61, 2010.

GARRIDO-LESTACHE, E.; LÓPEZ-BELLIDO, R.J.; LÓPEZ-BELLIDO, L. Effect of N rate, timing and splitting and N type on bread-making quality in hard red spring wheat under rainfed Mediterranean conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.85, n. 2-3, p.213-236, 2004.

GUARIENTI, E.M. **Qualidade industrial de trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. 36p. (EMBRAPA-CNPT. Documento , 27).

GUTKOSKI, L.C.; NODARI, M.L.; JABOBSEN NETO, R. Avaliação de farinhas de trigos cultivados no Rio Grande do Sul na produção de biscoitos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 91-97, 2003.

IAPAR- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Zoneamento da cultura do trigo**, 2011. Disponível em: <<http://www.iapar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1088>>. Acesso em: 5 fev. 2011.

IAPAR - INSTITUTO Agrônomo do PARANÁ, Londrina, PR. **Monitoramento agroclimático do Paraná, 2007**. Disponível em: <[http://200.201.27.14/Site/Sma/Estacoes\\_IAPAR/Estacoes\\_Parana.htm](http://200.201.27.14/Site/Sma/Estacoes_IAPAR/Estacoes_Parana.htm)>. Acesso em: 23 abr. 2009.

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

KELLING, K.A.; FIXEN, P.E. Soil and nutrient requirements for oat production. In: MARSHALL, H.G.; SORRELIS, M.E. (Ed.). **Oat Science and Technology**, Madison: ASA/CSSA, 1992. p.165-190.

KINDRED, D.R.; GOODING, M.J.; ELLIS, R.H. Nitrogen fertilizer and seed rate effects on Hagberg falling number of hybrid wheats and their parents are associated with  $\alpha$ -amylase activity, grain cavity size and dormancy. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.85, p- 727-742, 2005.

LALOUX, R. et al. Nutrition and fertilization of wheat. In: HAFLINGER, E. **Wheat**. Madison: American Society of Agronomy, 1980. p.19-24.

MacRITCHIE, F.; GUPTA, R.B. Functionality composition relationships of wheat flour as a result of variation in sulphur availability. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.44, n.8, p.1767-1774, 1993.

McMASTER, G.S. Phenology, development and growth of the wheat (*Triticum aestivum* L.) shoot apex: a review. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.59, p.63-118, 1997.

MANDARINO, J.M.G. **Aspectos importantes para qualidade do trigo**. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1993. 32p. (Documentos, 60).

MELLADO Z., M.; MALDONADO I., I.; GRANGER Z., D. Efecto de la lluvia, posterior a la madurez de cosecha, sobre el grano de trigo. **Agricultura Tecnica**, Santiago, v.45, n.3, p.247-251, 1985.

MIRANDA, M. Z. de; DE MORI, C.; LORINI, I. **Qualidade comercial do trigo brasileiro: safra 2006**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 49 p.

MOSS, H.J.; DERERA, N.F.; BALAAM, L.N. Effect of pre-harvest rain on germination in the ear and the alpha-amylase activity of Australian wheat. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.23, n.5, p.271-326, 1972.

MUNDSTOCK, C.M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Evangraf, 1999. 227p.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, R.J. Produção e qualidade de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.95-101, 1994.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, R.J. Adubação nitrogenada no perfilhamento da aveia-preta em duas condições de fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1071-1080, jun. 2000.

NAKAYAMA, L. H. I.; FABRICIO, A. D.; SANTOS, R. F. **Efeitos de doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do trigo**. In: REUNIÃO DA COMISSÃO NORTE BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 9., 1983, Brasília. **Anais...** Dourados. Embrapa-UEPAE, 1983. p.170-174.

PEÑA, R.J.; AMAYA, A. **Rapid estimation of gluten quality in bread wheat, durum wheat and triticale using the sodium dodecyl sulfate (SDS) - sedimentation test: grain quality methods**. Mexico, DF: International Maize and Wheat Improvement Center, 1985. 12p.

PERUZZO, G. Nitrogênio no seu trigo. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, n.16, maio, 2000.

PERTEN, H. Factors influencing falling number values. **Cereal Science Today**, Saint Paul, v. 12, n. 12, p. 516-519, 1967.

PETERSON, C.J., et. al. Baking quality of hard winter wheat: response of cultivars to environments in the Great Plains. **Euphytica**, v.100, p.157-162, 1998.

RCBPTT- REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Indicações técnicas da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo: trigo e triticale**. Cruz Alta, 2005. 162 p.

ROSA FILHO, O. **Uso de adubação nitrogenada no espigamento para melhorar a qualidade industrial do trigo**. Passo Fundo: Aldeia, 1999. (Comunicado Técnico nº 1 da OR Melhoramento de Sementes Ltda.).

RUTKOWSKA, A. <sup>15</sup>Nitrogen study on accumulation and allocation of nitrogen applied at anthesis on top of early nitrogen applications in winter wheat. **Journal of Plant Nutrition**, v. 3, n. 8, p.1306–1320, 2009.

SÁ, J. C. M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1996, 96p.

SAINT PIERRE, C.; PETERSON, C.J.; ROSS, A.S.; OHM, J.B.; VERHOEVEN, M.C. LARSON, M.; HOEFER, B. Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition. **Journal of Cereal Science**, v. 47, n.3, p. 407–416, 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 da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p.1564-1570, 2007.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; PUCCI, A.L.R.; STRIEDER, M.; ZANIN, C.G.; SILVA, L.C.; VIEIRA, R.J. A aplicação precoce de nitrogênio em cobertura não aumenta o rendimento de grãos do trigo cultivado na presença do alumínio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 912-920, 2008.

SCHIRMER, A. FERREIRA, D.T.L. Análise da qualidade da farinha de trigo (Coodetec 115) com diferentes doses de nitrogênio em cobertura. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.2, n.4, p.105-112, 2009

SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; COSER, R.P.S.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; FORTHOFER, E.L.; SILVA, A.A. Grain yield and kernel crude protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dressing. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.487-492, 2005.

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

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

VIEIRA, R.D.; FORNASIERI FILHO, D.; MINOHARA, L.; BERGAMASCHI, M.C.M. Efeito de doses e de épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na produção e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Científica**, São Paulo, v. 23, n.2, p. 257-264, 1995.

WARRAICH,E.A; BASRA, S.M.A. ; AHMAD, N; AHMED, R.; AFTAB,M. **Effect of nitrogen on grain quality and vigour in wheat (Triticum aestivum L.).**

International Journal of Agriculture and Biology. Faisalabad, v. 4, n. 4, p 517-520, 2002.

WILLIAMS, P., EL-HARAMEIN, F.J., NAKKOUL, H. , RIHAWI, S. **Crop quality evaluation methods and guidelines.** 2. ed. Aleppo, Syria: ICARDA, 1988. 145 p.

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**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 141-148, 2005.

ZOZ, T.; SEIDEL, E. P.; FEY, R.; COSTA, L.; STEINER, F. Utilização da Adubação Foliar com NPK na Cultura do Trigo. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DA CADEIA DO TRIGO, 4., 2009, Cascavel. **Anais...** Cascavel, 2009.

## 5 ARTIGO C: PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE CULTIVARES DE TRIGO COM DIFERENTES QUALIDADES INDUSTRIAIS

### 5.1 RESUMO E ABSTRACT

#### Resumo

Aplicações tardias de N podem aumentar o teor de nitrogênio e proteínas das sementes e, conseqüentemente, elevar a qualidade fisiológica das sementes de trigo, com repostas diferenciadas em função do genótipo. Assim, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na produtividade e na qualidade física e fisiológica das sementes em cultivares de trigo com diferentes qualidades industriais. Foram avaliadas sementes de três cultivares, sendo estas: IPR 136 (melhorador), IPR 130 (pão) e CD 105 (básico), produzidas no município de Maripá-PR, no ano agrícola de 2009. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada na dose fixa de 80 kg/ha na forma de ureia (45% N), com cinco formas de parcelamento como segue: P1- dose total aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2-  $\frac{1}{4}$  no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3-  $\frac{1}{2}$  aos 20 DAE +  $\frac{1}{2}$  ano emborrachamento; P4-  $\frac{1}{4}$  aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento. Para avaliação da qualidade das sementes, foram efetuadas as seguintes avaliações: peso hectolítrico, massa de 1000 sementes, germinação, teste de envelhecimento acelerado, primeira contagem de germinação, teste de frio, condutividade elétrica, emergência de plântulas no campo e teor de N das sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. As proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura e as cultivares com diferentes qualidades industriais não afetam a qualidade fisiológica e o PH de sementes de trigo. As proporções de parcelamento P4 ( $\frac{1}{4}$  da dose de N aos 20 DAE e o restante no emborrachamento) e P5 (dose total de N aplicada no emborrachamento) aumentaram significativamente a massa de 1000 sementes. As cultivares IPR130 e IPR 136 apresentam maior produtividade, massa de 1000 sementes e teor de N nas sementes que a CD105. A adubação nitrogenada de cobertura em P3 e P5 para a cultivar IPR130 e em P3 para a IPR136 favorecem o rendimento de sementes.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum* L. Nitrogênio. Uréia. Época de aplicação. Germinação. vigor.

#### Abstract

Late applications of nitrogen can increase the nitrogen content and seed protein and thus increase the physiological quality of wheat seeds with different responses depending on genotype. Therefore, the study aimed to evaluate the effect of

subdivision of nitrogen fertilization in coverage on yield and physical and physiological quality of seeds in wheat cultivars with different industrial qualities. It were evaluated seeds of three cultivars, which are: IPR 136 (strong gluten), IPR 130 (medium gluten) and CD 105 (weak gluten), produced at the municipality of Maripá-PR, in the agricultural year of 2009. The nitrogen fertilization in coverage was performed at a fixed dosage of 80 kg.ha<sup>-1</sup> as urea (45%N) with five ways of subdivisions, as follows: P1 – total dosage applied at 20 DAE (days after emergence); P2 - ¼ at booting and the remainder at 20 DAE; P3 - ½ at 20 DAE + ½ year booting; P4 - ¼ at 20 DAE and the remainder at booting and P5 – total dosage of N applied at booting. To assess the quality of the seeds were made the following assessments: hectolitre weight, weight of 1000 seeds, germination, accelerated aging test, first germination test, cold test, electrical conductivity, seedling emergence under field condition and N content of seeds. Data were subjected to analysis of variance and average compared by the Scott Knott test at 5% probability. The proportions of the subdivisions of nitrogen fertilization in coverage and the cultivars with different industrial qualities do not affect the physiological quality and pH of wheat seeds. The proportions of subdivision P4 (¼ of N at 20 DAE and the remainder at booting) and P5 (total dose of N applied at booting) significantly increased the mass of 1000 seeds. The cultivars IPR130 and IPR 136 have higher productivity, 1000 seeds weight and N content in seeds than CD105. The nitrogen fertilization in coverage in P3 and P5 to IPR130 cultivar and in P3 to IPR136 favored seed's productivity.

**Keywords:** *Triticum aestivum* L. nitrogen. Urea. Time of application. Germination. vigor.

## 5.2 INTRODUÇÃO

As sementes de trigo são avaliadas em termos de qualidade física e fisiológica, tanto pela importância econômica que representam, como pela sua sensibilidade às condições adversas de ambiente durante todas as etapas de produção (AMARAL; PESKE, 2000).

Para a obtenção de sementes de alta qualidade, é imprescindível, dentre outros fatores, uma adubação mineral balanceada, dada a sua influência na produção e na qualidade dos produtos agrícolas (DELOUCHE, 1981). A disponibilidade de nutrientes interfere na formação do embrião e do tecido de reserva, bem como na sua composição química, afetando o metabolismo e o vigor das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O nitrogênio (N) é o elemento exigido em maior quantidade pela cultura do trigo. Devido à sua condição de constituinte molecular, o nitrogênio pode

afetar o crescimento da planta, a produção e a qualidade física e fisiológica das sementes (DIDONET, 1994).

Segundo Scalco et al. (2002), a adubação nitrogenada faz-se necessária em virtude da insuficiente quantidade de N que o solo fornece para o adequado crescimento e desenvolvimento das plantas de trigo.

Tradicionalmente, as culturas anuais recebem, na semeadura, apenas uma fração da dose total do nitrogênio de que necessitam e o restante é aplicado, em cobertura, nas entrelinhas (TEIXEIRA FILHO et al., 2010), no estágio do perfilhamento. Neste período o N é importante na determinação do número de perfilhos por planta, de espigas por planta, de grãos por espiga (RAMOS, 1973) e, conseqüentemente, da produtividade. Teixeira Filho et al. (2010) constaram que a adubação nitrogenada realizada aos 40 dias após a emergência (DAE) proporcionou maior produtividade de sementes em relação à aplicação de N feita na semeadura.

O nitrogênio também tem grande importância nas fases de florescimento e enchimento de grãos, pois a demanda por N nessas fases é alta (PORTES, 1996). A aplicação tardia de nitrogênio, realizada durante o alongamento do colmo e emborrachamento, aumenta a disponibilidade de N dentro da planta no período do enchimento do grão, podendo incrementar a concentração de proteínas e a massa de 1000 sementes (MANDARINO, 1993).

O nitrogênio é o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos em virtude do grande número de reações a que está sujeito (ERNANI, 2003). Desta maneira, o parcelamento da adubação nitrogenada é uma estratégia importante que proporciona uma maior eficiência no uso do fertilizante pela cultura do trigo, reduzindo os processos de perdas por lixiviação ou volatilização.

Além do efeito na produtividade, a adubação nitrogenada, pode influir no teor de proteínas, que segundo Delouche (1980) pode estar associado a qualidade fisiológica de sementes, principalmente nos cereais. Diversos trabalhos realizados com a cultura do trigo tem demonstrado correlação positiva da adubação nitrogenada com o vigor e qualidade das sementes (MOREIRA; CARDOSO, 2009; TEIXEIRA FILHO et al., 2007). A variação qualitativa e quantitativa dessas proteínas dependem do genótipo (G), do ambiente (A) e da interação GxA (GUARIENTI, 1996).

Aplicações tardias de N podem aumentar o teor de nitrogênio e proteínas dos grãos e, conseqüentemente, elevar a qualidade das sementes de

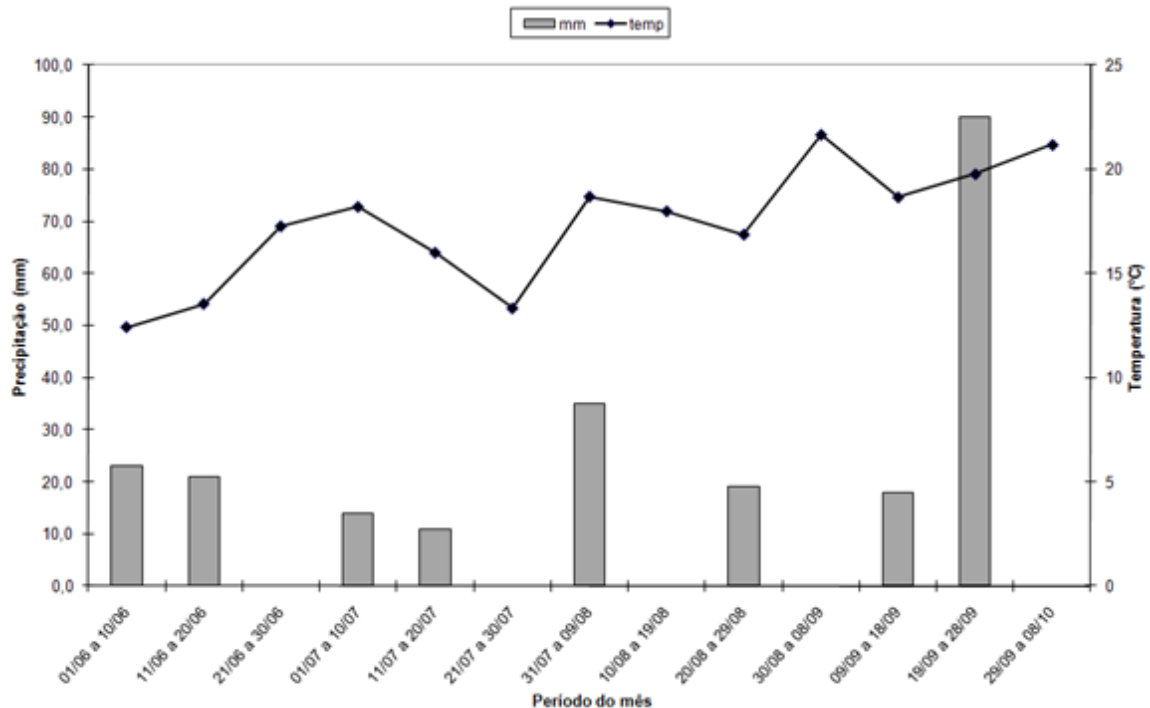
trigo. Yano et al. (2005) verificaram que adubação nitrogenada em trigo realizada no emborrachamento propiciou maiores teores proteínicos nos grãos de trigo em relação a aplicações antecipadas.

Warraich et al. (2002) relatam que a aplicação de nitrogênio melhora a qualidade e o vigor de sementes de trigo, além de elevar o percentual de germinação final. Por outro lado, Nakagawa et al. (1994), testando o efeito da adubação nitrogenada na qualidade de sementes de aveia preta, constataram que as épocas de aplicação de nitrogênio (semeadura, perfilhamento e emergência da panícula) não afetaram o percentual de germinação e o vigor das sementes testadas.

O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na produtividade e qualidade física e fisiológica de sementes em cultivares de trigo com diferentes qualidades industriais.

### 5.3 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes utilizadas no experimento foram produzidas no ano agrícola de 2009 no município de Maripá-PR, cujas coordenadas geográficas são: 53 °44' de longitude oeste, 24°22' de latitude sul e 380 metros de altitude. O local é constituído de um Latossolo Vermelho eutroférico de textura argilosa e o clima da região é do tipo Cfa, com temperatura média anual de 21°C e uma precipitação média anual de 1900 mm, segundo classificação de Köppen (ZOZ et al., 2009). Os dados de precipitação pluvial e de temperatura relativos ao período de produção estão apresentados na Figura 5.1.



**Figura 5.1** – Dados médios por decêndio de precipitação pluvial e de temperatura relativos ao período de condução dos experimentos á campo, para o ano de 2009 em Maripá-PR.

O delineamento experimental utilizado no campo foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com os tratamentos constituídos pela combinação de três cultivares nas parcelas e cinco proporções de parcelamento da adubação nitrogenada nas subparcelas, com quatro repetições.

Foram avaliados três cultivares de trigo com diferentes classes de qualidade industrial: IPR 136 (melhorador), IPR 130 (pão) e CD 105 (básico).

A adubação nitrogenada em cobertura com dose fixa de 80 kg/ha (FRONZA et al., 2008) na forma de ureia (45% N) foi realizada aplicando-se cinco formas de parcelamento: P1- dose total aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2-  $\frac{1}{4}$  no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3-  $\frac{1}{2}$  aos 20 DAE +  $\frac{1}{2}$  ano emborrachamento; P4-  $\frac{1}{4}$  aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

O experimento foi conduzido sob sistema plantio convencional em área anteriormente ocupada com a cultura amendoim. Uma semana antes da semeadura foi realizada subsolagem à 30 cm de profundidade e gradagem na área total do experimento.

As características químicas do solo na profundidade de 0 a 20 cm, determinadas antes da instalação do experimento, foram representadas por: pH (CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>) 5,00; 4,28 cmolc.dm<sup>-3</sup> de H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>; 5,53 cmolc.dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 1,34 cmolc.dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,79 cmolc.dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 6,93 mg.dm<sup>-3</sup> de P; 21,69 g.dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica e 64,15% de saturação de bases.

Com base nas características químicas do solo da área experimental, calculou-se a adubação química básica no sulco de semeadura, constante para todos os tratamentos, que foi de 500 kg/ha do formulado 02-20-20.

As cultivares de trigo foram semeadas mecanicamente em 10 de junho em Maripá-PR, de acordo com o Zonemaneto Agroclimático do Paraná (IAPAR, 2011), a 3 cm de profundidade, com densidade de semeadura de 350 sementes/m<sup>2</sup>. A dimensão das parcelas experimentais foi de seis linhas de cinco metros de comprimento espaçadas 17 cm, considerando-se como área útil as quatro linhas centrais da parcela e desprezando-se 0,5 m em ambas as extremidades. O espaçamento foi de um m entre parcelas e dois m entre blocos.

Durante a condução do experimento, foram realizadas três aplicações do inseticida lufenuron juntamente com inseticida metamidofós, nas doses 100 e 300 mL/ha respectivamente, para o controle de pulgões e lagartas. O controle das plantas daninhas foi realizado mediante quatro capinas manuais.

Para o controle de doenças de parte aérea foram aplicados 2,5 Kg p.c./ha do fungicida Manzate® (mancozebe) nos dias 10 e 23 de agosto e 1000mL p.c./ha Opera® (epoxiconazol + piraclostrobina) nos dias 6 e 20 de setembro. Também foram realizadas aplicações dos adubos foliares Omega Cabor II® (Ca: 8%; B: 2%), Omega Molibdênio 220® (Mo: 16%) e Ubyfol MI Zn® (Zn:10%) nas doses 2 L, 60 mL e 2L p.c./ha respectivamente, nos dias 11 e 24 de agosto e 7 e 21 de setembro, visando melhorar a sanidade e a resistência das plantas à pragas e doenças.

A colheita das parcelas foi realizada após as sementes atingirem a maturação de colheita (estádio fenológico 11.4, escala de Feekes), no dia 6 de outubro de 2009, em trilhadora estacionária.

A produtividade de sementes foi determinada pela coleta das plantas contidas área útil da parcela. Após a trilhagem mecânica, os grãos foram pesados e os dados transformados em kg/ha a 13% de umidade (base úmida).

O teor de nitrogênio das sementes foi determinado pelo método de Kjeldahl descrito em AACC (1995).

Para avaliação da qualidade física e fisiológica as sementes, foram realizadas as seguintes avaliações:

a) peso hectolítrico: determinado em balança de 0,25 L, com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida);

b) massa de 1000 sementes: obtida mediante a contagem e pesagem de oito repetições de 100 sementes de trigo. A média desses valores foi multiplicada por 10 para obtenção do valor da massa de 1000 sementes (BRASIL, 2009);

c) germinação: conduzido a 20 °C com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, semeadas em rolos de papel toalha Germitest, embebidos com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. As percentagens de plântulas normais foram determinadas em duas contagens, no quarto e no oitavo dia após a semeadura (BRASIL, 2009);

d) primeira contagem de germinação: corresponde ao percentual de plântulas normais obtidas no quarto dia de contagem do teste de germinação (BRASIL, 2009);

e) teste de envelhecimento acelerado: foi realizado utilizando-se caixas plásticas, tipo Gerbox, com suportes telados, contendo ao fundo 40 mL de água (MARCOS FILHO, 1999). Sobre a tela foi distribuída, uniformemente, uma camada de sementes. Em seguida, as caixas foram fechadas de modo a se obter cerca de 100% de UR em seu interior e colocadas em estufa incubadora, regulada a 43°C por 48 horas (LIMA et al., 2006). Ao término desse período, foi determinado o teor de umidade das sementes pelo método padrão de estufa (BRASIL, 2009) e as sementes foram submetidas ao teste de germinação, com contagem das plântulas normais no quarto dia após a semeadura;

f) teste de frio: foram distribuídas amostras com 50 sementes de cada uma das quatro repetições por tratamento, entre folhas de papel-toalha. A quantidade de água no substrato foi correspondente a 2,5 vezes a sua massa seca. Após o preparo, os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos (para reduzir a evaporação) e transferidos para câmara fria a 5 °C por sete dias. Após esse período foi conduzido o teste de germinação com a determinação do número de plântulas normais aos quatro dias;

g) emergência de plântulas no campo: em ambiente protegido (casa-de-vegetação), foram semeadas 100 sementes de trigo em caixas plásticas contendo terra e areia, a 3 cm de profundidade. Foram computados o número de plantas emergidas aos 7 e 14 dias após a semeadura.

h) condutividade elétrica: foi conduzido pelo método de condutividade de massa, em quatro amostras de 25 sementes por repetição dos tratamentos. Após a pesagem de cada amostra, as sementes foram colocadas em copos contendo 75 mL de água deionizada e, a seguir, mantidas em câmara de germinação, a temperatura constante (20 °C), durante 24 horas. Ao final deste período, foi determinada a condutividade elétrica da solução de embebição das sementes mediante o uso de um condutímetro modelo CD 300. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$  de sementes;

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, seguindo o delineamento experimental de blocos ao acaso com parcela subdividida, com quatro repetições para a produtividade de sementes, peso hectolítrico, massa de 1000 sementes e teor de nitrogênio das sementes e delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições para as variáveis referentes a qualidade fisiológica de sementes. As análises foram realizadas com o auxílio do programa computacional SISVAR.

#### 5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito de interação entre as cultivares e as proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura somente para a característica produtividade de sementes (Tabela 5.1). No entanto, para a característica massa de 1000 sementes houve efeito isolado de cultivares e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura.

**Tabela 5.1** – Médias de produtividade de sementes (PRO), peso hectolítrico (PH), massa de 1000 sementes (MMS) e teor de nitrogênio das sementes (TNS) em função de cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura, Maripá-PR, 2009.

<b>Tratamentos</b>	<b>PRO</b>	<b>PH</b>	<b>MMS</b>	<b>TNS</b>
<b>Adubação Nitrogenada (AN)</b>	(Kg/ha)	(Kg/hl)	(g)	(%)
P1	1293,50	77,5	31,21 b	3,19
P2	1421,27	77,94	31,33 b	3,18
P3	1776,06	78,00	31,54 b	3,08
P4	1123,92	78,87	32,50 a	3,32
P5	1594,07	77,90	32,52 a	3,16
<b>Cultivares</b>				
IPR 136	1628,57	78,24	32,36 a	3,45 a
IPR 130	1674,41	78,23	32,34 a	3,30 b
CD 105	1022,31	77,65	30,76 b	3,19 c
<b>Valores de F</b>				
AN	14,98**	2,9 <sup>ns</sup>	14,52**	1,02 <sup>ns</sup>
Cultivar	3,35**	1,89 <sup>ns</sup>	3,76*	25,70**
AN x Cultivar	9,34**	1,09 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>
CV (%)1	18,99	1,14	3,39	3,53
CV (%)2	15,78	1,62	3,61	3,62

n.s, \*, \*\* não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. As médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente distintas entre si de acordo com o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. P1- dose total de nitrogênio (80 Kg/ha) aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2- ¼ no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3- ½ aos 20 DAE + ½ ano emborrachamento; P4- ¼ aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

Na tabela 5.2 é apresentado o desdobramento da interação entre cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura para a produtividade de sementes. De acordo com Lopes (1996), um dos principais fatores para obtenção de altos rendimentos em qualquer cultura é a adubação a ser aplicada à mesma. A cultivar IPR 136 obteve maior produtividade de sementes quando o N foi aplicado em P3 (½ da dose aos 20 DAE + ½ ano emborrachamento). Para o genótipo IPR 130 maiores rendimentos de sementes foram obtidos quando a aplicação do N foi feita em duas ocasiões: em P3 (½ da dose aos 20 DAE + ½ ano emborrachamento) e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento (Tabela 5.2). As diferentes épocas de aplicação da adubação nitrogenada não afetaram a produtividade da cultivar CD 105, sendo neste caso, viável uma única aplicação da

adubação reduzindo assim, o custo de uma aplicação adicional. As diferenças entre cultivares podem estar relacionadas à capacidade individual de absorção e partição do N, que é definido geneticamente. Freitas et al. (1994), avaliando resposta na utilização do nitrogênio de dez genótipos de trigo verificaram que as cultivares IAC-60, IAC-161 e IAC-162 responderam para produção de grãos à aplicação das doses de 60 e 120 kg/ha de N e os demais genótipos, somente até a dose 60 kg/ha de nitrogênio.

**Tabela 5.2** – Desdobramento da interação entre cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para produtividade de sementes (Kg/ha). Maripá-PR, 2009.

Adubação Nitrogenada	Cultivares		
	IPR 136	IPR 130	CD 105
<b>P1</b>	181137 aB	1117,33 bC	951,37 bA
<b>P2</b>	1677,57 aB	1481,96 aB	1104,27 bA
<b>P3</b>	2219,84 aA	2096,61 aA	1011,73 bA
<b>P4</b>	851,12 bC	1564,29 aB	956,34 bA
<b>P5</b>	1582,53 bB	2111,87 aA	1087,83 cA

Letras iguais minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. P1- dose total de nitrogênio (80 Kg/ha) aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2- ¼ no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3- ½ aos 20 DAE + ½ ano emborrachamento; P4- ¼ aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

A menor produtividade de sementes das cultivares IPR130 e IPR136 com as maiores proporções de N aplicadas no estágio do perfilhamento pode ser explicada também pela ocorrência de 59 mm de chuva três dias após a aplicação de nitrogênio, o que possivelmente pode ter contribuído para o processo de lixiviação, limitando o aproveitamento de N pela planta. Corroborando com esses resultados Mundstock (1999), afirmam que o parcelamento do adubo nitrogenado proporciona uma maior eficiência na absorção e, conseqüentemente, na assimilação do nutriente pelo trigo e, em anos chuvosos evita a perda do nitrogênio por lixiviação. De acordo com Fernandes (2006), os nutrientes absorvidos pelas raízes no início do ciclo da cultura não são suficientes para suprir as necessidades de enchimento de grãos. Desta forma, a aplicação parcelada de nutrientes poderia manter a taxa de fotossíntese por um período maior e se refletir em um aumento de produção de

grãos. Esperava-se que a adubação nitrogenada realizada no estágio de perfilhamento favorecesse o rendimento de grãos por meio de estímulos aos componentes de produção. Segundo Franceschi et al. (2009), disponibilidade de N nas fases iniciais de desenvolvimento das plantas promove um maior acúmulo de biomassa, crescimento foliar e maior afilhamento o qual tem influência na produtividade.

Para a forma de parcelamento P1 a cultivar IPR 136 apresentou maior produtividade de sementes, enquanto que o genótipo IPR 130 foi o mais produtivo em P4 e P5.

As cultivares IPR136 e IPR130 apresentaram maior produtividade de sementes que a CD105 na maioria das proporções de parcelamento estudadas (Tabela 5.2). Vários estudos realizados sobre a resposta de cultivares de trigo a diferentes níveis de adubação mostram que as cultivares apresentam comportamento diferenciado de acordo com as doses e épocas de aplicação, tais como a baixa resposta ao nitrogênio, na fase inicial de cultivo, quando o teor do nutriente no solo é médio a alto (FREITAS, 1990; YANO et al. 2005). Além disso as cultivares possuem potencial produtivo diferenciado.

Os genótipos em estudo apresentaram produtividades (médias entre 1022,31 e 1674,41 Kg/ha), abaixo da média do Estado do Paraná (1955 Kg/ha) para o ano de 2009. Todavia, deve-se destacar que as condições climáticas ocorridas durante o ciclo da cultura, foram desfavoráveis à mesma, o que pode ser comprovado pela menor produtividade média do estado em relação ao ano de 2010 (com produtividade média de 2891 Kg/ha) (CONAB, 2011). Os fatores climáticos acarretaram efeitos negativos sobre o rendimento de sementes e favoreceram à incidência de doenças fúngicas como a brusone (*Magnaporthe grisea*), que pode causar reduções no rendimento. De acordo com Torres et al. (2009), especificamente quanto à safra 2009, as condições de clima foram extremamente favoráveis à ocorrência da brusone. A elevada umidade e longos períodos de molhamento foliar e de espiga, associadas à temperatura em torno de 25°C, tornam o ambiente favorável ao patógeno. Quando essas condições climáticas são reunidas por ocasião do espigamento do trigo, e havendo grande pressão de inóculo, a eficiência do uso de fungicidas é reduzida e os produtos indicados para controle destas doenças têm baixa eficiência.

Os valores de PH, expressos pela massa de 100 litros das sementes, não apresentaram diferenças significativas em função das épocas de aplicação de N (Tabela 5.1). De acordo com Schuch et al. (1999), o peso de sementes, normalmente não sofre modificação ou é reduzido pelo acréscimo na fertilização nitrogenada. Em aveia, este fenômeno decorre do enchimento incompleto dos grãos, devido ao maior número de perfilhos ou de grãos por panícula em altos níveis de fertilização nitrogenada (OHM, 1976). Kolchinski e Schuch (2003), estudando o efeito da fertilização nitrogenada sobre atributos qualitativos das sementes de aveia branca, verificaram que o incremento nas doses de adubação nitrogenada (até 73 Kg/ha) reduziu o peso hectolítrico. Por outro lado, Nakagawa et al. (2000), avaliando efeito da adubação nitrogenada em cobertura sobre a produção e a qualidade das sementes de aveia-preta, verificaram que o peso hectolítrico não foi significativamente afetado pelas doses de N testadas (0, 20, 30, 40, 50 e 60 kg/ha).

A massa de 1000 sementes permite definir a melhor densidade de sementes na semeadura do trigo e também é um indicador a qualidade por expressar o enchimento da semente. Para esta variável, verificou-se que houve efeito significativo de cultivar e parcelamento da adubação de N em cobertura (Tabela 5.1). Com relação as diferenças entre os genótipos, foi verificado que as cultivares IPR 130 e IPR 136 apresentaram médias gerais de massa de 1000 semente superiores a CD 105 (30,76 g), com 32,34 e 32,36 gramas respectivamente, o que contribuiu para a maior produtividade de sementes dessas cultivares. Esta diferença entre as cultivares pode ser explicada pelo fato de que a massa de 1000 sementes é uma medida que apresenta forte controle genético (MacRITCHIE, 1980). De acordo com Bassoi et al. (2009), as cultivares de trigo IPR 136 e IPR 130 apresentam média de massa de 1000 sementes de 35 gramas e o genótipo CD 105 40 gramas (RCBPTT, 2005). Estes são valores superiores aos encontrados no presente trabalho provavelmente devido interferência das condições ambientais, que acarretaram efeitos sobre o desenvolvimento das plantas. Megda et. al. (2009), testando duas épocas de aplicação da adubação nitrogenada em trigo, verificaram efeito significativo de cultivares para a massa de 1000 sementes. Souza et al. (2010), avaliando os efeitos da calagem e da adubação nitrogenada sobre a qualidade fisiológica das sementes de três genótipos de arroz, também observaram diferenças significativas entre cultivares.

Os maiores valores da massa de 1000 sementes foram obtidos com as formas de parcelamento do nitrogênio P4 ( $\frac{1}{4}$  da dose de N aos 20 DAE e o restante no emborrachamento) e tratamento P5 (dose total de N aplicada no emborrachamento), em que o nitrogênio foi aplicado em maior quantidade na fase reprodutiva do trigo (Tabela 5.1). Isto demonstra que a adubação nitrogenada tardia pode aumentar o valor comercial do produto e o rendimento nas lavouras. Estes dados corroboram com as observações de Didonet et al. (2000), de que o aumento da massa de grãos está normalmente associado a uma disponibilidade maior de N durante a fase de floração e o início do enchimento de grãos. Tais resultados podem estar relacionados ao fato de que a exigência nutricional da maioria das culturas torna-se mais intensa com o início da fase reprodutiva, sendo mais crítica por ocasião da formação das sementes, quando uma grande quantidade de nutrientes, principalmente de fósforo e de nitrogênio são para elas translocados (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Além disso, a aplicação tardia de N pode aumentar a massa da semente, em função da manutenção da área foliar ativa por um período mais longo (McMASTER, 1997), que preserva o metabolismo da folha e a taxa de fotossíntese e garante o melhor enchimento das sementes.

Os aumentos no rendimento de sementes obtidos com coberturas tardias deveram-se principalmente a maior massa de sementes, como pode ser constatado na Tabela 5.1. Os resultados obtidos estão de acordo com Yano et al. (2005), que testando diferentes fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para a cultivar do trigo CD 104, concluíram que a aplicação de N na época do emborrachamento propiciou uma maior massa de 1000 sementes relação às aplicações antecipadas. Teixeira Filho et al. (2009), avaliando a resposta de quatro cultivares de trigo irrigado à adubação nitrogenada, não verificaram efeito significativo das diferentes doses e fontes de nitrogênio testadas na massa de 1000 grãos, no entanto, observaram diferença significativa entre as cultivares estudadas. Já Kolchinski e Schuch (2003), avaliando o efeito da adubação nitrogenada sobre atributos qualitativos dos grãos e das sementes de quatro cultivares de aveia branca, verificaram que o incremento nas doses de adubação nitrogenada reduziu o peso do hectolítrico e aumentou a concentração de proteína nas cariopses, porém não afetou o rendimento industrial e a qualidade fisiológica das sementes de aveia branca.

A cultivar IPR 136 apresentou maiores teores N com média de 3,45%, seguido de IPR 130 (3,30%) e CD 105 (3,19%) (Tabela 5.1). Esta variação

entre as cultivares pode ser explicada pelas diferenças entre genótipos com relação as variações quantitativas e qualitativas em termos da composição das subunidades das proteínas que é controlada geneticamente (BRUNORI et al., 1989). O N possui papel fundamental no metabolismo vegetal por participar diretamente na biossíntese de proteínas e clorofilas (ANDRADE et al., 2003) e há uma forte associação entre a concentração de proteínas e os teores de de N das sementes. O conteúdo de proteína das sementes, pode afetar a qualidade, uma vez que as proteínas de reserva são hidrolisadas durante o processo de germinação. Portanto, a redução da quantidade de proteína na semente pode ocasionar-lhe deterioração mais rápida (FIDELIS et al., 2010).

O parcelamento da adubação com nitrogênio em cobertura não afetou o teor de N e, conseqüentemente a concentração de proteínas das sementes, possivelmente porque foi verificado baixa produtividade de sementes para as cultivares estudadas. Segundo Kelling e Fixen (1992), quando a necessidade de N para o crescimento da planta e a rendimento de grãos é satisfeita, a adição de N é então, usada para aumentar a concentração de proteína no grão. Resultados semelhantes foram obtidos por Nakagawa et al. (2000) avaliando efeito da adubação nitrogenada em cobertura em aveia-preta, verificaram que o teor de proteína das sementes não foi significativamente afetado pelas doses de N utilizadas (0, 20, 30, 40, 50 e 60 kg/ha). Já Kolchinski e Schuch (2003), constataram que o incremento na dosagem de adubação nitrogenada elevou a concentração de proteínas nas cariopses em aveia branca, porém a produção de proteína não afetou a qualidade fisiológica das sementes. Schuch et al. (1999), verificaram que o acúmulo de nitrogênio nos tecidos vegetativos e nas sementes e a remobilização do nitrogênio para as sementes aumentaram com a adubação nitrogenada em cultivares de aveia.

As cultivares de trigo avaliadas (IPR 136, IPR 130 e CD 105), as diferentes épocas de aplicação do nitrogênio em cobertura, bem como a interação entre esses fatores, não influenciaram a porcentagem de germinação (GE) e o vigor das sementes, verificado pelos testes de primeira contagem (PC), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência no campo (EC) e condutividade elétrica (CE) (Tabela 5.3). Resultados semelhantes foram obtidos por Nakagawa et al. (1994) na cultura da aveia-preta e Crusciol et al. (2003) em feijão. A não influência da adubação nitrogenada sobre a germinação também foi observada em outras

culturas como: arroz (SOUZA et al., 2010), aveia branca (KOLCHINSKI; SCHUCH, 2004) e feijão (AMBROSANO et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2003).

O valor médio do percentual de germinação obtido no experimento foi de 94,33%. Considerando que a média de germinação variou de 96,33% a 92,16%, entre os tratamentos (Tabela 5.3) e o valor mínimo para a comercialização de sementes de trigo é de 80%, todos os tratamentos proporcionaram sementes aptas para comercialização.

Verificou-se neste experimento que a germinação das sementes submetidas ao teste de frio não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 5.3), que apresentaram valores próximos entre si. Estes resultados foram contrários ao trabalho de Bono et al. (2008), os quais verificaram que a adubação nitrogenada aumentou a quantidade de sementes germinadas em condições adversas (no teste de frio em milho).

Para o teste de envelhecimento acelerado todas os tratamentos apresentaram alta qualidade, não havendo diferenças significativas entre os genótipos e as formas de parcelamento da adubação nitrogenada. Os resultados são coerentes com os trabalhos de Nakagawa et al. (1994) e de Nagakawa et al. (2000), que não verificaram a influência da aplicação de N nos resultados do teste de envelhecimento acelerado. Kolchinski e Schuch (2003), estudando o efeito da fertilização nitrogenada sobre atributos qualitativos das sementes em aveia branca, verificaram que o incremento nas doses de adubação nitrogenada não afetou a qualidade fisiológica das sementes, avaliada pela germinação e vigor (envelhecimento acelerado). Também Silva et al. (2001), testando diferentes doses e épocas de aplicação de N em aveia-preta, concluíram que germinação das sementes submetidas aos testes de envelhecimento acelerado e primeira contagem, não foram afetados pela adubação nitrogenada.

**Tabela 5.3** – Médias de germinação (GE), primeira contagem do teste de germinação (PC), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas no campo (EC) e condutividade elétrica (CE) de sementes de trigo em função das cultivares e proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura. Maripá-PR, 2009.

Tratamentos	GE	PC	TF	EA	EC	CE
<b>Adubação Nitrogenada (AN)</b>	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	( $\mu\text{s/cm/g}$ )
P1	92,16	79,16	94,05	90,00	93,08	26,33
P2	95,50	87,20	95,55	90,88	90,10	28,40
P3	93,83	79,00	96,00	90,00	88,91	28,00
P4	96,33	86,16	93,83	91,66	91,00	27,42
P5	93,83	83,50	95,16	93,11	88,11	26,67
Cultivares						
IPR 136	94,50	80,20	95,20	91,46	90,20	27,95
IPR 130	93,60	83,62	94,26	90,03	91,77	25,62
CD 105	94,90	85,20	95,30	91,90	88,75	28,53
Valores de F						
Tratamento	2,12 <sup>ns</sup>	1,65 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	1,86 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>
Cultivar	0,59 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	1,90 <sup>ns</sup>	1,99 <sup>ns</sup>
Tratamento x Cultivar	1,90 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>
CV (%)	4,09	12,43	4,48	5,21	5,44	17,79

n.s, \*, \*\* não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. As médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente distintas entre si de acordo com o teste de Scott knott, a 5% de probabilidade. P1- dose total de nitrogênio (80 Kg/ha) aplicada aos 20 DAE (dias após a emergência); P2- ¼ no emborrachamento e o restante aos 20 DAE; P3- ½ aos 20 DAE + ½ ano emborrachamento; P4- ¼ aos 20 DAE e o restante no emborrachamento e P5- dose total de N aplicada no emborrachamento.

As épocas de aplicação da adubação nitrogenada também não apresentaram efeito significativo sobre o porcentual de emergência de plântulas no campo das cultivares testadas (Tabela 5.2), corroborando com o trabalho de Carvalho et al. (2001) na cultura do feijão, que não observaram diferenças significativas em relação ao efeito do N neste teste. Segundo Bono et al. (2008), a emergência a campo é o teste de vigor mais recomendado para ser utilizado, pois é o que está mais correlacionado com a semeadura no campo.

As proporções de parcelamento de adubação nitrogenada em cobertura influenciaram o rendimento e a massa de 1000 sementes, contudo, não afetaram a qualidade fisiológica das sementes de trigo. As plantas de maneira geral apresentam, como instinto de sobrevivência, a habilidade de reduzir a quantidade de

sementes produzidas em detrimento da qualidade, produzindo assim sementes viáveis e vigorosas que garantam a perpetuação da espécie. Fato esse que pode ser constatado pela baixa produtividade obtida em todos os tratamentos e pela manutenção da qualidade fisiológica das sementes.

Mesmo os cultivares que geneticamente já apresentam potencial diferenciado de acúmulo de proteínas não apresentaram variações na qualidade fisiológica das sementes. Possivelmente, tanto as variações entre cultivares quanto os efeitos das proporções de parcelamento sejam mais evidentes em condições mais limitantes de disponibilidade de N, como, por exemplo, em solos com baixo teor de matéria orgânica, após cultivos sucessivos de gramíneas, ou na ausência de adubação nitrogenada na semeadura.

## 5.5 CONCLUSÕES

As proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura em cultivares com diferentes qualidades industriais não afetam a qualidade fisiológica e o PH de sementes de trigo.

As proporções de parcelamento P4 ( $\frac{1}{4}$  da dose de N aos 20 DAE e o restante no emborrachamento) e P5 (dose total de N aplicada no emborrachamento) aumentaram significativamente a massa da 1000 sementes.

As cultivares IPR130 e IPR 136 apresentam maior produtividade, massa de 1000 sementes e teor de N nas sementes que a CD105.

A adubação nitrogenada de cobertura em P3 e P5 para a cultivar IPR130 e em P3 para a IPR136 favorecem o rendimento de sementes

## 5.6 REFERÊNCIAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods**. St. Paul Minn. 1995.

AMARAL, A. dos S.; PESKE, S. T. Testes para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.6 n.1, p. 12-15, 2000.

AMBROSANO, E.J.; AMBROSANO, G.M.B.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MARTINS, A.L.M. & SILVEIRA, L.C.P. Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC Carioca. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.393-399, 1999.

ANDRADE, W.E.B.; SOUZA-FILHO, B.F.; FERNANDES, G.M.B.; SANTOS, J.G.C. **Avaliação da produtividade e da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro submetidas à adubação NPK**. In: COMUNICADO TÉCNICO. Niterói: PESAGRO-RIO, n. 248, 1999. p.5.

BASSOI, M.C., RIEDE, C.R., CAMPOS, L.A.C., FRONZ, V., TAVARES, L.C.V., SHIOGA, P.S., MIRANDA, L.C., SCHOLZ, M.B.S., BECKERT, O.P., OKUYAMA, L.A., MACHADO, J.C., SCHEEREN, P.L., POLA, J.N., SERA, G.H., MIRNADA, M.Z., AZAMBUJA, J.F.S.; DENGLER, R.U. **Cultivares de trigo Embrapa e IAPAR Documento, 311**. Embrapa Soja, Londrina, 2009, 56p.

BONO, J.; RODRIGUES, A., MAUAD, M., ALBUQUERQUE, J., YAMAMOTO, C., CHERMOUTH, K., FREITAS, M. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Agrarian**, v., n.2, p.91-102,2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399p.

BRUNORI, A.; GALTERIO, G.; ZANNETTINO, C.; POGNA, N. E. Bread-making quality indices in *Triticum aestivum* progenies: implications in breeding for better bread wheat. **Plant Breeding**, Berlin, v.102, n. 3, p.222-231, 1989.

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

CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N.C.B.; BASSAN, D.A.C. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v.25, p.617-624, 2001.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2009/2010**. 2011. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 2 fev. 2011.

CRUSCIOL, C.A.C.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; LEMOS, L.B.; MARUBAYASHI, O.N. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 108-115, 2003.

DELOUCHE, J.C. Environmental effects on seed development and seed quality. **HortScience**, Alexandria, v.15, n.6, p. 775-780, 1980.

DELOUCHE, J.C. Metodologia de pesquisa em sementes: III. Vigor, envigoramento e desempenho no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.3, n.2, p.57-64, 1981

DIDONET, A.D. Revisão sobre aspectos fisiológicos envolvendo qualidade e teor protéico do grão de trigo. In: SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 249-255.

ERNANI, P.R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para a macieira**. Lages: Graphel, 2003. 76p.

FERNANDES, M. S. (ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. v. 1. 432 p.

FIDELIS, R.R.; OLIVEIRA, T.C.; LUI, J.J.; RODRIGUES, A.M.; BARROS, H.B.; CANCELIER, E.L. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 531-538, 2010.

FRANCESCHI, L.de.; BENIN,G.; GUARIENTI, E.; MARCHIORO,V.S.; MARTIN, T.N. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.4, p.1624-1631, 2009.

FREITAS, J.G. **Doses de nitrogênio e comportamento de genótipos de trigo**. 1990. 136p. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, 1990.

FREITAS, J.G.; CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; TULMANN NETO, A.; PETTINELLI JUNIOR, A.; CASTRO, J.L. Produtividade e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p.281-290, 1994.

FRONZA, V.; CAMPOS, L.A.C.; RIEDE, C.R. (Org.). **Informações técnicas para 2008: trigo e triticale**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2008. (DOCUMENTO/EMBRAPA SOJA, n. 301). 147 p.

GUARIENTI, E.M. **Qualidade industrial de trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. 36p. (EMBRAPA-CNPT. Documento , 27).

IAPAR- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Zoneamento da cultura do trigo, 2011. Disponível em <  
<http://www.iapar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1088>>.  
Acesso em: 5 fev. 2011.

KELLING, K.A.; FIXEN, P.E. Soil and nutrient requirements for oat production. In: MARSHALL, H.G.; SORRELIS, M.E. (Ed.). **Oat science and technology**. Madison : ASA/CSSA, 1992. Cap.6, p.165-190. (Agronomy, 31).

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B. Eficiência no uso do nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v.27, p.1033-1038, 2003.

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

LOPES, A. S. **Guia das melhores técnicas agrícolas**. São Paulo: ANDA, 1996. 27p.

McMASTER, G.S. Phenology, development and growth of the wheat (*Triticum aestivum* L.) shoot apex: a review. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.59, p.63-118, 1997.

MacRITCHIE, F. Psysicochemical aspectos of some problems in wheat research. **Advances in Cereal Science and Tecnology**. Saint Paul: American Association Cereal Chemistry, 1980. v.3, p. 271-326.

MANDARINO, J.M.G. **Aspectos importantes para qualidade do trigo**. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1993. 32p. (Documentos, 60).

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-21.

MEGDA, M.M.; SALATIÉR, B.; 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**, Lavras, v.33, n.4 p. 1055-1060, 2009.

MOREIRA, D.R. ; CARDOSO, V.J.M. Estresse hídrico e produtividade em triticum aestivum cv. anahuac e triticum durum CV. IAC 1003. **Naturalia**, Rio Claro, v.32, p. 23-34, 2009.

MUNDSTOCK, C.M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: **Evangraf**, 1999. 227p.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, R.J. Produção e qualidade de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.95-101, 1994.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, R.J. Adubação nitrogenada no perfilhamento da aveia-preta em duas condições de fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1071-1080, 2000.

RCBPTT- REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Indicações técnicas da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo: trigo e triticale**. Cruz Alta, 2005. 162 p.

OHM, H.W. Response of 21 oat cultivars to nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, p.773-775, 1976.

OLIVEIRA, A. P.; PEREIRA, E. L.; BRUNO, R. L.A; ALVES, E.U.; COSTA, R. F. ; LEAL, F. R. F. Produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão-vagem em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 01, p. 49-55, 2003.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.101-137.

RAMOS, M. Efeitos do nitrogênio e fósforo sobre características agronômicas da variedade de trigo IAC 54 e suas relações com a produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.8, n.1, p.213-216, 1973.

SÁ, J. C. M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1996, 96p.

SCALCO, M.S.; FARIA, M.A.; GERMANI, R.; MORAIS, A.R. Produtividade e qualidade industrial do trigo sob diferentes níveis de irrigação e adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.400-410, 2002.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S. Vigor de sementes e adubação nitrogenada em aveia-preta (*Avena strigosa Schreb.*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 127-134, 1999.

SILVA, R. H.; ZUCARELI, C.; NAKAGAWA, J.; SILVA, R. A.; CAVARIANI, C. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na produção e qualidade fisiológica de sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, 2001.

SOUZA, L.C.D.; SÁ, M.E.; MARTINS, H.S.D.; ABRANTES, F.L.; SILVA, M.P.; ARRUDA, N. Produtividade e qualidade de sementes de arroz em resposta a doses de calcário e nitrogênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 27, 2010.

TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R.C.F.; FREIAS, J.G.; ARF, O.; SÁ, M.E. Resposta de cultivares de trigo irrigado por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n.3, p.421-425, 2007.

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

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

TORRES, G. A. M.; SANTANA, F. M.; FERNANDES, J. M. C.; SÓ E SILVA, M. **Doenças da espiga causam perda de rendimento em trigo nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, em 2009**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 255). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co255.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co255.htm)>.

WARRAICH,E.A; BASRA, S.M.A. ; AHMAD, N; AHMED, R.; AFTAB,M. Effect of Nitrogen on Grain Quality and Vigour in Wheat (*Triticum aestivum* L.). **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 4, n. 4, p 517-520, 2002.

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**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 141-148, 2005.

ZOZ, T.; SEIDEL, E. P.; FEY, R.; COSTA, L.; STEINER, F. **Utilização da adubação foliar com NPK na cultura do trigo**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DA CADEIA DO TRIGO, 4., 2009, Cascavel. **Anais...**Cascavel, 2009.

## 6 CONCLUSÕES GERAIS

As proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura não afetam o PH, a massa de 1000 sementes, a massa de grão/espiga, o n° de espiga/m<sup>2</sup>, o ciclo ao espigamento e o grau de acamamento dos genótipos.

Os genótipos IPR 136 e LD 052114 apresentaram maiores rendimentos de grãos quando o N foi aplicado em uma única vez em P1 e P5 respectivamente.

Para as cultivares BRS Louro, IPR 130 e CD 105 as diferentes épocas de adubação nitrogenada não afetaram a produtividade de grãos.

A adubação nitrogenada de cobertura em P1, P2 e P5 para a cultivar IPR 144 favoreceu a produtividade de grãos.

As diferentes proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura não afetaram a qualidade tecnológica das cultivares de trigo com diferentes qualidades industriais.

A qualidade tecnológica foi superior para a cultivar IPR136 e inferior para a CD105 nas duas localidades, seguindo comportamento da classificação industrial.

As proporções de parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura e nas cultivares com diferentes qualidades industriais não afetam a qualidade fisiológica e o PH de sementes de trigo.

As proporções de parcelamento P4 (¼ da dose de N aos 20 DAE e o restante no emborrachamento) e P5 (dose total de N aplicada no emborrachamento) aumentaram significativamente a massa da 1000 sementes.

As cultivares IPR130 e IPR 136 apresentam maior produtividade, massa de 1000 sementes e teor de N nas sementes que a CD105.

A adubação nitrogenada de cobertura em P3 e P5 para a cultivar IPR130 e em P3 para a IPR136 favorecem o rendimento de sementes