



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ANDRÉ MATEUS PRANDO

**DOSES DE NITROGÊNIO E FORMAS DE UREIA EM
COBERTURA EM GENÓTIPOS DE TRIGO**

Londrina
2010

ANDRÉ MATEUS PRANDO

**DOSES DE NITROGÊNIO E FORMAS DE UREIA EM
COBERTURA EM GENÓTIPOS DE TRIGO**

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

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Co-orientador: Dr. Vanoli Fronza

Londrina
2010

ANDRÉ MATEUS PRANDO

**DOSES DE NITROGÊNIO E FORMAS DE UREIA EM COBERTURA
EM GENÓTIPOS DE TRIGO**

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

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Claudemir Zucareli – UEL

Pesquisador Dr. Fábio Alvares de Oliveira
EMBRAPA Soja

Pesquisador PhD. Manoel Carlos Bassoi
EMBRAPA Soja

Pesquisador Dr. Juarez Campolina Machado
IAPAR

Prof. Dr. Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi
UEL

Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Orientador
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 24 de fevereiro de 2010.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, por cada dia, por todas as belas manhãs, pelo ar puro, pela saúde e força para enfrentar momentos difíceis, mostrando que com esperança, dedicação, amor e com fé é possível superar as dificuldades.

Agradeço ao meu orientador Claudemir Zucareli, ao meu co-orientador Vanoli Fronza e aos colaboradores Manoel Carlos Bassoi e Fábio Alvares de Oliveira não só pela constante orientação neste trabalho, mas sobretudo pela sua amizade. Agradeço aos mesmos também pela atenção e paciência e, por transmitir seus conhecimentos, os quais contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal.

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

A Embrapa Soja pelo estágio e pela parceria na realização dos ensaios.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meus pais, Carmelindo e Dorivalda, que me ensinaram a dar os primeiros passos, que me educaram, por sempre acreditarem em mim e serem as pessoas mais amadas.

Aos meus irmãos, que muito me apoiaram para que eu estudasse e que conseguisse chegar até aqui, também agradeço pela ajuda. E por toda a minha família tios, cunhados e sobrinhos pelo carinho e pelas risadas.

Aos meus amigos Denis, Leandro, Luis, Eliege, Ricardo e muitos outros que me acompanharam em momentos difíceis e alegres, que muito me ajudaram, me distraíram e tornaram meus dias mais felizes, durante o tempo longe de casa.

Aos colegas de trabalho da Embrapa Soja Luciano, Sandro, Ésio, Fernando, Denílson, Márcio, Zuca, Miguel e Rubens, pelos conhecimentos e pela boa convivência, assim como muitos outros amigos da Embrapa. E por todos os funcionários da Embrapa Soja que com muita disposição transmitiram algum ensinamento e auxílio quando necessário.

Aos funcionários e estagiários da UEL Geraldo, Bié, João, Barbara, Viviane, Rafael Toda e Rafael Tomonaga pelo auxílio nos trabalhos.

Ao IAPAR em especial ao pesquisador Alberto e aos funcionários do laboratório de sementes, por permitir, ensinar e auxiliar na realização das análises de sementes.

Também agradeço a todas as pessoas, que com certeza foram muitas, que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho e o cumprimento do curso, agradeço.

PRANDO, André Mateus. **Doses de nitrogênio e formas de ureia em cobertura em genótipos de trigo.** 2010. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

RESUMO

A utilização de cultivares mais responsivas na absorção e utilização de nutrientes, juntamente com práticas culturais adequadas e a utilização de insumos mais eficientes são estratégias para reduzir custos e maximizar a produção e a qualidade do trigo produzido no Brasil. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de adubação nitrogenada em cobertura, provenientes de diferentes formas de ureia, no desempenho agrônômico e na qualidade industrial de genótipos de trigo em sistema de semeadura direta após a cultura da soja. Foram avaliados três genótipos de trigo (cultivares BRS 208 e BRS Pardela e a linhagem IWT 04008), em dois locais (Londrina e Ponta Grossa - PR) totalizando seis experimentos. Foram avaliadas três formas de ureia em cobertura (ureia convencional, ureia com inibidor de urease e ureia protegida) com quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) aplicadas no perfilhamento (20 dias após a emergência). Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 4 (três formas de ureia x quatro doses), com quatro repetições. Foram avaliados: estande de plantas, massa e teor de N da folha bandeira, ciclo até o espigamento e até a maturação, alturas e acamamento de plantas, componentes do rendimento e produtividade. Foi avaliada a qualidade industrial das cultivares (BRS 208 e BRS Pardela) em Ponta Grossa-PR. As cultivares BRS 208 e BRS Pardela são mais produtivas que a linhagem IWT 04008. O incremento das doses de N influencia positivamente a duração do ciclo, a massa seca da folha bandeira, o número de espigas m⁻² e o teor de nitrogênio do grão, porém, aumenta o acamamento de plantas com redução na massa de mil grãos, no rendimento e no peso do hectolitro em Londrina-PR. O incremento das doses de N aplicadas em cobertura influencia positivamente a massa seca da folha bandeira, o número de espigas m⁻² e o rendimento de grãos e, negativamente sobre o peso do hectolitro do trigo em Ponta Grossa-PR. A forma de ureia aplicada em cobertura não interfere nas características agrônômicas independente do genótipo e do local. A cultivar BRS Pardela apresenta maior peso do hectolitro, teor de glúten, tenacidade e índice de elasticidade, e menor extensibilidade, número de queda e índice de dureza que a cultivar BRS 208. O incremento das doses de N aplicadas em cobertura aumentou a cor branca e vermelha da farinha e reduziu a cor amarela, e para a BRS 208 aumentou linearmente a porcentagem de proteína e reduziu o peso do hectolitro. As formas de ureia aplicadas em cobertura não interferem nas características industriais das cultivares BRS 208, BRS Pardela.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Inibidor de urease. Ureia protegida. Adubação nitrogenada. Qualidade industrial do trigo.

PRANDO, André Mateus. **Nitrogen levels and forms of urea in top dressing in wheat genotypes**. 2010. 82p. Dissertação (Master`s degree in Agronomy – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010).

ABSTRACT

Using materials more responsive in the absorption and utilization of nutrients, along with proper cultural practices and use of inputs are more efficient strategies to reduce costs and maximize production and quality of wheat produced in Brazil. The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen fertilization in topdressing from various forms of urea in the agronomic performance and the industrial quality of wheat genotypes in no till after soybean. We evaluated three genotypes of wheat (BRS 208 and BRS Pardela and line IWT 04008), in two locations (Londrina and Ponta Grossa - PR) in six experiments. We evaluated three forms of urea in coverage (urea conventional, urea with urease inhibitor and urea protected) with four N levels (0, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹) applied at tillering (20 days after emergence). We used a randomized block design in a factorial 3 x 4 (three forms of urea x four levels), with four replications. Were evaluated: plant stand, mass and N content of flag leaf, round up to heading and to maturity, height and lodging of plants, yield components and productivity. We evaluated the quality of industrial cultivars (BRS 208 and BRS Pardela) in Ponta Grossa-PR. Cultivars BRS 208 and BRS Pardela are more productive than line IWT 04008. The increasing levels of N influences positively the cycle, the dry mass of the flag leaf, the number of spikes m⁻² and the nitrogen content of grain, however, increases the lodging of plants with reduced mass 1000 grain in yield and test weight in Londrina-PR. The increase levels of nitrogen in topdressing will positively influence the dry mass of flag leaf, the number of spikes m⁻² and grain yield and negatively on the test weight of wheat in Ponta Grossa. The form of urea applied in topdressing does not interfere with traits independent of genotype and location. The BRS Pardela is more test weight, gluten content, toughness and elasticity index, and lower extensibility, falling number and hardness index than BRS 208. The increase of nitrogen rates in topdressing increased red and white flour and reduced the yellow color, and BRS 208 increase linear in the percentage of protein and reduced test weight. The forms of urea applied in coverage does not interfere with industrial characteristics of BRS 208 and BRS Pardela.

Keywords: *Triticum aestivum* L. Urease inhibitor. Urea protected. Nitrogen fertilizer. Industrial quality of wheat.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A CULTURA DO TRIGO	10
2.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO TRIGO	12
2.2.1 Nitrogênio e sua Importância.....	12
2.2.2 Cultivares e Doses de Nitrogênio	13
2.2.3 Doses de Nitrogênio na Produtividade e Componentes de Produção.....	15
2.2.4 Doses de Nitrogênio na Qualidade Industrial.. ..	16
2.3 FONTES DE NITROGÊNIO E FORMAS DE UREIA.....	17
2.3.1 Ureia.....	19
2.3.2 Ureia com Inibidor de Urease	19
2.3.3 Ureia revestida	20
REFERÊNCIAS	22
3 ARTIGO A	28
4 ARTIGO B	47
5 ARTIGO C	67
6 CONCLUSÕES GERAIS	82

1 INTRODUÇÃO

O consumo mundial de trigo (*Triticum aestivum* L.) é crescente nos últimos anos e o Brasil, mesmo com todo o potencial agrícola, é um dos maiores importadores de trigo, perdendo apenas para o Egito.

A produtividade média do trigo no Brasil ainda é baixa. Uma das causas da baixa produtividade e qualidade do trigo é que a maioria dos produtores brasileiros não consideram essa cultura como uma atividade importante e rentável, mas sim como uma exploração de risco, deixando de investir em pontos básicos como genética, adubação equilibrada, sementes de qualidade entre outros fatores importantes para o sucesso do cultivo.

O Paraná se destaca no setor tritícola por ser o maior produtor nacional e também pela boa qualidade do trigo para produção de farinha para panificação. Além disso, o Paraná possui potencial para aumentar sua área cultivada com trigo. Segundo dados da CONAB (2009) apenas 25% da área cultivada com soja no PR é cultivada com trigo durante a safra de inverno.

O trigo, assim como todas as demais gramíneas, responde muito bem a adubação nitrogenada. A exigência de nitrogênio para a produção de uma tonelada de trigo é de aproximadamente 20 kg. A adubação nitrogenada de cobertura é uma das mais importantes práticas de manejo, pois afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas, melhorando a sua produtividade (SANGOI et al., 2007). A adubação nitrogenada pode influenciar o número de espigas, pelo aumento de perfilhos viáveis, o tamanho da espiga e a massa de mil grãos.

A qualidade do trigo depende da quantidade e da qualidade das proteínas presentes no grão, e o conteúdo protéico está relacionado a fatores genéticos e às condições ambientais. Soares Sobrinho (1999), observou que a adubação nitrogenada pode influenciar positivamente o teor de proteína e a força de glúten.

Dentre as diversas fontes de nitrogênio, a ureia é o fertilizante nitrogenado de maior consumo no mercado mundial. Com exceção da amônia anidra (82% de N), a ureia é a fonte mais concentrada (45% de N) e, conseqüentemente, a de menor custo por unidade de nutriente. Porém, o principal inconveniente da ureia é a perda por volatilização quando aplicada sobre a superfície do solo. Essas perdas de

nitrogênio são potencializadas pelo sistema de plantio direto, pois este sistema propicia o aumento da camada de palha na superfície e, conseqüentemente, dificulta o contato e a incorporação da ureia no solo. Na tentativa de superar estes inconvenientes, foram lançados no mercado produtos a base de ureia, com aditivos que aumentam a sua eficiência, permitindo a realização da adubação nitrogenada sem necessidade de chuva ou de umidade. Como exemplo de aditivos, têm-se o inibidor de urease e os polímeros, porém, poucos trabalhos foram realizados avaliando sua eficiência.

Cultivares de trigo mais adaptadas e produtivas tem sido desenvolvidas pelos programas nacionais de melhoramento genético, porém com o aumento da produção, aumenta também a exigência e a extração de N pela planta. Portanto, são necessários estudos específicos para estes novos genótipos, visando determinar doses e fontes de nitrogênio mais eficientes em relação à produtividade e a qualidade industrial do trigo.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de adubação nitrogenada em cobertura, provenientes de diferentes formas de ureia, sobre os desempenho agrônômico e a qualidade industrial de genótipos de trigo em sistema de semeadura direta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A CULTURA DO TRIGO

Desde a antiguidade o trigo (*Triticum aestivum* L.) é utilizado como alimento. Existem muitos relatos, inclusive trechos bíblicos, citando a importância deste grão para a alimentação humana. O Egito é reconhecido como o local de origem do pão e, os romanos, misturando fermentos à farinha de trigo, melhoraram as características deste alimento (GUARIENTI; DEL DUCA, 2002). O trigo originou-se nas regiões montanhosas do sudoeste Asiático, por volta de 10.000 anos a. C., sendo, portanto advindo de um clima temperado. Na Grécia já eram cultivados diversos tipos de trigo 300 anos a. C. às margens do Mar Mediterrâneo.

No Brasil, a cultura do trigo foi introduzida em 1534 por Martim Afonso de Souza, na Capitania de São Vicente, onde a cultura se expandiu ao Planalto de Piratininga, no atual Estado de São Paulo (ROSSI; NEVES, 2004; FORNASIERI FILHO, 2008). Posteriormente foi levado a outras regiões pelo deslocamento dos missionários religiosos e colonos portugueses. Em 1737 com a colonização açoriana no Rio Grande do Sul, se iniciou o cultivo deste cereal com sucesso, chegando até a exportar para Portugal parte de sua produção (FORNASIERI FILHO, 2008).

O trigo é a segunda cultura em quantidade de grãos produzida no mundo, sendo superada apenas pelo milho, e ocupa a maior área de cultivo (FORNASIERI FILHO, 2008). A China é o maior produtor mundial de trigo, com cerca de 16% do total, seguido pelos países da União Européia, mas individualmente o segundo é a Índia, seguido pelos Estados Unidos (BISOTTO, 2004). A produção nacional para a safra 2009 foi de 5 milhões de toneladas (COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2009), quase 1% da produção mundial, porém insuficiente para abastecer o consumo interno.

O consumo mundial de trigo tem se mostrando crescente nos últimos anos. O consumo de trigo aumentou de 583,7 milhões de toneladas na safra 2000 para 617,2 milhões de toneladas na safra 2006, e a produção não está acompanhando este crescimento na demanda mundial por trigo.

Consequentemente, os estoques mundiais de trigo estão com os menores volumes nos últimos anos (FORNASIERI FILHO, 2008).

A área nacional cultivada com trigo na safra 2009 é de 2,416 milhões de hectares distribuídas em três regiões e oito estados da federação. A maior concentração de cultivo está localizada no estado do Paraná, região sul, com 1,260 milhões de hectares, correspondente a 52% da área total.

O Brasil, mesmo com todo o seu potencial agrícola, é um dos maiores importadores de trigo, sendo superado apenas pelo Egito. O consumo de trigo no Brasil em 2009 foi de 11 milhões de toneladas, e desse montante foram importados 5,4 milhões de toneladas (CONAB, 2009). Este fato, torna o Brasil muito dependente da importação de trigo de outros países, especialmente da Argentina, onerando fortemente a balança comercial brasileira e ficando vulnerável às imposições colocadas pelos fornecedores.

A exploração da cultura do trigo no Brasil ocorre predominantemente em pequenas e médias propriedades rurais. De acordo com Café et al. (2003) cerca de 80% da produção brasileira é proveniente de propriedades com área inferior a 500 hectares.

Embora o Brasil tenha condições de alcançar a auto-suficiência em trigo, a expansão da lavoura tritícola está estagnada por problemas como: descapitalização dos produtores; dificuldade de acesso ao crédito oficial de custeio; escoamento da produção em alguns estados (RS); disponibilidade de variedades apropriadas para panificação; disponibilidade de armazéns; entre outros (CONAB, 2009). A falta de políticas públicas de incentivo aos produtores, a pequena área cultivada e os baixos tetos de rendimento, contribuem para o déficit anual da produção de trigo (MUNDSTOCK, 1999). Assim, são necessárias tecnologias e um aperfeiçoamento constante do sistema produtivo de modo a contribuir para o aumento da produtividade, e consequentemente, melhorar a competitividade do trigo nacional.

O Brasil possui média de produtividade de aproximadamente 2.480 kg ha⁻¹, enquanto alguns Estados, como Goiás e Distrito Federal, apresentam produtividades acima de 4.500 kg ha⁻¹ no cultivo sob irrigação (CONAB, 2009). O Paraná se destaca no setor tritícola por ser o maior produtor nacional, com 53% da produção e também, por produzir trigo com boa qualidade para a panificação. A produtividade média no Paraná é de aproximadamente 2.700 kg ha⁻¹, sendo a maior

dentre os estados do sul do Brasil (CONAB, 2009).

A produção do trigo é definida em função da cultivar utilizada, da quantidade de insumos, das técnicas de manejo empregadas (TEIXEIRA FILHO et al., 2007) e das condições ambientais. O desenvolvimento e a crescente utilização de novas cultivares de alto potencial produtivo tem implicado no uso mais frequente de insumos, dentre os quais a adubação nitrogenada tem se destacado, devido a sua importância na definição da produtividade (ZAGONEL et al., 2002). Portanto, há necessidade de se estudar essas novas cultivares de trigo, quanto a resposta à adubação nitrogenada aplicada, e o desempenho das mesmas em diferentes ambientes.

2.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO TRIGO

2.2.1 Nitrogênio e sua Importância

O nitrogênio é um elemento essencial para as plantas, pois participa de uma série de rotas metabólicas-chave em sua bioquímica, sendo constituinte de proteínas de armazenamento, ácidos nucléicos, enzimas e importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila (HARPER, 1994).

O trigo, assim como outras gramíneas, demanda grande quantidade de nitrogênio. Segundo as indicações técnicas para a cultura do trigo no Estado do Paraná, pode ser utilizado em cobertura de 30 a 60 kg de N por hectare após a cultura da soja e de 30 a 90 kg de N por hectare após a cultura do milho. É sugerida, também, a aplicação de maiores doses de N em cobertura para cultivares resistentes e moderadamente resistentes ao acamamento e com alto potencial de rendimento, quando se pretende obter altas produtividades (REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO; TRITICALE, 2008).

As doses de nitrogênio indicadas para a cultura do trigo no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina variam de acordo com a cultura precedente, além disso, considera-se o teor de matéria orgânica do solo e a expectativa de rendimento de grãos. As doses de nitrogênio podem chegar até 80 kg ha⁻¹ quando

cultivado após a soja e, 100 kg ha⁻¹ quando cultivado após o milho. A dose aplicada na semeadura varia de 15 a 20 kg ha⁻¹ e o restante deve ser aplicado em cobertura (REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2004).

A dose de nitrogênio a ser utilizada também deve ser baseada na altura das plantas e na fertilidade do solo. Pequenas doses limitam a produtividade e altas doses podem levar ao acamamento, dificultando a colheita e reduzindo a produtividade (ZAGONEL et al., 2002).

O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelas plantas e para cultura do trigo, e a fertilização nitrogenada tem sido fundamental para o aumento da produtividade e da qualidade dos grãos de trigo. Por ser o nutriente mais absorvido e o mais exportado pelas plantas, o nitrogênio (N) deve ser frequentemente repostado ao solo (SILVA et al., 2000). A exportação média de nitrogênio pela colheita é de 29 kg por tonelada da planta inteira e de 23 kg por tonelada de grão. (FORNASIERI FILHO, 2008).

Além disso, deve-se considerar, que existem perdas de N, e assim nem todo o N aplicado é aproveitado pela planta. O nitrogênio é o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude das reações a que está sujeito e a sua alta instabilidade no solo (ERNANI, 2003).

Logo, deve-se reestudar as doses de nitrogênio recomendadas, principalmente frente às novas cultivares, mais produtivas e responsivas, em sistema de semeadura direta.

2.2.2 Cultivares e Doses de Nitrogênio

A cultivar utilizada e a quantidade de insumos são alguns dos fatores que definem a produtividade do trigo. A crescente disponibilização e utilização de cultivares de alto potencial produtivo tem implicado no uso mais frequente de insumos, entre os quais a adubação nitrogenada (ZAGONEL et al., 2002).

As primeiras cultivares de trigo cultivadas na região Centro-Sul-Brasileira apresentavam características positivas como: precocidade, tolerância a toxicidade ao Alumínio, eficiência no uso de nutrientes, resistência à seca e uma ampla adaptação ambiental. Entretanto, quando cultivadas em solos de alta

fertilidade o seu potencial de rendimento era limitado devido ao seu porte alto e à palha fraca (FORNASIERI FILHO, 2008).

As áreas com solos de alta fertilidade foram gradativamente ocupadas por cultivares geradas no Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), e introduzidas no Brasil nos anos 70. Essas cultivares apresentam tipo moderno com porte baixo, alto potencial produtivo, resistência ao acamamento e maior índice de colheita, pois possuem genes de nanismo do trigo Japonês Norin 10 (FORNASIERI FILHO, 2008).

O grande incremento na produtividade da década de 70 até a atualidade (FORNASIERI FILHO, 2008), foi devido principalmente ao melhoramento genético com o lançamento de cultivares modernas e mais produtivas, com respostas positivas à aplicação de nitrogênio. Porém, mesmo as cultivares modernas não estão livres do problema do acamamento de plantas. Esse pode ocorrer em maior ou menor intensidade dependendo do genótipo, que determina a altura de planta, a resistência do colmo o sistema radicular, etc., sendo influenciado principalmente pelas doses de nitrogênio e o excesso de chuva durante o final do ciclo da cultura.

Freitas et al. (1994), estudando a diferença genética entre sete genótipos de trigo quanto à eficiência na produção de grãos e resposta na utilização do nitrogênio, durante cinco safras, verificaram que o genótipo IAC-60 foi o mais produtivo e eficiente na utilização do nitrogênio, porém não obtiveram resposta ao nitrogênio por nenhum genótipo após o cultivo de uma leguminosa, o lablabe. Megda et al. (2009), avaliando fontes de N no trigo aplicadas no sulco de semeadura ou em cobertura, em quatro cultivares de trigo (EMBRAPA 21, EMBRAPA 22, EMBRAPA 42 e IAC 370), sob irrigação por aspersão, em solo de cerrado no sistema plantio direto, observaram que o comportamento das cultivares quanto aos componentes de produção e produtividade foram dependentes do ano em estudo.

As doses de nitrogênio também podem influenciar diferentemente a qualidade industrial de genótipos de trigo. Cazetta et al. (2008), avaliando o efeito de doses de nitrogênio em cinco cultivares de trigo (IAC 364, IAC 370, EMBRAPA 22, BRS 210 e BRS 207) na qualidade industrial, observaram que as cultivares de trigo responderam de forma diferenciada à elevação das doses de N.

As cultivares de trigo diferem na sua capacidade de emissão de perfilhos, no seu ciclo, na arquitetura e no potencial produtivo. Estas diferenças

podem interferir na capacidade de absorção, de assimilação e de conversão de nitrogênio para a produção de grãos (SANGOI et al., 2007).

2.2.3 Doses de Nitrogênio na Produtividade e Componentes de Produção

A adubação nitrogenada de cobertura é uma das mais importantes práticas de manejo, pois afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas, melhorando a sua produtividade (SANGOI et al., 2007). Além disso, as cultivares de trigo atuais, com porte reduzido, maior tolerância ao acamamento, podem apresentar uma maior produtividade com o acréscimo da adubação nitrogenada de cobertura.

A fertilização do solo e a consequente boa nutrição da planta são indispensáveis para se alcançar altas produtividades e viabilizar a exploração da cultura do trigo. Segundo Almeida et al. (2002), a adubação nitrogenada é importante para a emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência dos perfilhos. Ainda segundo esses autores, um dos motivos da baixa produtividade média das lavouras de trigo no Brasil é a pequena participação dos perfilhos na formação do rendimento final.

Muitos trabalhos de pesquisa tem sido realizados estudando o efeito de níveis de nitrogênio na cultura do trigo. Trindade et al., (2006) em experimento de trigo irrigado no cerrado, com as cultivares EMBRAPA 22 e EMBRAPA 42, em sistema de plantio direto após a cultura da soja, obtiveram resposta quadrática da adubação nitrogenada em cobertura, sendo que a produtividade foi de 5773 kg ha^{-1} na dose de 150 kg ha^{-1} de N, e a dose econômica foi de 73 kg ha^{-1} . Zagonel et al. (2002) observaram que a produtividade de grãos de trigo aumentou com o aumento da dose de nitrogênio até 90 kg ha^{-1} e, este aumento foi dado em função do aumento do número de espigas por metro quadrado, uma vez que o número de espiguetas por espiga e a massa de 1000 grãos não foram afetados pela aplicação do nutriente.

Também foi verificado por Freitas et al. (1994), aumento da produtividade do trigo com o incremento das doses de nitrogênio de 0 até 120 kg ha^{-1} para a média de oito cultivares, porém houve aumento na produção de apenas 40 kg ha^{-1} de trigo para o incremento de adubação de N de 60 para 120 kg ha^{-1} . Os mesmos autores, observaram um acréscimo na altura das plantas e do acamamento

com o incremento das doses de N, porém as cultivares com porte médio a baixo, não mostraram ocorrência de acamamento.

2.2.4 Doses de Nitrogênio na Qualidade Industrial

A qualidade industrial engloba um conjunto de características físicas, químicas e reológicas (propriedades viscoelásticas da massa) do trigo, que definem o seu uso na indústria (SCALCO et al., 2002).

De acordo com Pomeranz (1978) apud Scalco (2002), nos grãos, a qualidade é identificada por parâmetros físicos, como peso do hectolitro (PH), número de queda ou Falling Number (FN) entre outros e, na farinha de trigo, os parâmetros de qualidade são principalmente químicos, reológicos e de panificação.

De todos os produtos derivados do trigo, a farinha é a mais importante devido aos seus múltiplos usos (GUARIENTI, 1993). A farinha de trigo para a panificação deve apresentar características como alta capacidade de absorção de água, boa tolerância ao amassamento, glúten de força média a forte e alta porcentagem de proteína (CAZETTA et al., 2008).

A qualidade do trigo depende da quantidade e da qualidade das proteínas presentes no grão. Já o conteúdo protéico presente nos grãos está relacionado aos fatores genéticos e às condições ambientais. Há uma relação negativa entre rendimento de grãos e o conteúdo de proteínas nos mesmos. Esta relação não é somente de origem genética, mas é devido principalmente, à disponibilidade insuficiente de nitrogênio, que é o principal fator limitante depois da água (MANDARINO, 1993).

Trabalhos de pesquisa têm demonstrado que tanto o rendimento quanto o conteúdo protéico podem ser aumentados simultaneamente, até um certo nível, quando há uma adubação nitrogenada adequada e disponibilidade de água no solo. Soares Sobrinho (1999) observou que as características físico-químicas e reológicas mais influenciadas positivamente pela adubação nitrogenada foram o teor protéico e a força de glúten. O mesmo foi observado por Cazetta et al. (2008), onde a adubação nitrogenada em cobertura incrementou a força geral do glúten (W), bem como o teor de proteína da farinha e reduziu a relação P/L, influenciando

positivamente na qualidade da farinha para panificação.

2.3 FONTES DE NITROGÊNIO E FORMAS DE UREIA

As culturas do trigo, milho e arroz consomem aproximadamente 60% do total de fertilizantes nitrogenados utilizados no mundo (LADHA et al., 2005). O Brasil ocupa uma posição de destaque no cenário internacional do setor de fertilizantes, como um dos maiores consumidores. Segundo dados estatísticos da Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA (2009), em 2007 o consumo nacional de fertilizantes foi de 24,6 milhões de toneladas e a produção foi de 9,8 milhões de toneladas, gerando um déficit de importação de 17,5 milhões de toneladas.

O nitrogênio pode ser adicionado ao solo pela fertilização mineral, restos orgânicos, água da chuva e pela fixação biológica. A fertilização mineral pode ser feita por meio de nitrogênio obtido de fontes naturais, como o Salitre do Chile, que são rochas ricas em N e, a maior parte, por meio do nitrogênio sintético, na forma amidica (NH_2), nítrica (NO_3^-) ou amoniacal (NH_4) (MALAVOLTA, 2006). Entre essas, a ureia (forma amidica) é a mais utilizada, por apresentar maior concentração de N (45%) e conseqüentemente o menor custo. O fertilizante nitrogenado mais utilizado pelos agricultores na safra de 2007 foi a ureia, apresentando valores de 2,95 milhões de toneladas, enquanto o nitrato de amônio e sulfato de amônio 923,9 mil e 1,99 milhões toneladas, respectivamente (ANDA, 2009). Assim entende-se a importância da ureia como fertilizante nitrogenado, em decorrência do seu elevado uso pela agricultura brasileira.

Do ponto de vista agrícola, a ureia tem como vantagens o teor elevado de nitrogênio (45%), o menor custo de transporte, a alta solubilidade, a menor corrosividade, a compatibilidade com inúmeros outros fertilizantes e defensivos agrícolas, a alta taxa de absorção foliar, a de ser prontamente disponível para as plantas, de fácil manipulação, e causar menor acidificação no solo (RAIJ, 1991; CANTARELLA; MARCELINO, 2007). No entanto, possui como característica desfavorável a sua elevada higroscopicidade (RAIJ, 1991), diferentemente de outras fontes de nitrogênio, como o sulfato de amônio e o nitrato de amônio. A ureia

hidrolisa na superfície do solo apenas com gotículas de orvalho e ou umidade relativa do ar alta, causando grandes perdas por volatilização, se não for incorporada. As perdas de NH_3 são potencialmente maiores quando a aplicação é feita em solo seco (BOUWMEESTER et al., 1985; RODRIGUES; KIELHL, 1986), de pH alcalino (STUMPE et al., 1984), de baixa capacidade de troca de cátions (KELLER; MENGEL, 1984) e de baixa capacidade tampão de H^+ (FERGUSON et al., 1984).

Em trabalhos realizados por Yano et al., (2005) na cultura do trigo, não foi observada diferença de produtividade entre a aplicação de cobertura de ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio. Ainda segundo os mesmos autores, a ureia é a fonte mais econômica de N dentre os fertilizantes minerais, porém, sua eficiência depende muito do ambiente, principalmente da precipitação suficiente e da temperatura, fatores difíceis de serem controlados.

A adubação nitrogenada de cobertura com a utilização de ureia tem o inconveniente das elevadas perdas por volatilização (RODRIGUES; KIEHL, 1986) e estas são aumentadas quanto maior a palhada do solo e a falta de chuva para a sua incorporação (PERUZZO et al., 1994; CANTARELLA et al., 2008). Atualmente a lavoura de trigo do Brasil é implantada em quase sua totalidade na forma de plantio direto com mais de 90% de adeptos a esta prática (CONAB, 2009). A cobertura vegetal reduz o contato da ureia com o solo (MENGEL, 1996; CERETTA, 1997), diminuindo assim a adsorção de NH_4^+ aos colóides orgânicos e inorgânicos, e com isso facilita a volatilização de amônia. Sendo assim, a eficiência do uso do nitrogênio no sistema de semeadura direta é menor do que no sistema de plantio convencional (GOLIK et al., 2003).

As perdas do N aplicado a lanço variam de 30 - 70%, no sistema de semeadura direta (MALAVOLTA, 1979; CABEZAS; YAMADA, 1999). O aumento na eficiência da adubação nitrogenada pode ser obtido por vários meios, dentre eles, a aplicação de doses mais adequadas, na época certa, a aplicação de modo correto e, o uso da fonte mais apropriada às condições edafoclimáticas, rotação de culturas, uso de inibidores de urease e da nitrificação (MALAVOLTA, 2006).

A utilização de fertilizantes mais eficientes, também chamados “fertilizantes de eficiência aumentada” é uma das estratégias para se reduzir a importação de fertilizantes. Atualmente, existe no mercado produtos a base de ureia com aditivos que objetivam aumentar a sua eficiência, além de permitir a realização

da adubação nitrogenada sem necessidade imediata de chuva ou de umidade. Como exemplo de aditivos têm-se os inibidores de urease, encapsulados e os polímeros, porém, estes ainda necessitam ser avaliados para comprovação da sua eficiência e definição das doses adequadas.

2.3.1 Ureia

A ureia $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ vem sendo utilizada como fertilizante desde 1935, após vários aperfeiçoamentos, passou a ser empregada amplamente na agricultura na década de 1960 (PERUZZO et al., 1994).

O nitrogênio da ureia é absorvido pela planta após o seu desdobramento em NH_3 e CO_2 pela enzima urease. A urease é produzida pelos microorganismos do solo (bactérias, actinomicetos e fungos). A ureia, quando aplicada na superfície do solo com umidade suficiente ou sobre a palhada do plantio direto, pode levar a perdas de N, o qual se volatiliza como NH_3 sob a ação da urease. O ideal para a aplicação de ureia é incorporá-la com equipamento ou recobri-la com o solo no mínimo a 5 cm de profundidade ou se após a aplicação ocorrer uma precipitação de aproximadamente 20 mm. Em culturas irrigadas as perdas de nitrogênio são praticamente nulas, se depois da aplicação da ureia for feita a irrigação (MALAVOLTA, 2006).

2.3.2 Ureia com Inibidor de Urease

Dentre os fertilizantes de eficiência aumentada tem-se a ureia com inibidor de urease. Adicionado em baixa concentração tem como objetivo inibir a ação da enzima urease, minimizando as perdas de N por volatilização.

O composto do inibidor de urease é o [N-(N-BUTIL) TRIAMIDA TIOFOSFÓRICA] abreviado em NBPT. Este composto apresenta teor de N, solubilidade e difusividade similares à da ureia (RADEL et al., 1988; WATSON, 2000). Ao ser aplicado no solo o NBPT é convertido ao seu análogo de oxigênio [N-

(n-butil) fosfórico triamida] – NBPTO – que é o verdadeiro inibidor da atividade enzimática (BYRNES; CHRISTIANSON, 1988; CHRISTIANSON et al., 1990; BREMNER, 1995). A conversão do NBPT em NBPTO necessita de oxigênio, e ela é rápida em solos bem arejados, porém pode levar vários dias em condições de solos inundados (WATSON, 2000). O NBPT atua inibindo a atividade da enzima urease, pois ocupa o local ativo (MOBLEY; HAUSINGER, 1989; KOLODZIEJ, 1994), ocasionando uma desaceleração na atividade da enzima (CHRISTIANSON et al., 1990), e refletindo em menor perda de amônia por volatilização (CLAY et al., 1990). Além de que, o atraso na hidrólise reduz a concentração de NH_3 presente perto da superfície do solo, o que reduz o potencial de volatilização e aumenta a possibilidade incorporação do N no perfil do solo pela chuva, antes que o N seja volatilizado (RAWLUK et al., 2001).

O efeito do inibidor de urease depende das condições climáticas. Onde há ocorrência de chuvas, suficientes para incorporar a ureia ao solo, em um intervalo de 3 - 7 dias após a adubação é a condição que mais favorece a eficiência do NBPT em reduzir as perdas por volatilização de NH_3 , porém, mesmo na ausência de chuvas, alguma redução na volatilização tem sido observada (CANTARELLA; MARCELINO, 2007).

A ureia com NBPT vem sendo utilizada em diversas culturas, como no milho, cana-de-açúcar, arroz, com efeitos benéficos sobre o desenvolvimento dessas. Em estudo com cana-de-açúcar, colhida sem despalha, Barth et al. (2006) observaram perdas de NH_3 de cerca de 24% do N aplicado com ureia, e de 10% do N aplicado com ureia + NBPT, uma redução das perdas de mais de 50% com o uso do inibidor. Resultado semelhante foi relatado por Cantarella et al. (2008) que verificaram uma volatilização de 25% com o uso de ureia e de 15% com ureia + NBPT. Esses resultados indicam que a adição de NBPT na ureia é capaz de reduzir as perdas de nitrogênio, proporcionando incrementos na produção da cultura.

2.3.3 Ureia Revestida

Diversas modificações foram feitas com a uréia, a fim de aumentar a sua eficiência e diminuir as perdas de N por volatilização, por exemplo: mistura

com outros fertilizantes, cobertura com enxofre e adição de polímeros (CANTARELLA, 2007).

A tecnologia de recobrimento vem sendo estudada a vários anos. Resultados positivos foram obtidos por Vlek e Craswell (1979), com a ureia recoberta com enxofre. Peruzzo et al. (1994) utilizando fontes de nitrogênio na cultura do trigo, observou que a agregação de gesso, de fosfato de Patos de Minas ou de sulfato de amônio a ureia, resultou em maior absorção de nitrogênio. Os autores destacam, que a eficiência dos diversos produtos testados depende das condições de solo (umidade na superfície, presença de resíduos culturais, teor de matéria orgânica, etc.), das condições climáticas ocorrentes após a aplicação dos fertilizantes e durante o desenvolvimento das plantas.

Os polímeros, utilizados no recobrimento da ureia, organizam-se na superfície dos grânulos formando uma camada de proteção semi-permeável, que permite a solubilidade gradual do nutriente. Esse revestimento atua retardando a dissolução da ureia, por meio do impedimento físico a absorção de água. A utilização de polímeros foi estudada por Pereira et al., (2009) e os resultados mostraram que os tratamentos com ureia revestida e ureia com inibidor de urease reduziram a volatilização de N em torno de 50% em relação à ureia comum, o que refletiu em maiores produtividades.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; TRENTIN, P. S.; GÁLIO, J. Cultivares de trigo respondem diferentemente à qualidade da luz quanto à emissão de afilhos e acumulação de massa seca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 377-383, 2002.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>>. Acesso em: 07 out. 2009.

BARTH, G.; VITTI, G. C.; CANTARELLA, H.; VITTI, A. C. Volatilização de N-NH₃ quanto as fontes e doses de nitrogênio aplicadas sobre a palhada de cana-de-açúcar. **Anais... Fertbio 2006**, Bonito, MS CD-Rom (4p.).

BASSOI, M. C.; BRUNETTA, D.; TAVARES, L. C. V; MIRANDA, L. C.; BECKERT, O. P.; SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z.; RIEDE, C. R.; CAMPOS, L. A. C.; SHIOGA, P. S.; SCHOLZ, M. B. S.; OKUYAMA, L. A.; POLA, J. N.; AZAMBUJA, J. R. S. **Cultivares de trigo Embrapa e Iapar**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 68 p. (Embrapa Soja. Documentos, 282).

BISOTTO, V. Algumas considerações sobre a cultura do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 36., 2004, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/rcsbpt04/index.htm>>. Acesso em: 02 outubro 2009.

BOUWMEESTER, R. J. B.; VLEK, P. L. G.; STUMPE, J. M. Effect of environmental factors on ammonia volatilization from an urea-fertilized soil. **Soil Science Society Americam Journal**, Madison, v. 49, p. 376-381, 1985.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 1992. 352p.

BREMNER, J. M. Recent research on problems in the use of urea as a nitrogen fertilizer. **Fertilizer Research**, v. 42, n. 1-3, p. 321-329, 1995.

BYRNES, B.H.; CHRISTIANSON, C.B. Development of a urease inhibitor from N-(n-butyl) thiophosphoric triamide. **Agron. Abs.** 1988.

CABEZAS, W.A.R.L.; YAMADA, T. Ureia aplicada na superfície do solo: um péssimo negócio!. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: Potafós, n. 86, junho, p. 9-10, 1999.

CAFÉ, S. L. et al. **Cadeia produtiva de trigo**. Rio de Janeiro: BNDS Setorial, n 18 , 2003, p. 193-220.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da ureia. In: Simpósio sobre Informações Recentes para Otimização da Produção Agrícola, **Anais...** Piracicaba, 2007 CD-Rom (19 p.).

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

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

CERETTA, C.A. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia-milho, no sistema plantio direto. In: FRIES, M. R.; DALMOLIN, R. S. D. **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Pallotti, 1997. Cap. 5, p. 112-124.

CHRISTIANSON, C.B.; BYRNES, B.H.; CARMONA, G. A comparison of the sulfur and oxygen analogs of phosphoric triamide urease inhibitors in reducing urea hydrolysis and ammonia volatilization. **Fertilizer Research**, v. 26, p. 21-27, 1990.

CLAY, D. E.; MALZER, G. L.; ANDERSON, J. L. Ammonia volatilization from urea as influenced by soil temperature, soil water content, and nitrification and hydrolysis inhibitors. **Soil Science Society American Journal**, v. 54, p. 263-266, 1990.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/12graos_08.09.pdf>. Acesso em: 02 out. 2009.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. **Biology and Fertility of Soils**, v. 36, p. 284–297, 2002.

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

FERGUSON, R. B.; KISSEL, D. E. KOELIKER, L. K. BASEL, W. Ammonia volatilization from surface-applied urea: effect of hydrogen ion buffering capacity. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 48, n. 3 p. 578-582, 1984.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: Funep, 2008. 338p.

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

GIOACCHINI, P.; NASTRI, A.; MARZADORI, C.; GIOVANNINI, C.; ANTISARI, L. V.; GESSA, C. Influence of urease and nitrification inhibitors on N losses from soils fertilized with urea. **Biology and Fertility of Soils**, v. 36, n. 2, p. 129-135, 2002.

GOLIK, S. I.; CHIDICHIMO, H. O.; PÉREZ, D.; PANE, L. Acumulación, removilización, absorción postantesis y eficiencia de utilización de nitrógeno en trigo bajo diferentes labranzas y fertilizaciones, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 38, n. 5, p. 619-626, maio 2003.

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

GUARIENTI, E.M.; DEL DUCA, L.J.A. **Faça pães internacionais com farinha de trigo nacional**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002.

HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K. J. et al. **Physiology and determination of crop yield**. American Society of Agronomy, 1994. Cap. 11A, p. 285-302.

KELLER, G. D.; MENGEL, D. B. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface applied to no-till corn. **Soil Science Society of American Journal**, v. 50, n. 4, p. 1060-1063, 1986.

KOŁODZIEJ, A. F. The chemistry of nickel-containing enzymes. **Progress in Inorganic Chemistry**, v. 41, p. 493-598, 1994.

LADHA, J. K.; PATHAK, H.; KRUPNIK, T. J.; SIX, J.; KESSEL, C. V. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. **Advances in Agronomy**, v. 87, p. 85–156, 2005.

MANDARINO, J. M. G. **Aspectos importantes para a qualidade do trigo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1993. 32p.

MALAVOLTA, E. **Abc da adubação**. 4. Ed São Paulo: Agronômica Ceres Ltda, 1979. 255p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MEGDA, M. M. et al. 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, jul./ago. 2009.

MENGEL, D. Manejo de nutrientes na cultura do milho de alta produtividade. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: Potafós, n. 73, p.16, 1996.

MOBLEY, H. L.; HAUSINGER, R. P. Microbial ureases: significance, regulation, and molecular characterization. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, Washington v. 53, n. 1, p. 85-108, 1989.

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

PEREIRA, H. S.; LEÃO, A. F.; VERGINASSI, A.; CARNEIRO, M. A. C. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33 n. 6 nov./dez. 2009.

PERUZZO, G.; SIQUEIRA, O. J. F.; WIETHÖLTER, S. Eficiência agrônômica de fertilizantes nitrogenados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 7, p.1027-1034, 1994.

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

RADEL, R. J.; GAUTNEY, J.; PETERS, G. E. Urease inhibitor developments In: BOCK, B. R. & KISSEL, D. E. (ed.) Ammonia volatilization from urea fertilizers. Muscle Shoals, **National Fertilizer Development Center**. 1988. p. 111-136.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafos, 1991. 343 p.

RAWLUK, C. D. L.; GRANT, C. A.; RACZ, G. J. Ammonia volatilization from soils fertilized with urea and varying rates of urease inhibitor NBPT. **Canadian Journal Soil Science**, v. 81, p. 239–246, 2001.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 1., 2007, Londrina. **Informações técnicas para a safra 2008: trigo e triticale**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 147p. (Embrapa Soja. Documentos, 301).

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 36., 2004, Passo Fundo. **Indicações técnicas da comissão Sul-brasileira de Pesquisa de trigo e triticale 2004**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 152p.

RODRIGUES, M. B.; KIEHL, J. C. Volatilização de amônia após emprego de ureia em diferentes doses e modos de aplicação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 10, p. 37-43, 1986.

ROSSI, R. M.; NEVES, M. F. **Estratégias para o trigo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004. 224 p.

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

SCALCO, M. S.; FARIAS, 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, mar./abr., 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, p. 1-17, 2000.

SOARES SOBRINHO, J. **Efeito de doses de nitrogênio e de lâminas de água sobre as características agrônômicas e industriais em duas cultivares de trigo** (*Triticum aestivum* L.). 102 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

STUMPE, J. M.; VLEK, P. L. G.; LINDSAY, W. L. Ammonia volatilization from urea and urea phosphates in calcareous soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 48, n. 4 p. 921-927, 1984.

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

TRINDADE, M. G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; CÃNOVAS, 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, 2006.

VLEK, P. L. G.; CRASWELL, E. T. Ammonia volatilization from flooded soils. **Fertilizer Research**, v. 1, p. 191-202, 1979.

WATSON, C. J. Urease activity and inhibition – Principles and practice. London: **The International Fertilizer Society**. Proceedings No. 454. 40p. 2000.

YANO, G. T.; TAKAHASHI, H. T.; 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: FORMAS DE UREIA E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE TRIGO CULTIVADOS EM PONTA GROSSA-PR.

RESUMO

A adubação nitrogenada de cobertura é uma das mais importantes práticas de manejo na cultura do trigo, pois influencia o crescimento e o desenvolvimento das plantas, melhorando a sua produtividade. Dentre as diversas fontes de nitrogênio (N), a ureia é a mais concentrada (45%) e a de menor custo. Atualmente, existe no mercado produtos a base de ureia com aditivos que aumentam a sua eficiência e, ainda, permitem a realização da adubação nitrogenada sem necessidade de chuva imediatamente após a aplicação. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de adubação nitrogenada em cobertura, provenientes de diferentes formas de ureia, em genótipos de trigo no sistema de semeadura direta em Ponta Grossa-PR. Foram conduzidos independentemente três experimentos avaliando genótipos de trigo desenvolvidos pela EMBRAPA (as cultivares BRS 208 e BRS Pardela e a linhagem IWT 04008). Em cada experimento foram avaliadas três formas de ureia em cobertura (ureia convencional, ureia com inibidor de urease e ureia protegida) com quatro doses de N em cobertura (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) aplicadas no início de perfilhamento. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 4 (três formas de ureia x quatro doses), totalizando 12 tratamentos com quatro repetições. Foram avaliados: ciclo até o espigamento, massa seca e teor de N da folha bandeira, altura de plantas, espigas por m², número de espiguetas, número de grãos por espiga, massa de 1000 grãos, teor de N nos grãos, rendimento de grãos e peso do hectolitro. Os dados obtidos nos experimentos foram analisados conjuntamente para avaliar o efeito de genótipo. O incremento das doses de N em cobertura, independentemente da forma de ureia utilizada, influencia positivamente a massa seca da folha bandeira, o número de espigas por m² e o rendimento de grãos, porém reduz o peso do hectolitro. A forma de ureia aplicada em cobertura não interfere nas características agronômicas dos genótipos avaliados. As cultivares BRS 208 e BRS Pardela são mais produtivas e apresentam maior teor de N no grão que a linhagem IWT 04008.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Inibidor de uréase. Ureia protegida. Teor de N.

FORMS OF UREA AND NITROGEN LEVELS IN TOP DRESSING IN THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF WHEAT GENOTYPES CULTIVATED IN PONTA GROSSA-PR.

ABSTRACT

The nitrogen in top dressing is one of the most important management practices in wheat, it influences the growth and development of plants, improving their productivity. Among the various sources of nitrogen (N), urea is the most concentrated (45%) and lower cost. Currently, there is the market products based on urea and additives that increase efficiency and also allow the completion of fertilization without rain immediately after application. The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen fertilization in top dressing from various forms of urea in wheat genotypes on no-till system in Ponta Grossa. Were conducted three experiments independently evaluating wheat genotypes developed by EMBRAPA (BRS 208 and BRS Pardela and line IWT 04008). In each experiment were evaluated three forms of urea in top dressing (urea conventional, urea with urease inhibitor and urea protected) with four levels of N in top dressing (0, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹) applied in early tillering. We used a randomized block design in a factorial 3 x 4 (three forms of urea x four levels), totaling 12 treatments with four replications. Were evaluated: cycle to the ear, dry matter and N content of flag leaf, plant height, spikes m⁻², number of spikelets, number of grains per spike, mass 1000 grain, N content in grain yield and test weight. The data obtained in the experiments were analyzed together to evaluate the effect of genotype. The increasing levels of nitrogen in any form of urea used, influence positive on dry mass of the flag leaf, the number of spikes per m² and grain yield, but reduces test weight. The form of urea applied in top dressing does not interfere with the agronomic characteristics of genotypes. Cultivars BRS 208 and BRS Pardela are more productive and have higher N content in the grain that the line IWT 04008.

Keywords: *Triticum aestivum* L. Urease inhibitor. Urea protected. Content of N.

INTRODUÇÃO

A produção do trigo é definida em função da cultivar utilizada, da quantidade de insumos e das técnicas de manejo empregadas (TEIXEIRA FILHO et al., 2007) e das condições ambientais. O desenvolvimento e a crescente utilização de novas cultivares de alto potencial produtivo tem implicado no uso mais frequente de insumos, dentre os quais se destaca a adubação nitrogenada, devido a sua importância na definição da produtividade do trigo (ZAGONEL et al., 2002).

A adubação nitrogenada de cobertura é uma das mais importantes práticas de manejo, pois afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas, melhorando a sua produtividade (SANGOI et al., 2007). Além disso, as cultivares de trigo atuais com porte reduzido, maior tolerância ao acamamento e maior potencial produtivo, podem apresentar uma maior produtividade com o acréscimo da adubação nitrogenada de cobertura (FORNASIERI, 2008).

A fertilização do solo e a adequada nutrição da planta são indispensáveis para se alcançar altas produtividades e viabilizar a exploração da cultura do trigo. Segundo Almeida et al. (2002), um dos motivos da baixa produtividade média das lavouras de trigo no Brasil é a baixa participação dos perfilhos na formação do rendimento final, e, neste aspecto a adubação nitrogenada é importante pois contribui para a emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência dos perfilhos.

O nitrogênio (N) é um elemento essencial para as plantas, pois participa de uma série de rotas metabólicas-chave em sua bioquímica, sendo constituinte de importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas de armazenamento, ácidos nucleicos e enzimas (HARPER, 1994). O N é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura do trigo, e a fertilização nitrogenada tem sido fundamental para o aumento da produtividade e da qualidade dos grãos de trigo. Por ser o nutriente mais absorvido e o mais exportado pelas plantas, deve ser frequentemente repostado ao solo (SILVA et al., 2000).

A dose de nitrogênio utilizada deve ser baseada na expectativa de rendimento, altura das plantas e na fertilidade do solo. Doses muito baixas limitam a produtividade e quando muito elevadas podem causar acamamento de plantas, dificultando a colheita e reduzindo a produtividade (ZAGONEL et al., 2002).

A ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado no Brasil e a cada

ano, são utilizadas em torno de 2,95 milhões de toneladas (ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA, 2009). Do ponto de vista agrícola, a ureia tem como vantagens o teor elevado de nitrogênio (45%), o menor custo de transporte, a alta solubilidade, a menor corrosividade, a compatibilidade com inúmeros outros fertilizantes e defensivos, a alta taxa de absorção foliar, a disponibilidade imediata para as plantas e a facilidade de manipulação, além de causar menor acidificação no solo (RAIJ, 1991; CANTARELLA; MARCELINO, 2007). No entanto, possui como característica desfavorável as elevadas perdas por volatilização (RODRIGUES; KIEHL, 1986) e estas são aumentadas pela presença de palhada sobre o solo e pela falta de chuva para a sua incorporação (PERUZZO et al., 1994; CANTARELLA et al., 2008).

Atualmente quase 100% das lavouras de trigo do Brasil são implantadas no sistema de plantio direto (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2009). No entanto, a cobertura vegetal presente na superfície reduz o contato da ureia com o solo (MENGEL, 1996; CERETTA, 1997), diminuindo a adsorção de NH_4^+ aos colóides orgânicos e inorgânicos e, com isso, facilita a volatilização de amônia. Sendo assim, a eficiência do uso do nitrogênio no cultivo do trigo em semeadura direta na palha é menor do que no sistema de plantio convencional (GOLIK et al., 2003).

As perdas do N aplicado a lanço variam de 30 - 70%, no sistema de semeadura direta (CABEZAS; YAMADA, 1999). Segundo Ernani (2003) o nitrogênio é o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude das reações a que está sujeito e da sua alta instabilidade no solo. O aumento no aproveitamento da adubação nitrogenada pode ser obtido por vários meios, dentre eles destaca-se a utilização de doses e épocas adequadas, a aplicação de modo correto, usando a fonte mais apropriada às condições do solo e água, a rotação de culturas, o uso de inibidores de urease e da nitrificação (MALAVOLTA, 2006).

A utilização de fertilizantes mais eficientes, também chamados “fertilizantes de eficiência aumentada”, é uma das estratégias para se reduzir a importação de fertilizantes e maximizar a produção. Atualmente existem no mercado produtos a base de ureia com aditivos que aumentam a sua eficiência, além de permitir a realização da adubação nitrogenada sem necessidade de chuva ou de umidade. Como exemplo de aditivos têm-se os inibidores de urease e os polímeros,

porém, estes ainda necessitam mais testes para comprovação da sua eficiência e definição das doses adequadas.

As cultivares de trigo diferem na sua capacidade de emissão de perfilhos, no seu ciclo, na arquitetura e no potencial produtivo. Estas diferenças podem interferir na capacidade de absorção, de assimilação e de conversão de nitrogênio para a produção de grãos (SANGOI et al., 2007). Além disso, a cada ano são lançados novas cultivares que por apresentarem base genética diferenciada, podem apresentar respostas distintas à dose de nitrogênio em cobertura na cultura do trigo.

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de adubação nitrogenada em cobertura, provenientes de diferentes formas de ureia, sobre o ciclo, a massa seca da folha bandeira, os teores de N na folha bandeira e no grão, a porcentagem de acamamento, a altura de plantas, os componentes de produção e a produtividade de genótipos de trigo no sistema de semeadura direta e em Ponta Grossa-PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, durante o ano agrícola de 2008, no município de Ponta Grossa, localizado no Planalto Sul do Paraná, que se encontra a 25° 09' latitude sul, 50° 06' longitude oeste de Greenwich, com altitude de 800 m. O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Háplico distrófico. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfb, ou seja, Clima temperado propriamente dito, temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C, com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação seca definida (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR, 2008). Os dados de temperatura máxima e mínima diária e precipitação durante o período de cultivo são apresentados na Figura 1.

Foram avaliados três genótipos de trigo desenvolvidos pela EMBRAPA (cultivares BRS 208 e BRS Pardela e a linhagem IWT 04008 introduzida do México), em três experimentos independentes. O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi de blocos casualizados no esquema fatorial 3 x 4 com quatro repetições. Foram avaliadas três formas de ureia na adubação nitrogenada de cobertura (ureia convencional, ureia com inibidor de urease -

SuperN[®] e ureia de liberação lenta - Kim Coat[®]) em quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹). A parcela experimental foi constituída por 10 linhas, com seis metros de comprimento e com espaçamento entre linhas de 20 cm. Foi considerada como área útil de cada parcela experimental as seis linhas centrais, desprezando-se 0,75 m nas extremidades, totalizando 5,4 m².

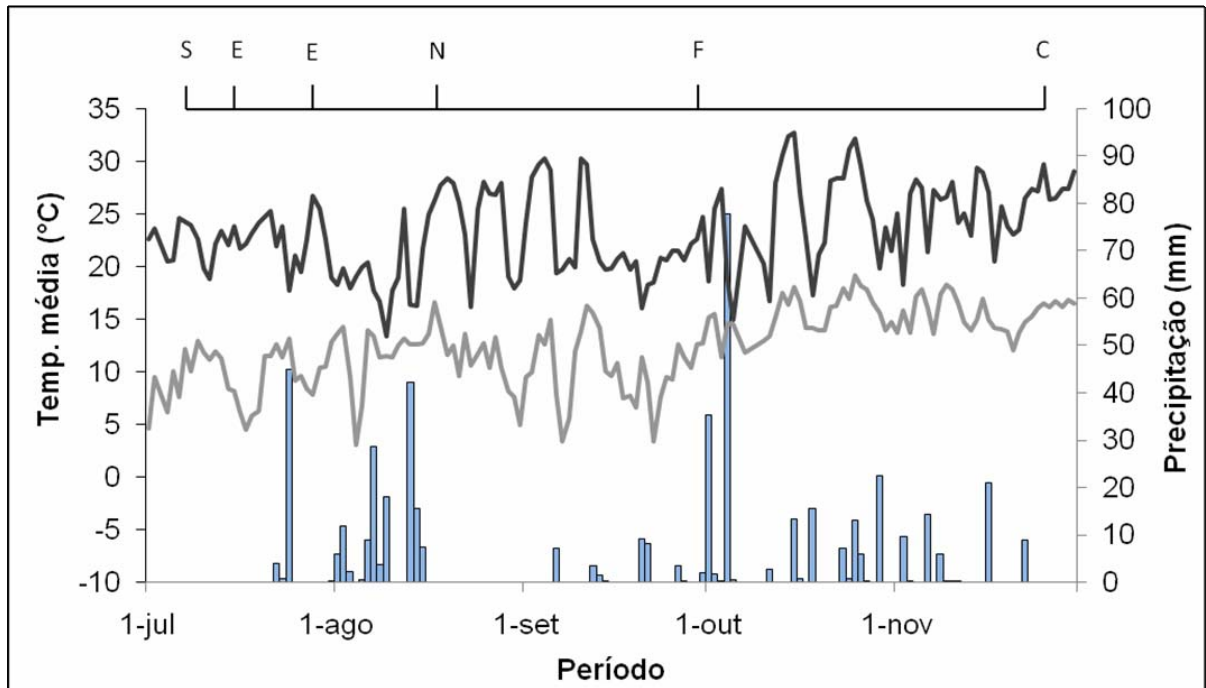


Figura 1 – Temperatura máxima e mínima diária (°C) e Precipitação (mm) em Ponta Grossa-PR, no período de 01/07/2008 a 30/11/2008. S: semeadura, E: emergência, N: adubação nitrogenada de cobertura, F: Florescimento, C: colheita.

Os genótipos utilizados são todos de ciclo médio (cerca de 60 a 70 dias da emergência ao espigamento) e apresentam características contrastantes de altura de plantas, capacidade de perfilhamento, potencial produtivo e qualidade industrial do grão. A cultivar BRS 208 apresenta altura média de 89 cm, é moderadamente resistente ao acamamento, pertence à classe comercial Trigo Pão, apresentando força de glúten (W) média de 287×10^{-4} J, perfilhamento médio, potencial produtivo mais limitado e elevada rusticidade (boa tolerância ao alumínio tóxico do solo, ampla adaptação e boa resposta em solos de baixa fertilidade) (BASSOI et al., 2007). A cultivar BRS Pardela apresenta altura média de 79 cm, é resistente ao acamamento, pertence à classe comercial Trigo Melhorador, com W médio de 343×10^{-4} J, apresenta boa capacidade de perfilhamento e elevado

potencial produtivo, sendo indicada para solos de fertilidade média e alta. (BASSOI et al., 2007). A linhagem IWT 04008 introduzida do CIMMYT (Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo), localizado no México, pela Embrapa Soja, apresenta altura média de 93 cm, é moderadamente resistente ao acamamento pertence à classe comercial Trigo Pão, apresentando força de glúten (W) média de 256×10^{-4} J, elevado potencial produtivo e baixa capacidade de perfilhamento.

A área experimental é manejada no sistema de plantio direto sendo que a cultura anterior foi a soja. Previamente à instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo das áreas experimentais para análise química. A adubação de nitrogênio, fósforo e potássio (N-P-K) na semeadura foi realizada conforme os resultados da análise de solo (Tabela 1), seguindo as Indicações Técnicas da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale para o Estado do Paraná (REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 2008). Foram aplicados 20 kg ha^{-1} de N, 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 50 kg ha^{-1} de K_2O na semeadura.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo da área experimental das camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

Profun. cm	pH CaCl ₂	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Al ⁺³	H + Al	CTC	V %	
		cmol _c dm ⁻³							
00-10	5,57	5,78	2,04	0,19	0,02	4,39	12,39	64,50	
10-20	5,03	5,88	2,08	0,16	0,04	5,93	14,05	57,75	
20-40	4,66	6,04	1,96	0,09	0,16	6,69	14,77	55,63	
		C	P	B	S	Zn	Cu	Mn	Fe
		g dm ⁻³			mg dm ⁻³				
00-10	12,86	12,57	0,78	8,34	3,00	72,60	27,78	31,67	
10-20	13,50	6,09	0,45	27,99	2,03	73,50	28,73	34,27	
20-40	11,44	3,02	0,41	53,13	1,29	67,22	21,73	30,19	

As sementes foram tratadas com o fungicida Baytan[®] (Triadimenol), na dose de 3 mL kg^{-1} de semente, e com o inseticida Gaucho[®] (Imidacloprid), na dose de 1 mL kg^{-1} de semente. A semeadura foi realizada no dia 09/07/08, visando a obtenção de uma densidade de aproximadamente 325 plantas por m^2 . A maioria das plântulas emergiram 20 dias após a semeadura, em virtude da estiagem nesse período. A adubação de cobertura foi realizada 19 dias após a emergência das plântulas, correspondendo ao início do perfilhamento.

Os tratos culturais foram realizados de acordo com as Indicações Técnicas da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale para o Estado do Paraná (REUNIÃO..., 2008). Durante a condução do experimento foi realizada uma aplicação de inseticida Engeo Pleno[®] (Tiametoxam + Lambda-Cialotrina) na dose de 0,05 L ha⁻¹. A aplicação de fungicidas foi realizada no aparecimento dos primeiros sintomas, sendo que a área experimental foi monitorada semanalmente. Sendo assim, foi realizada uma aplicação de Bayfidan[®] (Triadimenol) na dose de 0,3 L ha⁻¹ e duas aplicação de Rival[®] (Tebuconazole) na dose de 0,75 L ha⁻¹.

Para análise foliar visando a determinação do teor de nitrogênio nas folhas foram coletadas, aleatoriamente 30, folhas bandeira na área útil de cada parcela, no início do florescimento. Essas 30 folhas foram lavadas, secadas e pesadas para determinação da massa seca e, posteriormente, as folhas foram moídas para determinação do teor de nitrogênio, seguindo a metodologia descrita por Kjeldahl (MALAVOLTA, 2006).

Foi avaliado o ciclo, em dias, da emergência das plântulas ao espigamento (quando as parcelas apresentaram mais de 50% das plantas com as espigas expostas acima da folha bandeira). Foi determinada a altura média de plantas, do solo ao ápice (sem considerar as aristas) das plantas, na área útil de cada parcela após a maturação. As medidas foram tomadas com auxílio de uma régua de madeira graduada. A avaliação de acamamento foi realizada visualmente estimando-se a porcentagem de plantas acamadas (com inclinação superior a 45°) em cada parcela.

Para determinação do número de espigas foi realizada a contagem das mesmas em uma das seis linhas da área útil da parcela definida aleatoriamente e posteriormente, estimado o número de espigas por m².

A colheita foi realizada no dia 25/11/08, quando a cultura encontrava-se no estágio de maturação de colheita, utilizando uma colhedora de parcelas Wintersteiger[®]. Após, o trigo colhido foi limpo e secado até atingir massa constante para determinação do rendimento de grãos corrigidos a 13% de umidade. Para determinação dos componentes do rendimento foram coletadas ao acaso 20 espigas na área útil da parcela, antes da colheita. Nessas espigas foi determinado o comprimento da espiga, o número de espiguetas e o número de grãos por espiga.

A massa de 1000 grãos foi determinada mediante contagem eletrônica e pesagem de duas sub-amostras de 500 grãos de cada parcela.

O peso do hectolitro (kg hL^{-1}) dos grãos de trigo, foi determinado pela pesagem em balança eletrônica de uma amostra com volume conhecido (225 mL) obtido no aparelho Dalle Molle® e o resultado foi transformado na unidade padrão (kg hL^{-1}).

O teor de nitrogênio nos grãos foi determinado seguindo a metodologia de Kjeldahl, utilizando uma amostra de 0,2 gramas de grãos moídos e com granulometria inferior a 0,2 mm (MALAVOLTA, 2006).

A análise exploratória dos dados foi realizada para verificar o atendimento das pressuposições da análise de variância e a presença de *outliers*, também foi realizado a relação entre o maior e menor resíduo antes de se proceder à análise conjunta. Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias de formas de ureia foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, e os dados de doses foram submetidos à análise de regressão até o 2° grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito de genótipos foi altamente significativo ($p < 0,01$) para todas características avaliadas, com exceção do número médio de espiguetas por espiga que foi significativo a 5%, conforme dados apresentados na Tabela 2. Esses resultados demonstram que há diferença entre os genótipos para as características avaliadas, nas condições ambientais de Ponta Grossa-PR, no desempenho agrônomico do trigo. Além disso, reforçam o fato de que os genótipos avaliados são contrastantes agronomicamente, o que é desejável em estudo de respostas à formas e doses de fertilizantes (SANGOI et al., 2007).

Os resultados de porcentagem de acamamento não foram submetidos à análise estatística e não foram apresentados, em virtude da não ocorrência de acamamento nas parcelas avaliadas.

A cultivar BRS Pardela apresentou menor comprimento médio de espiga e menor número de grãos por espiga, porém, com maior massa de mil grãos e massa seca da folha bandeira (Tabela 3). A linhagem IWT 04008 apresentou maior teor de N na folha bandeira, porém um menor teor de N no grão, o que demonstra que este genótipo não é tão eficiente, quanto as cultivares BRS 208 e BRS Pardela em translocar o N armazenado nas folhas para os grãos. 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.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância (Prob. > F) para as características avaliadas em genótipos de trigo, em função de formas de ureia e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

F.V.	ESP	ALT	EM	COE	NE	NGE
BL(GEN)	0,008**	0,340 ^{ns}	0,363 ^{ns}	0,182 ^{ns}	0,201 ^{ns}	0,005**
GEN	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,019*	0,000**
DOSE	0,161 ^{ns}	0,564 ^{ns}	0,000**	0,498 ^{ns}	0,600 ^{ns}	0,389 ^{ns}
FORMA	0,129 ^{ns}	0,730 ^{ns}	0,784 ^{ns}	0,741 ^{ns}	0,092 ^{ns}	0,515 ^{ns}
DO*FO	0,723 ^{ns}	0,081 ^{ns}	0,982 ^{ns}	0,333 ^{ns}	0,207 ^{ns}	0,079 ^{ns}
GEN*DO	0,935 ^{ns}	0,152 ^{ns}	0,901 ^{ns}	0,948 ^{ns}	0,894 ^{ns}	0,586 ^{ns}
GEN*FO	0,781 ^{ns}	0,162 ^{ns}	0,701 ^{ns}	0,978 ^{ns}	0,744 ^{ns}	0,769 ^{ns}
GEN*DO*FO	0,721 ^{ns}	0,081 ^{ns}	0,913 ^{ns}	0,262 ^{ns}	0,851 ^{ns}	0,269 ^{ns}
CV (%)	2,0	2,9	11,6	3,6	3,5	5,8
F.V.	MFB	NFB	NGR	MMIL	REND	PH
BL(GEN)	0,004**	0,141 ^{ns}	0,979 ^{ns}	0,142 ^{ns}	0,009**	0,411 ^{ns}
GEN	0,000**	0,002**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
DOSE	0,000**	0,177 ^{ns}	0,066 ^{ns}	0,296 ^{ns}	0,000**	0,000**
FORMA	0,298 ^{ns}	0,823 ^{ns}	0,948 ^{ns}	0,875 ^{ns}	0,646 ^{ns}	0,254 ^{ns}
DO*FO	0,290 ^{ns}	0,552 ^{ns}	0,540 ^{ns}	0,379 ^{ns}	0,562 ^{ns}	0,025*
GEN*DO	0,650 ^{ns}	0,940 ^{ns}	0,504 ^{ns}	0,610 ^{ns}	0,557 ^{ns}	0,000**
GEN*FO	0,524 ^{ns}	0,776 ^{ns}	0,640 ^{ns}	0,482 ^{ns}	0,141 ^{ns}	0,272 ^{ns}
GEN*DO*FO	0,788 ^{ns}	0,867 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,838 ^{ns}	0,904 ^{ns}	0,076 ^{ns}
CV (%)	7,6	27,9	8,4	2,3	7,3	0,6

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

BL: bloco, GEN: genótipo, DO: dose de N, FO: forma de ureia, CV: coeficiente de variação, ESP: dias até o espigamento, ALT: altura de plantas, EM: espigas por m², COE: comprimento da espiga, NE: número de espiguetas por espiga, NGE: número de grãos por espiga, MFB: massa de 30 folhas bandeira, NFB: nitrogênio foliar, NGR: nitrogênio no grão, MMIL: massa de mil grãos, REND: rendimento de grãos, PH: peso do hectolitro.

A cultivar BRS 208 apresentou massa de mil grãos significativamente menor que a cultivar BRS Pardela (Tabela 3). A BRS 208 mesmo considerada rústica e de menor resistência ao acamamento que a BRS Pardela (BASSOI et al., 2007), ainda apresentou rendimento de grãos semelhante a esta cultivar, as quais foram superiores a da linhagem IWT 04008. Provavelmente, a semelhança no rendimento entre as cultivares BRS Pardela e BRS 208 seja

consequência da compensação entre os componentes do rendimento como número de grãos por espiga, que foram superiores na cultivar BRS 208.

Tabela 3 – Valores médios para as características avaliadas em genótipos de trigo, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

Genótipos	ESP (dias)	ALT (cm)	EM (esp. m ⁻²)	COE (cm)	NE	NGE
BRS 208	74,7 a	105,8 b	340 a	7,75 b	16,66 a	43,16 b
Pardela	70,9 b	90,5 c	353 a	6,89 c	16,34 ab	39,72 c
IWT 04008	70,9 b	109,1 a	299 b	8,56 a	16,42 a	44,99 a

	MFB (g)	NFB (g kg ⁻¹)	NGR (g kg ⁻¹)	MMIL (g)	REND (kg ha ⁻¹)	PH (kg hL ⁻¹)
BRS 208	2,45 b	17,41 b	26,05 a	39,48 b	4571 a	79,56 c
Pardela	3,04 a	18,16 b	26,75 a	40,21 a	4495 a	80,56 b
IWT 04008	2,17 c	21,19 a	23,55 b	38,12 c	3974 b	82,05 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ESP: dias até o espigamento, ALT: altura de plantas, EM: espigas por m², COE: comprimento da espiga, NE: número de espiguetas/espiga, NGE: número de grãos por espiga, MFB: massa de 30 folhas bandeira, NFB: nitrogênio foliar, NGR: nitrogênio no grão, MMIL: massa de mil grãos, REND: rendimento de grãos, PH: Peso do hectolitro.

O efeito de doses foi altamente significativo ($p < 0,01$) para espigas por m², rendimento de grãos, peso hectolitro e massa seca de folha, (Tabela 2). Para todas essas características foi observado efeito linear, sendo este crescente para espigas por m², rendimento e massa seca da folha bandeira e decrescente para peso do hectolitro, em função do incremento das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (Figura 2).

O incremento nas doses de N proporcionou uma maior massa seca da folha bandeira (Figura 2). Em geral a média na dose máxima foi 10% superior a testemunha e apresentou correlação significativa e positiva com o rendimento de grãos, com r de 0,47. A massa da folha bandeira além de se correlacionar positivamente com o rendimento de grãos, é um indicativo da massa seca total da planta e, parte dessa massa é transferida para os grãos e outra parte fica na área na forma de palhada que contribui com a proteção do solo e ainda pode fornecer N e outros nutrientes as culturas subsequentes. Segundo Malavolta (2006) o nitrogênio é o maior responsável pela vegetação, refletindo no aumento da área foliar e consequentemente, no aumento da massa por planta.

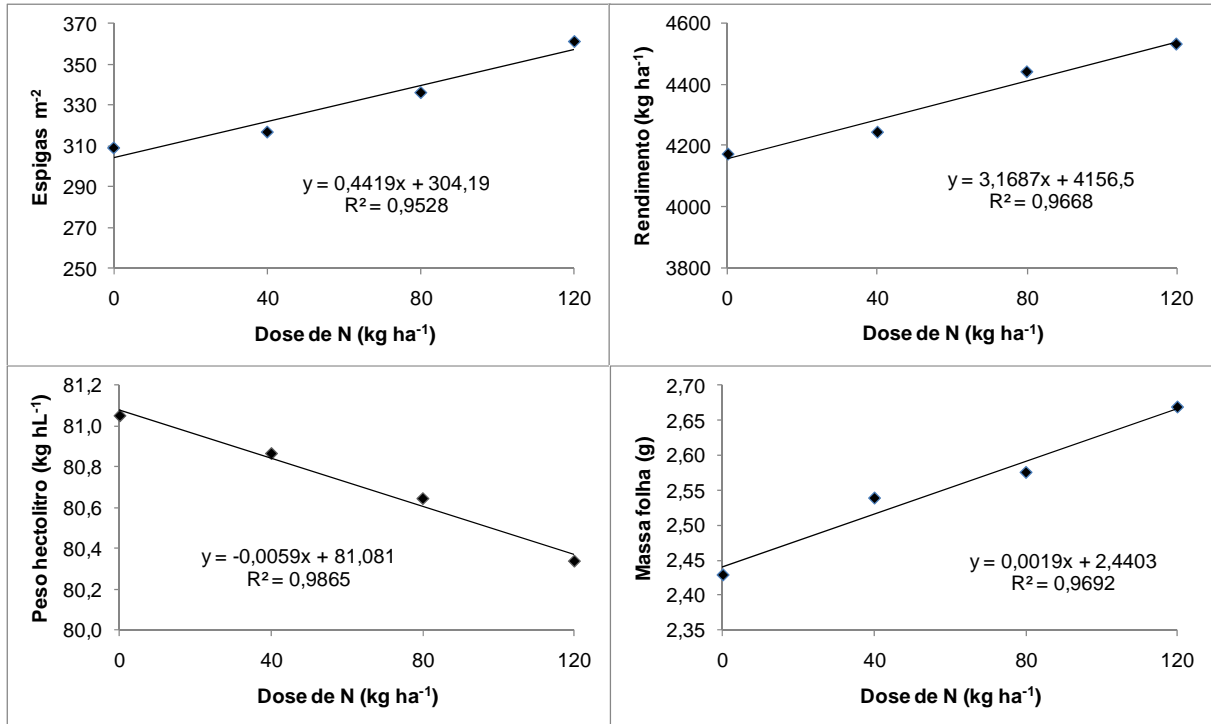


Figura 2 – Espigas por m², rendimento de grãos peso do hectolitro e massa seca de 30 folhas bandeira em genótipos de trigo, em função de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

O incremento das doses de N aumentou também o número de espigas por m², que foi o principal componente que contribuiu para o aumento no rendimento de grãos, com correlação positiva significativa, com $r = 0,50$. Segundo Almeida et al. (2002), a adubação nitrogenada é importante para a emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência dos perfilhos e estes tem grande participação no rendimento. Esses resultados corroboram com Zagonel et al. (2002), que observaram que a produtividade de grãos de trigo aumentou com o incremento da dose de nitrogênio até a dose 90 kg ha⁻¹ e, este aumento foi dado em função do incremento do número de espigas por m², uma vez que o número de espiguetas por espiga e a massa de 1000 grãos não foram alterados pela aplicação do nutriente.

Não foi possível determinar a máxima resposta agrônômica em função do aumento das doses de N. No Estado do Paraná a dose de N aplicada no trigo em cobertura após a cultura da soja é de 30 a 60 kg ha⁻¹ (REUNIÃO..., 2008), valor este abaixo da dose de N máxima aplicada neste experimento. Trindade et al. (2006) no experimento de trigo irrigado no cerrado, com as cultivares EMBRAPA 22 e EMBRAPA 42 em sistema de plantio direto após a cultura da soja, obtiveram a produtividade máxima estimada de 6370 kg ha⁻¹ na dose de 173 kg ha⁻¹. Torna-se

evidente a necessidade de novos estudos com diferentes cultivares e condições edafoclimáticas para a identificação da máxima resposta e recomendação de doses adequadas de adubação nitrogenada de cobertura.

O peso do hectolitro reduziu linearmente com o incremento das doses de N, (Figura 2). Este resultado pode estar associado ao aumento do rendimento de grãos, uma vez que foi observada correlação negativa entre essas características, embora tenha ficado acima do valor mínimo para classificação como tipo 1 que é de 78 kg hL⁻¹ (REUNIÃO..., 2008). A redução no peso do hectolitro com o incremento das doses de abubação nitrogenada foi observado por Trindade et al. (2006) com as cultivares EMBRAPA 22 e EMBRAPA 42. Segundo Frizzone et al. (1996) a redução do PH pode ser atribuído à maior competição entre grãos por fotoassimilados uma vez que o incremento das doses de N proporcionaram um aumento no número de espigas por m² e no número de grãos por m². Embora não detectada diferença estatística na massa de mil grãos, o aumento no número de grãos por m² pode ter produzido grãos menos densos e conseqüentemente menor peso do hectolitro. De fato o número de espigas por m² e a produtividade apresentaram correlação significativa negativa com o peso do hectolitro, com r de -0,44 e -0,52, respectivamente.

Não foi observado efeito significativo das formas de ureia em nenhuma das características analisadas, da mesma forma que para a interação genótipo x formas de ureia (Tabela 2). A ureia com inibidor de urease e a ureia protegida não proporcionaram melhores resultados para as características avaliadas quando comparados à ureia (Tabela 4). Esse resultado, provavelmente, deve-se a interferência das condições climáticas no momento da aplicação, já que a mesma foi realizada dois dias após um período de três dias de chuva, com total de 65 mm e após não ocorreu chuvas por um período e 18 dias (Figura 1). Segundo Malavolta (2006), se após a aplicação ocorrer uma precipitação ou irrigação as perdas de nitrogênio são praticamente nulas. No entanto, o período prolongado sem chuva após a adubação nitrogenada prejudicou o aproveitamento do N aplicado em cobertura para as três formas de ureia avaliadas, pois quando aplicado em solo úmido, sem a posterior incorporação no solo pela chuva, ocorre a hidrólise da ureia na superfície e conseqüentemente maiores perdas de N por volatilização. Mesmo os fertilizantes de eficiência aumentada dependem da ocorrência de chuvas suficientes para incorporá-los no solo (CANTARELA & MARCELINO, 2007). Segundo

Cantarella et al. (2008), as perdas de N aplicados em superfície são aumentadas quanto maior a palhada do solo e a falta de chuva para a sua incorporação.

Tabela 4 – Valores médios para as características avaliadas em trigo, em função das formas de ureia aplicadas em cobertura, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

Formas	ESP (dias)	ALT (cm)	EM (esp. m ⁻²)	COE (cm)	NE	NGE
UC	71,8	101,7	328	7,75	16,42	42,43
UI	72,4	102,1	333	7,74	16,62	42,96
UP	72,2	101,7	331	7,71	16,38	42,48
	MFB (g)	NFB (g kg ⁻¹)	NGR (g kg ⁻¹)	MMIL (g)	REND (kg ha ⁻¹)	PH (kg hL ⁻¹)
UC	2,57	19,23	25,39	39,30	4365	80,82
UI	2,57	18,97	25,44	39,21	4363	80,67
UP	2,52	19,23	25,53	39,29	4312	80,68

UC: ureia convencional, UI: ureia com inibidor de urease, UP: ureia com polímero, ESP: dias até o espigamento, ALT: altura de plantas, EM: espigas por m², COE: comprimento da espiga, NE: número de espiguetas/espiga, NGE: número de grãos por espiga, MFB: massa de 30 folhas bandeira, NFB: nitrogênio foliar, NGR: nitrogênio no grão, MMIL: massa de mil grãos, REND: rendimento de grãos, PH: Peso do hectolitro.

A interação entre genótipo x dose e dose x forma de ureia foi significativa apenas para o peso do hectolitro (Tabela 2). A linhagem IWT 04008 apresentou peso do hectolitro superior a BRS Pardela, e esta superior a BRS 208 em todas as doses, com exceção no tratamento sem aplicação de N em cobertura (Tabela 5). O incremento das doses de N reduziu o peso do hectolitro para a cultivar BRS 208 e para a linhagem IWT 04008.

Tabela 5 – Valores médios para o peso do hectolitro em função da interação de genótipos de trigo e doses de N aplicadas em cobertura, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

Gen\Dose	0	40	80	120	Equações de Regressão	R ²
BRS 208	80,1 b	79,9 c	79,2 c	79,0 c	y = -0,0103x + 80,18	0,9419
BRS Pardela	80,5 b	80,5 b	80,9 b	80,4 b	-	-
IWT 04008	82,5 a	82,2 a	81,9 a	81,7 a	y = -0,0072x + 82,482	0,9843

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Gen: Genótipo

O efeito de forma de ureia sobre o PH foi significativo apenas na maior dose de N, sendo que a ureia convencional e com o inibidor de urease proporcionaram maior peso do hectolitro que a ureia protegida (Tabela 6). O

incremento de doses de N reduziu o peso do hectolitro para as formas de ureia avaliadas.

Tabela 6 – Valores médios para o peso do hectolitro em genótipos de trigo, em função da interação de formas de ureia e doses de N aplicadas em cobertura, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

Formas\Dose	0	40	80	120	Equações de regressão	R ²	P máx
UC	81,1 a	80,8 a	80,9 a	80,6 a	$y = -0,0036x + 81,042$	0,7646	-
UI	81,0 a	80,8 a	80,4 a	80,5 a	$y = -0,0051x + 80,976$	0,8445	-
UP	81,0 a	81,1 a	80,7 a	80,0 b	$y = -0,0001x^2 + 0,0045x + 81,044$	0,9999	20,04

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, UC: ureia convencional, UI: ureia com inibidor de urease, UP: ureia com polímero.

A interação genótipo x dose x forma não foi significativa para as características avaliadas (Tabela 2).

Cabe ressaltar, que as condições climáticas durante o experimento a campo não foram as mais adequadas para o desenvolvimento inicial da cultura do trigo e para a resposta à adubação nitrogenada de cobertura. A precipitação durante o período de cultivo foi de 486 mm, porém com distribuição desuniforme (Figura 1). Após a semeadura, ocorreu um período de estiagem que prejudicou a uniformidade da germinação e emergência das plântulas e ainda, limitou o desenvolvimento inicial da cultura. Ainda assim, o rendimento médio de grãos obtidos foi de 4347 kg ha⁻¹ sendo superior a média nacional de 2482 kg ha⁻¹ e a do Estado do Paraná de 2778 kg ha⁻¹. Observou-se também, a influência da baixa precipitação no início do ciclo sobre o crescimento e desenvolvimento da cultura, pois mesmo sem utilizar redutor de crescimento e com a utilização de altas doses de N, não foi observado acamamento de plantas de trigo nas parcelas. Além disso, a menor precipitação pluvial durante a fase inicial da cultura (Figura 1), possivelmente limitou o aproveitamento de N pela planta, uma vez que a absorção deste nutriente, depende da disponibilidade de água no solo (MALAVOLTA, 2006). Por outro lado, o menor volume de chuva na fase final do ciclo da cultura é extremamente favorável a qualidade do trigo, pois reduz a incidência de doenças e a germinação pré colheita, (BASSOI, 2004) esse fato pode ser verificado por um dos parâmetros de qualidade, o PH, que ficou acima do mínimo exigido para comercialização para o tipo 1, que é de 78 kg hL⁻¹ (REUNIÃO... 2008).

CONCLUSÕES

As cultivares BRS 208 e BRS Pardela são mais produtivas e apresentam maior teor de N no grão do que a linhagem IWT 04008.

O incremento das doses de N aplicadas em cobertura, independentemente do genótipo e da forma de ureia utilizada, influencia positivamente a massa seca da folha bandeira, o número de espigas por m² e o rendimento de grãos, com influência negativa sobre o peso do hectolitro do trigo.

A forma de ureia aplicada em cobertura não interfere nas características agronômicas independente de genótipos em condições de ausência de precipitação por 18 dias após a precipitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; TRENTIN, P. S.; GÁLIO, J. Cultivares de trigo respondem diferentemente à qualidade da luz quanto à emissão de afilhos e acumulação de massa seca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 377-383, 2002.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>>. Acesso em: 07 out. 2009.

BASSOI, M. C. Introdução ao problema da germinação pré-colheita em trigo no Brasil. In: CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F (Ed.). Germinação pré-colheita em trigo. Passo Fundo, Embrapa, 2004. p. 21-136.

BASSOI, M. C.; BRUNETTA, D.; TAVARES, L. C. V; MIRANDA, L. C.; BECKERT, O. P.; SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z.; RIEDE, C. R.; CAMPOS, L. A. C.; SHIOGA, P. S.; SCHOLZ, M. B. S.; OKUYAMA, L. A.; POLA, J. N.; AZAMBUJA, J. R. S. **Cultivares de trigo Embrapa e Iapar**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 68 p. (Embrapa Soja. Documentos, 282).

CABEZAS, W. A. R. L.; YAMADA, T. Ureia aplicada na superfície do solo: um péssimo negócio!. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba: Potafós, n. 86, junho, p. 9-10, 1999.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da ureia. In: Simpósio sobre Informações Recentes para Otimização da Produção Agrícola, **Anais...** Piracicaba, 2007 CD-Rom (19 p.).

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

CERETTA, C. A. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia-milho, no sistema plantio direto. In: FRIES, M. R.; DALMOLIN, R. S. D. **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Pallotti, 1997. Cap. 5, p. 112-124.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/12graos_08.09.pdf>. Acesso em: 02 out. 2009.

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

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: Funep, 2008. 338p.

FRIZZONE, J. A.; MELLO JÚNIOR, A. V.; 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.

GOLIK, S. I.; CHIDICHIMO, H. O.; PÉREZ, D.; PANE, L. Acumulación, removilización, absorción postantesis y eficiencia de utilización de nitrógeno en trigo bajo diferentes labranzas y fertilizaciones, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 38, n. 5, p. 619-626, maio 2003.

HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K. J. et. al. **Physiology and determination of crop yield**. American Society of Agronomy, 1994. Cap. 11A, p. 285-302.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Disponível em: <http://200.201.27.14/Sma/Cartas_Climaticas/Classificacao_Climatica.htm>. Acesso em: 12 jun. 2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MENGEL, D. Manejo de nutrientes na cultura do milho de alta produtividade. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: Potafós, n. 73, p.16, 1996.

PERUZZO, G.; SIQUEIRA, O. J. F.; WIETHÖLTER, S. Eficiência agronômica de fertilizantes nitrogenados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 7, p.1027-1034, 1994.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafos, 1991. 343 p.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 1., 2007, Londrina. **Informações técnicas para a safra 2008: trigo e triticale**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 147p. (Embrapa Soja. Documentos, 301).

RODRIGUES, M. B.; KIEHL, J. C. Volatilização de amônia após emprego de ureia em diferentes doses e modos de aplicação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 10, p. 37-43, 1986.

SANGOI, L.; BERNIS, A.C.; ALMEIDA, M.L.; ZANIM,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, nov-dez, 2007.

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 agronômica**, Ilha Solteira v. 9, p. 1-17, 2000.

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

TRINDADE, M. G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; CÃNOVAS, 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, 2006.

YANO, G. T.; TAKAHASHI, H. T.; 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.

4 ARTIGO B: FORMAS DE UREIA E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE TRIGO CULTIVADOS EM LONDRINA-PR.

RESUMO

A utilização de cultivares mais responsivas na captação e utilização de nutrientes, juntamente com práticas culturais adequadas e a utilização de insumos mais eficientes são estratégias para reduzir custos e maximizar a produção de trigo no Brasil. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de adubação nitrogenada em cobertura, provenientes de diferentes formas de ureia, em genótipos de trigo em sistema de semeadura direta. Foram avaliados três genótipos desenvolvidos pela EMBRAPA (as cultivares BRS 208 e a BRS Pardela e a linhagem IWT 04008), em Londrina-PR, totalizando três experimentos. Foram avaliadas três formas de ureia em cobertura (ureia convencional, ureia com inibidor de urease e ureia protegida) com quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) aplicadas no perfilhamento (20 dias após a emergência). Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 4 (três formas de ureia x quatro doses), totalizando 12 tratamentos por experimento com quatro repetições. Foram avaliados: ciclo até o espigamento e até a maturação, massa seca e teor de N da folha bandeira, altura de plantas, porcentagem de acamamento, número de espigas m⁻², massa de 1000 grãos, teor de N nos grãos, rendimento de grãos, peso do hectolitro. Os dados obtidos nos experimentos foram analisados conjuntamente para avaliar o efeito de genótipo. As cultivares BRS 208 e BRS Pardela são mais produtivas do que a linhagem IWT 04008. O incremento das doses de N influencia positivamente a duração do ciclo até o espigamento e até a maturação, a massa seca da folha bandeira, o número de espigas m⁻² e o teor de nitrogênio do grão. No entanto, a elevação das doses de N aumenta a porcentagem de acamamento proporcionando redução na massa de mil grãos e, conseqüentemente, no rendimento de grãos e no peso do hectolitro. Com a ocorrência de chuva logo após a sua aplicação as formas de ureia aplicada em cobertura não interferem nas características agronômicas do trigo.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Uréia. Inibidor de uréase. Ureia protegida. Teor de N.

FORMS OF UREA AND NITROGEN LEVELS IN TOP DRESSING IN THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF WHEAT GENOTYPES CULTIVATED IN LONDRINA-PR.

ABSTRACT

Using materials more responsive in the uptake and utilization of nutrients, along with proper cultural practices and use of inputs are more efficient strategies to reduce costs and maximize wheat production in Brazil. The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen fertilization in top dressing from various forms of urea in wheat genotypes in no-till system. We evaluated three lines developed by EMBRAPA (BRS 208 and BRS Pardela and line IWT 04008), in Londrina-PR, in three experiments. We evaluated three forms of urea in topdressing (urea conventional, urea with urease inhibitor and urea protected) with four N levels (0, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹) applied at tillering (20 days after emergence). We used a randomized block design in a factorial 3 x 4 (three forms of urea x four levels), totaling 12 treatments per experiment with four replications. Were evaluated: cycle up to heading and to maturity, dry matter and N content of flag leaf, plant height, lodging percentage, number of spikes m⁻², mass 1000 grain, N content in grain, yield grain and test weight. The data obtained in the experiments were analyzed together to evaluate the effect of genotype. Cultivars BRS 208 and BRS Pardela are more productive than the line IWT 04008. The increasing levels of N positively influences the cycle up to heading and to maturity, dry weight of flag leaf, the number of spikes m⁻² and the nitrogen content of the grain. However, the increasing nitrogen levels increases the percentage of lodging offering reduced mass 1000 grain and consequently the grain yield and test weight. With the occurrence of rain after the application forms of urea applied in top dressing does not interfere with the agronomic characteristics of wheat.

keywords: *Triticum aestivum* L. Urease inhibitor. Urea protected. Content of N.

INTRODUÇÃO

O trigo é a segunda cultura em quantidade de grãos produzida no mundo, sendo superada apenas pelo milho, e ocupa a maior área de cultivo (FORNASIERI FILHO, 2008). O Brasil, mesmo com todo o seu potencial agrícola, é um dos maiores importadores de trigo, sendo superado apenas pelo Egito. O consumo de trigo no Brasil em 2009 foi de 11 milhões de toneladas, e deste montante foram importados 5,4 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2009).

O Brasil possui média de produtividade de aproximadamente 2.480 kg ha⁻¹ (CONAB, 2009), valor este aquém do potencial produtivo das cultivares disponíveis atualmente. Assim, 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).

A produção do trigo é definida em função da cultivar utilizada, da quantidade de insumos, das técnicas de manejo empregadas (TEIXEIRA FILHO et al., 2007) e das condições ambientais. O desenvolvimento e a crescente utilização de novas cultivares de alto potencial produtivo tem implicado no uso mais frequente de insumos, dentre os quais se destaca a adubação nitrogenada, devido a sua importância na definição da produtividade (ZAGONEL et al., 2002). Segundo Ortiz-Monasterio et al. (2001), o suprimento adequado de nutrientes pode ser alcançado por meio de duas estratégias: a adoção de práticas culturais mais eficientes e a obtenção de cultivares mais responsivas na captação e utilização do nutriente.

A fertilização do solo e a adequada nutrição da planta são indispensáveis para se alcançar altas produtividades e viabilizar a exploração da cultura do trigo. Segundo Almeida et al. (2002), um dos motivos da baixa produtividade média das lavouras de trigo no Brasil é a reduzida participação dos perfilhos na formação do rendimento final, e neste aspecto, a adubação nitrogenada é importante para a emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência dos perfilhos.

O nitrogênio (N) é um elemento essencial para as plantas, pois participa de uma série de rotas metabólicas-chave em sua bioquímica, sendo constituinte de importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas de armazenamento, ácidos nucléicos e enzimas (HARPER, 1994). O N é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura do trigo, e a fertilização

nitrogenada tem sido fundamental, tanto para o aumento da produtividade, quanto da qualidade dos grãos de trigo. Por ser o nutriente mais absorvido e o mais exportado pelas plantas, deve ser frequentemente repostado ao solo (SILVA et al., 2000). A exigência de nitrogênio para a produção de três toneladas de trigo é de 70 kg, sendo 50 kg pelos grãos e 20 kg pela palha. Além disso, para cada tonelada adicional de grãos são necessários mais 25 kg de N (MALAVOLTA, 2006).

A dose de nitrogênio a ser utilizada também deve ser baseada na resistência da planta ao acamamento e na fertilidade do solo. Doses menores limitam a produtividade e maiores doses podem levar ao acamamento de plantas, dificultando a colheita e reduzindo a produtividade (ZAGONEL et al., 2002).

O nitrogênio é o nutriente mais difícil de ser manejado nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude das reações a que está sujeito e da sua alta instabilidade no solo (ERNANI, 2003). Dessa forma, deve-se considerar, que existem perdas de N, e assim nem todo o N aplicado é aproveitado pela planta.

A ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado no Brasil e, a cada ano, são utilizadas em torno de 2,95 milhões de toneladas (ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA, 2009). Do ponto de vista agrícola, a ureia tem como vantagens o teor elevado de nitrogênio (45%), o menor custo de transporte, a alta solubilidade, a menor corrosividade, a compatibilidade com inúmeros outros fertilizantes e defensivos, a alta taxa de absorção foliar, a pronta disponibilidade para as plantas e a facilidade de manipulação, além de causar menor acidificação no solo (RAIJ, 1991; CANTARELLA; MARCELINO, 2007). No entanto, possui como característica desfavorável as elevadas perdas por volatilização (RODRIGUES & KIEHL, 1986) e estas são aumentadas quanto maior a palhada do solo e a falta de chuva para a sua incorporação (PERUZZO et al., 1994; CANTARELLA et al., 2008). Atualmente a lavoura de trigo do Brasil é implantada em quase sua totalidade, na forma de plantio direto, com mais de 90% de adeptos a esta prática (CONAB, 2009). A cobertura vegetal presente na área reduz o contato da ureia com o solo (MENGEL, 1996; CERETTA, 1997), diminuindo a adsorção de NH_4^+ aos colóides orgânicos e inorgânicos, e com isso, facilita a volatilização de amônia. Sendo assim, a eficiência do uso do nitrogênio no sistema de semeadura direta na palha é menor do que no sistema de plantio convencional. (GOLIK et al., 2003).

As perdas do N aplicado a lanço variam de 30 - 70%, no sistema de

semeadura direta (MALAVOLTA, 1979; CABEZAS; YAMADA, 1999). O aumento na eficiência da adubação nitrogenada pode ser obtido por vários meios, dentre eles, a utilização de doses e épocas adequadas, com aplicação de modo correto e, uso da fonte mais apropriada às condições edafoclimáticas, a rotação de culturas, e o uso de inibidores de urease e da nitrificação (MALAVOLTA, 2006).

A utilização de fertilizantes mais eficientes, também chamados “fertilizantes de eficiência aumentada”, é uma das estratégias para se reduzir a importação de fertilizantes e maximizar a produção. Atualmente, existem no mercado produtos a base de ureia com aditivos que aumentam a sua eficiência, além de permitir a realização da adubação nitrogenada sem necessidade de chuva ou de umidade. Como exemplo de aditivos têm-se os inibidores de urease e os polímeros, porém, estes ainda necessitam mais avaliações para comprovação da sua eficiência e definição das doses adequadas.

A maior parte dos trabalhos realizados com adubação nitrogenada tem utilizado apenas uma cultivar. Contudo, as cultivares de trigo diferem na sua capacidade de emissão de perfilhos, no seu ciclo, na arquitetura e no potencial produtivo (SANGOI et al., 2007) e a cada ano são lançadas novas cultivares com porte reduzido, maior tolerância ao acamamento e maior potencial produtivo e, que podem apresentar uma maior produtividade com o acréscimo da adubação nitrogenada de cobertura (FORNASIERI, 2008). As diferenças entre as cultivares podem interferir na capacidade de absorção, de assimilação e de conversão de nitrogênio para a produção de grãos (SANGOI et al., 2007). Além disso, trabalhos com doses de N e formas de ureia em cobertura são muito influenciados pelas condições edafoclimáticas e, assim, estudos de campo são fundamentais para validação desta tecnologia.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de adubação nitrogenada em cobertura, provenientes de diferentes formas de ureia, sobre os teores de N na folha e no grão, os componentes de produção e a produtividade de três genótipos de trigo no sistema de semeadura direta em Londrina-PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, durante o ano agrícola de 2008, no município de Londrina, localizado na região Norte do Paraná, que se encontra a 23° 11' latitude sul, 51° 10' longitude oeste de Greenwich, com altitude de 600 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), apresentando na camada de 0-10 cm de profundidade valores médios de pH CaCl₂ de 4,6 e de matéria orgânica de 1,4%. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa, ou seja, clima subtropical com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR, 2008). Os dados de temperatura máxima e mínima diária e precipitação durante o período de cultivo, obtido junto à estação meteorológica da EMBRAPA Soja, localizada a 800 m do experimento, são apresentados na Figura 1.

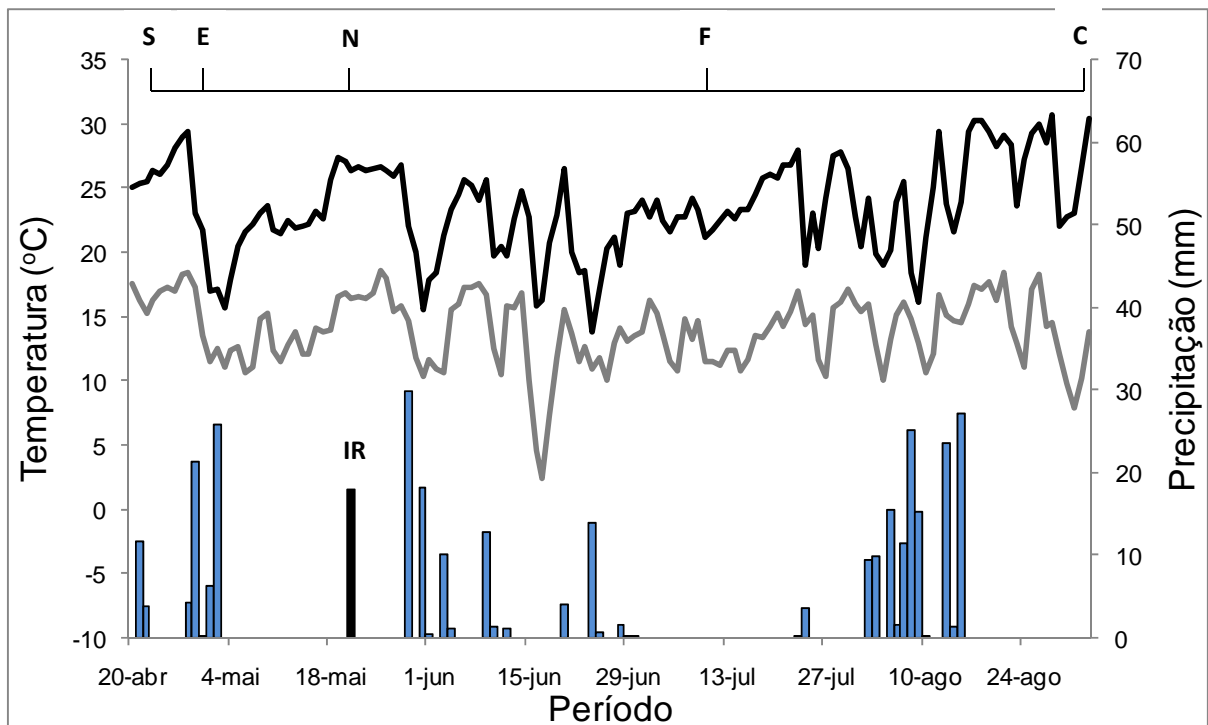


Figura 1 – Temperatura máxima e mínima diária (°C) e precipitação (mm) em Londrina-PR, no período de 20/04/2008 a 02/09/2008. S: semeadura, E: emergência, N: adubação nitrogenada de cobertura, F: Florescimento, C: colheita IR: Irrigação.

Foram avaliados três genótipos de trigo desenvolvidos pela EMBRAPA (cultivares BRS 208 e BRS Pardela e a linhagem IWT 04008 introduzida do México), em três experimentos independentes. O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi de blocos casualizados no esquema fatorial 3 x 4 com quatro repetições. Foram avaliadas três formas de ureia na adubação nitrogenada de cobertura (ureia convencional, ureia com inibidor de urease - SuperN[®] e ureia protegida - Kim Coat[®]) em quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹). A parcela experimental foi constituída por 10 linhas, com seis metros de comprimento e com espaçamento entre linhas de 20 cm. Foi considerada como área útil de cada parcela experimental as seis linhas centrais, desprezando-se 0,75 m nas extremidades, totalizando 5,4 m².

Os genótipos utilizados são todos de ciclo médio (cerca de 60 a 70 dias da emergência ao espigamento) e apresentam características contrastantes de altura de plantas, capacidade de perfilhamento, potencial produtivo e qualidade industrial do grão. A cultivar BRS 208 apresenta altura média de 89 cm, é moderadamente resistente ao acamamento, pertence à classe comercial Trigo Pão, apresentando força de glúten (W) média de 287×10^{-4} J, perfilhamento médio, elevada rusticidade (boa tolerância ao alumínio tóxico do solo, ampla adaptação e boa resposta em solos de baixa fertilidade) (BASSOI et al., 2007). A cultivar BRS Pardela apresenta altura média de 79 cm, é moderadamente resistente ao acamamento, pertence à classe comercial Trigo Melhorador, com W médio de 343×10^{-4} J, apresenta boa capacidade de perfilhamento e elevado potencial produtivo, sendo indicada para solos de fertilidade média e alta. (BASSOI et al., 2007). A linhagem IWT 04008 introduzida do CIMMYT (Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo), localizado no México, pela Embrapa Soja, apresenta altura média de 93 cm, é moderadamente resistente ao acamamento pertence à classe comercial Trigo Pão, apresentando força de glúten (W) média de 256×10^{-4} J, elevado potencial produtivo e baixa capacidade de perfilhamento.

A área experimental é manejada no sistema de plantio direto sendo que a cultura anterior foi a soja. Previamente à instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo das áreas experimentais para análise química. A adubação de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) na semeadura foi realizada conforme os resultados da análise de solo (Tabela 1), seguindo as Indicações Técnicas da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale para o Estado do

Paraná (REUNIÃO..., 2008). Foram aplicados 20 kg ha⁻¹ de N, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O, na sementeira.

As sementes foram tratadas com o fungicida Baytan[®] (Triadimenol), na dose de 3 mL kg⁻¹ de semente, e com o inseticida Gaucho[®] (Imidacloprid), na dose de 1 mL kg⁻¹ de semente. A sementeira foi realizada no dia 24/04/08 visando a obtenção de uma densidade de aproximadamente 325 plantas m⁻². A emergência de plântulas ocorreu seis dias após a sementeira. A adubação de cobertura foi realizada aos 20 dias após a emergência, correspondendo ao início do perfilhamento. Sendo que, cerca de quatro horas após a adubação nitrogenada, foi efetuada uma irrigação de aproximadamente 18 mm (Figura 1).

Tabela 1 – Atributos químicos do solo da área experimental das camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade, em Londrina-PR, na safra 2008.

Profun. cm	pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	H + Al	Al ⁺³	Ca ⁺² cmol _c dm ⁻³	Mg ⁺² cmol _c dm ⁻³	K ⁺	CTC	V %	C g dm ⁻³
00-10	4,60	5,95	3,92	0,09	4,26	2,86	0,82	11,87	66,94	7,97
10-20	4,51	6,53	4,11	0,09	3,88	2,66	0,59	11,24	63,46	7,54
20-40	4,51	5,65	3,98	0,10	4,03	2,63	0,49	11,14	64,10	7,07

Os tratos culturais foram realizados de acordo com as Indicações Técnicas da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale para o Estado do Paraná (REUNIÃO..., 2008). Para o controle de plantas daninhas foi realizada uma aplicação da mistura do herbicida Basagran[®] (Bentazona) na dose de 1,2 L ha⁻¹ com Assist[®] na dose de 0,5 L ha⁻¹. A aplicação de fungicidas foi como controle erradicativo no aparecimento dos primeiros sintomas, sendo a área experimental monitorada semanalmente. Dessa forma, foi realizada uma aplicação de Rival[®] (Tebuconazole) e outra aplicação de Nativo[®] (Trifloxistrobina + Tebuconazol) na dose de 0,75 L ha⁻¹.

Para avaliar o estande inicial, número de espigas por m² e o índice de espiga por planta, procedeu-se à contagem de plantas antes do perfilhamento e das espigas na colheita em uma das seis linhas da área útil, definida aleatoriamente.

Para análise foliar visando a determinação do teor de nitrogênio nas folhas, foram coletadas aleatoriamente 30 folhas bandeira na área útil de cada parcela, no início do florescimento. Essas 30 folhas foram lavadas, secadas e pesadas para determinação da massa seca e, posteriormente, foram moídas para determinação do teor de nitrogênio, seguindo a metodologia descrita por Kjeldahl

(MALAVOLTA, 2006).

Foi avaliado o ciclo, em dias, da emergência das plântulas ao espigamento (quando as parcelas apresentaram mais de 50% das plantas com as espigas expostas acima da folha bandeira) e até a maturação (quando as parcelas apresentaram mais de 50% das plantas com colmos e folhas secas). Em decorrência das condições climáticas que favoreceram o acamamento, realizou-se a avaliação visual estimando-se a porcentagem de plantas acamadas (com inclinação superior a 45°) em cada parcela, quando o trigo apresentava-se no estágio de grão macio e úmido (massa mole). Foi determinada a altura média de plantas, do solo ao ápice (sem considerar as aristas) das plantas, na área útil de cada parcela após a maturação.

A colheita foi realizada no dia 02/09/08, quando a cultura encontrava-se no estágio de maturação de colheita, utilizando uma colhedora de parcelas Wintersteiger[®]. Após, o trigo foi limpo, secado e pesado para determinação do rendimento de grãos, corrigidos a 13% de umidade. Antes da colheita, foram coletadas ao acaso, 20 espigas na área útil da parcela para determinação dos componentes do rendimento. Nestas espigas foram determinados: o comprimento de espiga, o número de espiguetas por espiga e o número de grãos por espiga.

A massa de 1000 grãos foi determinada mediante contagem eletrônica e pesagem de duas sub-amostras de 500 grãos de cada parcela.

O peso do hectolitro (kg hL^{-1}) dos grãos de trigo, foi determinado pela pesagem em balança eletrônica de uma amostra com volume conhecido (225 mL) obtido no aparelho Dalle Molle[®] e o resultado foi transformado na unidade padrão (kg hL^{-1}).

O teor de nitrogênio nos grãos foi determinado seguindo a metodologia de Kjeldahl, utilizando uma amostra de 0,2 gramas de grãos secos e moídos na peneira de 0,2 mm de diâmetro (MALAVOLTA, 2006).

A análise exploratória dos dados foi realizada para verificar o atendimento das pressuposições da análise de variância e a presença de *outliers*, também foi realizado a relação entre o maior e menor resíduo antes de se proceder à análise conjunta. Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias de formas de ureia foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, e os dados de doses foram submetidos à análise de regressão até o 2° grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito de genótipos foi significativo a 1% de probabilidade para a maioria das características avaliadas e significativo a 5% para o índice de perfilhamento, teor de nitrogênio foliar e peso do hectolitro. Apenas o teor de nitrogênio no grão não diferiu estatisticamente entre os genótipos (Tabela 2). Esses resultados demonstram que há diferença entre os genótipos para as características avaliadas, nas condições ambientais de Londrina-PR. Além disso, reforça o fato de que se trabalhou com genótipos contrastantes agronomicamente, o que é altamente desejável em estudo de respostas à formas e doses de fertilizantes na cultura do trigo (Sangoi et al., 2007.)

Tabela 2 – Resumo da análise de variância (Prob. > F) para as características avaliadas em genótipos de trigo, em função de formas de ureia e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, em Londrina-PR, na safra 2008.

F.V.	ESP	MAT	ALT	ACA	EI	EM	IP	COE
BL(GEN)	0,005**	0,006**	0,008**	0,136 ^{ns}	0,065 ^{ns}	0,070 ^{ns}	0,228 ^{ns}	0,203 ^{ns}
GEN	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,021 *	0,000**
DOSE	0,000**	0,000**	0,895 ^{ns}	0,000**	0,985 ^{ns}	0,001**	0,191 ^{ns}	0,053 ^{ns}
FORMA	0,227 ^{ns}	0,018**	0,806 ^{ns}	0,836 ^{ns}	0,484 ^{ns}	0,191 ^{ns}	0,197 ^{ns}	0,159 ^{ns}
DO*FO	0,600 ^{ns}	0,887 ^{ns}	0,134 ^{ns}	0,791 ^{ns}	0,429 ^{ns}	0,321 ^{ns}	0,339 ^{ns}	0,681 ^{ns}
GEN*DO	0,274 ^{ns}	0,052 ^{ns}	0,119 ^{ns}	0,560 ^{ns}	0,987 ^{ns}	0,280 ^{ns}	0,543 ^{ns}	0,465 ^{ns}
GEN*FO	0,213 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,819 ^{ns}	0,326 ^{ns}	0,153 ^{ns}	0,483 ^{ns}	0,560 ^{ns}	0,775 ^{ns}
GEN*DO*FO	0,784 ^{ns}	0,974 ^{ns}	0,360 ^{ns}	0,600 ^{ns}	0,876 ^{ns}	0,370 ^{ns}	0,856 ^{ns}	0,836 ^{ns}
C.V. (%)	1,1	0,7	4,0	38,1	12,5	10,0	16,7	4,4
F.V.	NE	NGE	MFB	NFB	NGR	MMIL	REND	PH
BL(GEN)	0,439 ^{ns}	0,407 ^{ns}	0,000**	0,271 ^{ns}	0,342 ^{ns}	0,429 ^{ns}	0,000**	0,126 ^{ns}
GEN	0,000**	0,000**	0,000**	0,012 *	0,442 ^{ns}	0,000**	0,000**	0,011 *
DOSE	0,321 ^{ns}	0,491 ^{ns}	0,000**	0,286 ^{ns}	0,0492*	0,000**	0,000**	0,000**
FORMA	0,024**	0,154 ^{ns}	0,395 ^{ns}	0,451 ^{ns}	0,487 ^{ns}	0,659 ^{ns}	0,854 ^{ns}	0,830 ^{ns}
DO*FO	0,774 ^{ns}	0,578 ^{ns}	0,851 ^{ns}	0,745 ^{ns}	0,127 ^{ns}	0,647 ^{ns}	0,473 ^{ns}	0,066 ^{ns}
GEN*DO	0,056 ^{ns}	0,818 ^{ns}	0,728 ^{ns}	0,103 ^{ns}	0,050 ^{ns}	0,899 ^{ns}	0,717 ^{ns}	0,262 ^{ns}
GEN*FO	0,400 ^{ns}	0,582 ^{ns}	0,369 ^{ns}	0,336 ^{ns}	0,925 ^{ns}	0,215 ^{ns}	0,701 ^{ns}	0,055 ^{ns}
GEN*DO*FO	0,859 ^{ns}	0,989 ^{ns}	0,462 ^{ns}	0,311 ^{ns}	0,344 ^{ns}	0,666 ^{ns}	0,383 ^{ns}	0,916 ^{ns}
C.V. (%)	4,4	8,4	7,7	8,3	10,9	4,3	7,7	1,2

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

BL: bloco GEN: genótipo, DO: dose de N, FO: forma de ureia CV: coeficiente de variação, ESP: dias até o espigamento, MAT: dias até a maturação, ALT: altura de plantas, ACA: acamamento, EI: estande inicial, IP: índice de perfilho por planta, EM: espigas m⁻², COE: comprimento da espiga, NE: número de espiguetas por espiga, NGE: número de grãos por espiga, MFB: massa de 30 folhas bandeira, NFB: nitrogênio foliar, NGR: nitrogênio no grão, MMIL: massa de mil grãos, REND: rendimento de grãos, PH: peso do hectolitro.

A cultivar BRS 208 apresentou duração de ciclo até o espigamento e até a maturação, altura de plantas, espigas m^{-2} e massa seca da folha bandeira intermediária entre a BRS Pardela e a IWT 04008, porém, apresentou a maior massa de mil grãos, o que contribuiu para o maior rendimento de grãos em relação a linhagem IWT 04008 e semelhante a cultivar BRS Pardela (Tabela 3). Ambas as cultivares foram superiores em rendimentos de grãos que a linhagem mexicana IWT 04008, demonstrando o elevado potencial produtivo das cultivares nacionais. O bom desempenho da cultivar BRS Pardela, provavelmente, deve-se ao maior número de espigas m^{-2} , de espiguetas por espiga, e ao elevado número de grãos por espiga.

A linhagem IWT 04008 destacou-se por possuir maior teor de nitrogênio nas folhas (embora sem diferença significativa em relação a cultivar BRS Pardela) e menor massa de folhas bandeira, porém, não diferiu dos demais genótipos no teor de nitrogênio nos grãos. Além disso, a linhagem IWT 04008 apresentou maior número de grãos por espiga que a cultivar BRS 208 e semelhante a BRS Pardela. Porém, apresentou maior altura de plantas e maior acamamento. O menor rendimento de grãos da linhagem IWT 04008 deve-se ao menor número de espigas m^{-2} , visto que o perfilhamento viável não conseguiu compensar o seu menor estande inicial (Tabela 3). 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.

Tabela 3 – Valores médios para as características avaliadas em genótipos de trigo em função das formas de ureia e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, em Londrina-PR, na safra 2008.

Genótipos	ESP (dias)	MAT (dias)	ALT (cm)	ACA (%)	EI (pl. m^{-2})	EM (esp. m^{-2})	IP	COE (cm)
BRS 208	64,9 b	110,7 b	105,4b	51,04 b	291 a	383,47 b	1,35 b	7,46 b
Pardela	65,5 a	114,1a	91,5 c	57,71 b	297 a	435,85 a	1,48 a	6,87 c
IWT04008	63,5 c	107,6 c	111,5 a	71,67 a	258 b	357,29 c	1,41 ab	8,51 a
Genótipos	NE	NGE	MFB (g)	NFB (g kg^{-1})	NGR (g kg^{-1})	MMIL (g)	REND (kg ha^{-1})	PH (kg hL^{-1})
BRS 208	15,13 b	38,84 b	4,73 b	42,24 b	22,48 a	32,61 a	3324 a	80,4 b
Pardela	15,74 a	42,29 a	5,18 a	42,75 ab	23,13 a	31,32 b	3301 a	80,5 b
IWT04008	15,41 b	43,12 a	4,34 c	44,36 a	22,92 a	29,62 c	2793 b	81,0 a

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

ESP: dias até o espigamento, MAT: dias até a maturação, ALT: altura de plantas, ACA: acamamento, EI: estande inicial, IP: índice de perfilho por planta, EM: espigas m^{-2} , COE: comprimento da espiga, NE: número de espiguetas por espiga, NGE: número de grãos por espiga, MFB: massa de 30 folhas bandeira, NFB: nitrogênio foliar, NGR: nitrogênio no grão, MMIL: massa de mil grãos, REND: rendimento de grãos, PH: peso do hectolitro.

O efeito de doses foi altamente significativo ($p < 0,01$) para a duração do ciclo até o espigamento e até a maturação, porcentagem de acamamento, número de espigas por m^{-2} , massa da folha bandeira, massa de mil sementes, rendimento de grãos e peso do hectolitro, e significativo a 5% para o teor de nitrogênio do grão (Tabela 2).

O incremento nas doses de N proporcionou uma maior duração do ciclo das plantas de trigo, com ajuste quadrático até o espigamento e linear até a maturação (Figura 2), evidenciando o efeito do nitrogênio em prolongar o ciclo da planta.

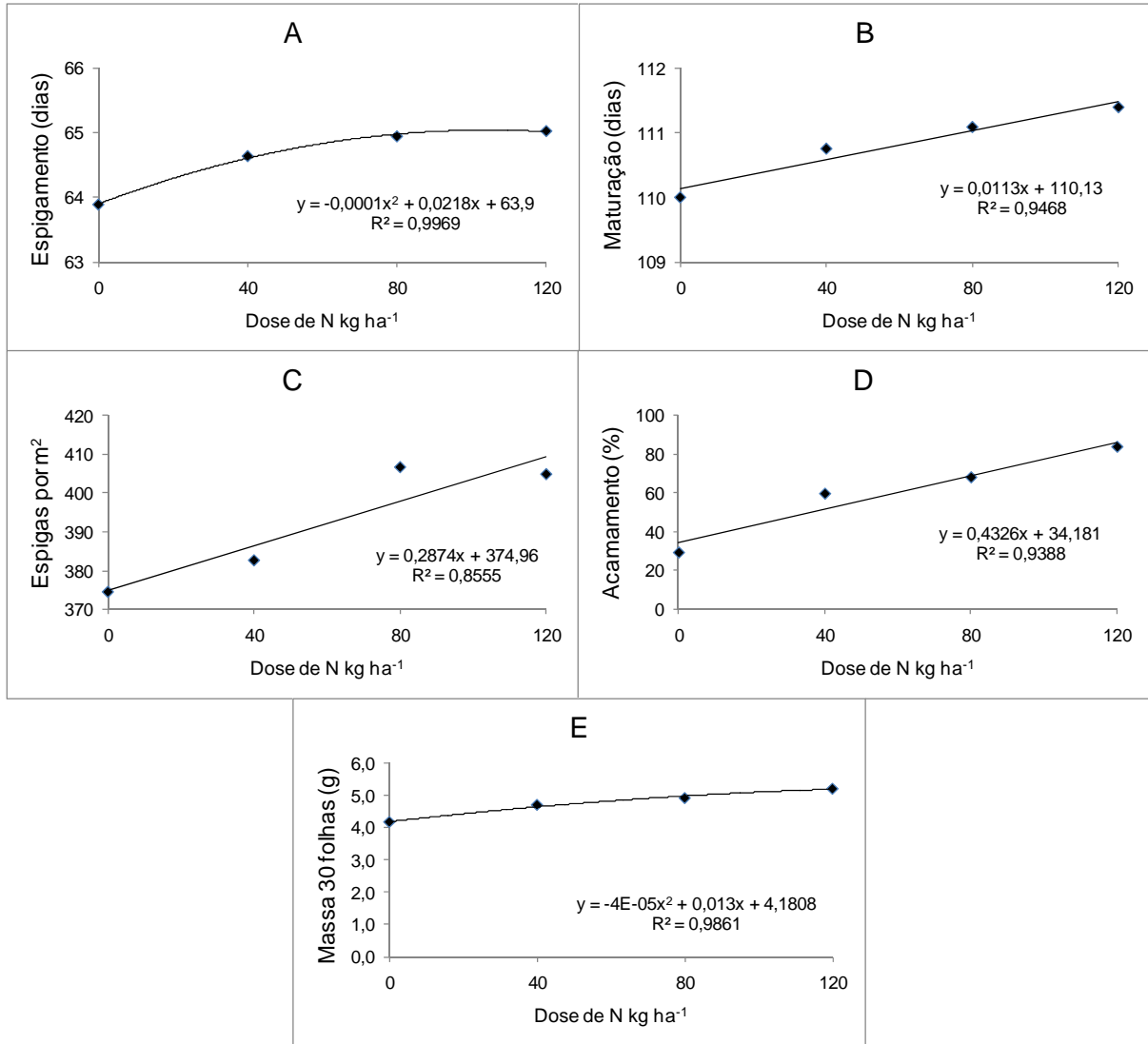


Figura 2 – Ciclo até o espigamento (A), ciclo até a maturação (B), espigas m⁻² (C), porcentagem de acamamento (D) e massa de 30 folhas bandeira (E) em genótipos de trigo, em função de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, em Londrina-PR, na safra 2008.

O incremento nas doses de N aumentou linearmente o número de espigas m⁻² (Figura 2), corroborando com Almeida et al. (2002) que relatam o efeito positivo do nitrogênio na emissão, desenvolvimento e sobrevivência dos perfilhos. A massa seca da folha bandeira também aumentou linearmente com o incremento das doses de N, porém o teor de N foliar não foi influenciado, provavelmente, pelo fato de mesmo o tratamento sem N em cobertura já ter proporcionado um teor de N foliar alto, de 42 g kg⁻¹ de matéria seca. Esse valor está muito acima do considerado adequado por Malavolta et al. (2006) que relata um teor de 30 a 33 g kg⁻¹ de matéria seca. Portanto, o fornecimento de N para a planta, mesmo sem a adubação em

cobertura, foi suficiente para não comprometer o teor de N na folha.

O incremento de doses de N aumentou linearmente a porcentagem de acamamento, com cerca de 85% de plantas acamadas na dose de 120 kg ha^{-1} , contudo, mesmo nas parcelas onde não foi aplicado N em cobertura observou-se um acamamento médio de 29% (Figura 2). O acamamento de plantas foi mais intenso em função do alto volume de chuvas, como pode ser constatado na Figura 1, aliado a ventos fortes ocorridos na fase de enchimento de grãos, limitando, assim, o potencial produtivo da planta. As parcelas com maior dose de N apresentavam mais perfilhos produtivos, como pode ser observado pelo número de espigas por m^2 , e maior massa da folha bandeira, apresentando maior porcentagem de plantas acamadas, acarretando redução na massa de mil sementes e no rendimento de grãos (Figura 3). Segundo Fornasieri Filho (2008) o acamamento pode ocorrer em maior ou menor intensidade, dependendo do genótipo, que determina a altura de planta, resistência do colmo e o sistema radicular, sendo influenciado, principalmente, pelas doses de nitrogênio e o excesso de chuva durante o final do ciclo da cultura. Cabe ressaltar que não foi aplicado redutor de crescimento neste experimento em função de que as cultivares apresentam moderada resistência ao acamamento. Freitas et al. (1994), verificaram aumento de produtividade do trigo com o incremento das doses de nitrogênio de 0 até 120 kg ha^{-1} , para a média de oito cultivares. Porém houve aumento na produção de apenas 40 kg ha^{-1} de trigo para o incremento de adubação de N de 60 para 120 kg ha^{-1} . Os mesmos autores observaram acréscimo na altura das plantas e no acamamento com o incremento das doses de N, porém as cultivares com porte médio a baixo não mostraram ocorrência de acamamento.

O teor de N no grão aumentou linearmente com o incremento de doses de N, enquanto que o peso do hectolitro descreveu ajustando-se a uma equação quadrática (Figura 3). Esse decréscimo no peso do hectolitro ocorreu devido a menor massa de mil grãos, ocasionada pelo acamamento, e pelo maior número de grãos m^{-2} com o aumento das doses de N, o que aumentou a competição por fotoassimilados.

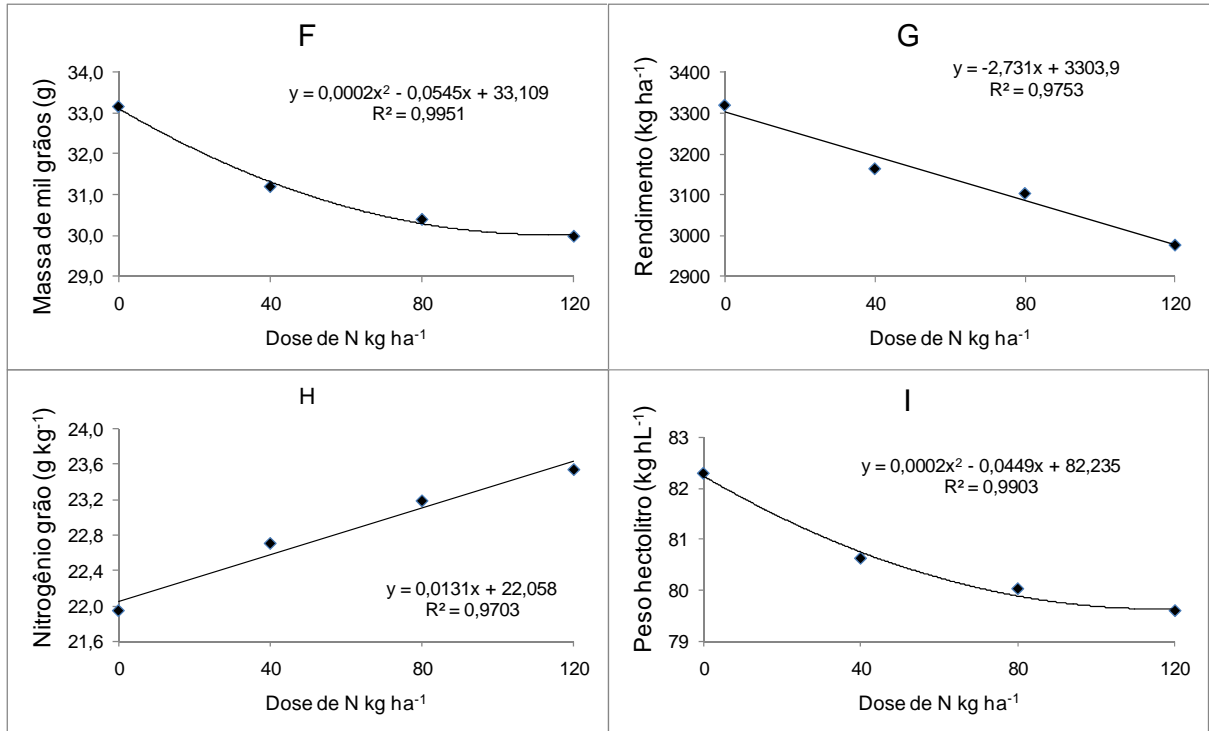


Figura 3 – Massa de mil grãos (F), rendimento de grãos (G), nitrogênio no grão (H) e peso do hectolitro (I) em genótipos de trigo, em função de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, em Londrina-PR, na safra 2008.

Foi observado efeito significativo das formas de ureia apenas para o ciclo até a maturação e número de espiguetas (Tabela 2). Porém, nessas duas características, as formas alternativas de ureia não proporcionaram a obtenção de melhores resultados quando comparados com a ureia convencional, mas a ureia com inibidor de urease proporcionou a obtenção de maior número de espiguetas que a ureia protegida, o que não influenciou no rendimento de grãos (Tabela 4). A ausência de resultado entre as formas, deve-se às condições edafoclimáticas na adubação nitrogenada de cobertura, a qual foi realizada com o solo seco e, cerca de quatro horas após, foi efetuada uma irrigação de aproximadamente 18 mm. Assim, essa condição é considerada ideal para obter melhor eficiência do N aplicado em cobertura, visto que as perdas de nitrogênio são mínimas (MALAVOLTA, 2006), independente da fonte ou forma do fertilizante nitrogenado.

Não foi observado efeito significativo da interação entre dose x forma de ureia, genótipo x dose, genótipo x forma de ureia e genótipo x dose x forma de ureia para todas as características avaliadas (Tabela 2).

Tabela 4 – Valores médios para as características avaliadas em trigo, em função das formas de ureia aplicadas em cobertura, em Londrina-PR, na safra 2008.

Formas	ESP (dias)	MAT (dias)	ALT (cm)	ACA (%)	EI (pl. m ⁻²)	EM (esp. m ⁻²)	IP	COE (cm)
UC	64,69 a	110,73 ab	102,71 a	61,15 a	285,34 a	383,97 a	1,37 a	7,57 a
UI	64,71 a	111,06 a	103,13 a	60,73 a	283,08 a	394,58 a	1,41 a	7,69 a
UP	64,48 a	110,63 b	102,60 a	58,54 a	276,94 a	398,06 a	1,46 a	7,58 a
Formas	NE	NGE	MFB (g)	NFB (g kg ⁻¹)	NGR (g kg ⁻¹)	MMIL (g)	REND (kg ha ⁻¹)	PH (kg hL ⁻¹)
UC	15,35 ab	40,89 a	4,79 a	42,69 a	22,54 a	31,15 a	3135,1 a	80,70 a
UI	15,65 a	42,20 a	4,76 a	43,61 a	22,83 a	31,08 a	3129,2 a	80,59 a
UP	15,28 b	41,15 a	4,69 a	43,05 a	23,16 a	31,32 a	3155,7 a	80,59 a

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

UC: ureia convencional, UI: ureia com inibidor de urease, UP: ureia com polímero, ESP: dias até o espigamento, MAT: dias até a maturação, ALT: altura de plantas, ACA: acamamento, EI: estande inicial, IP: índice de perfilho por planta, EM: espigas m⁻², COE: comprimento da espiga, NE: número de espiguetas por espiga, NGE: número de grãos por espiga, MFB: massa de 30 folhas bandeira, NFB: nitrogênio foliar, NGR: nitrogênio no grão, MMIL: massa de mil grãos, REND: rendimento de grãos, PH: peso do hectolitro.

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 enchimento de grãos provocou o acamamento generalizado de trigo na região norte do PR. Durante todo no ciclo da cultura a precipitação foi de 312 mm, mais 18 mm de irrigação, sendo que desse total, 141 mm ocorreram em 15 dias durante o enchimento de grãos (Figura 1). Com base nisso, a utilização de redutor de crescimento mostra-se como uma técnica necessária, mesmo em cultivares moderadamente resistentes ao acamamento, em anos com probabilidade de maior volume de chuvas. Assim, a adubação de cobertura com formas diferenciadas de ureia deve ser estudada no campo em diferentes condições edafoclimáticas, ou seja, ao longo de vários anos, em diferentes locais e em sucessão a diferentes culturas. Além disso, devem ser utilizados mais genótipos para se chegar a resultados mais conclusivos sobre a sua eficiência e sobre a viabilidade econômica de cada forma do fertilizante, visto que os custos são diferenciados.

CONCLUSÕES

A linhagem IWT 04008 apresenta menor ciclo, maior altura de plantas e acamamento, e produtividade inferior as cultivares BRS 208 e BRS Pardela.

O incremento das doses de N aplicadas em cobertura, independentemente da forma de ureia utilizada, influencia positivamente a duração do ciclo até o espigamento e a maturação, a massa seca da folha bandeira, o número de espigas m^{-2} e o teor de nitrogênio do grão. No entanto, a elevação das doses de N aumenta a porcentagem de acamamento proporcionando redução na massa de mil grãos e, conseqüentemente, no rendimento de grãos e no peso do hectolitro.

O Nitrogênio aplicado em cobertura na forma de ureia com inibidor de urease ou ureia protegida, quando há ocorrência de chuva logo após a sua aplicação, não diferiu da forma convencional de ureia, nas características agrônômicas e teor de N na folha bandeira e nos grãos, dos genótipos de trigo cultivados em semeadura direta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; TRENTIN, P. S.; GÁLIO, J. Cultivares de trigo respondem diferentemente à qualidade da luz quanto à emissão de afilhos e acumulação de massa seca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 377-383, 2002.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>>. Acesso em: 07 out. 2009.

BASSOI, M. C.; BRUNETTA, D.; TAVARES, L. C. V; MIRANDA, L. C.; BECKERT, O. P.; SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z.; RIEDE, C. R.; CAMPOS, L. A. C.; SHIOGA, P. S.; SCHOLZ, M. B. S.; OKUYAMA, L. A.; POLA, J. N.; AZAMBUJA, J. R. S. **Cultivares de trigo Embrapa e Iapar**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 68 p. (Embrapa Soja. Documentos, 282).

CABEZAS, W. A. R. L.; YAMADA, T. Ureia aplicada na superfície do solo: um péssimo negócio. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: Potafós, n. 86, junho, p. 9-10, 1999.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da ureia. In: Simpósio sobre Informações Recentes para Otimização da Produção Agrícola, **Anais...** Piracicaba, 2007 CD-Rom (19 p.).

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

CERETTA, C.A. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia-milho, no sistema plantio direto. In: FRIES, M. R.; DALMOLIN, R. S. D. **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Pallotti, 1997. Cap. 5, p. 112-124.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/12graos_08.09.pdf>. Acesso em: 02 out. 2009.

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

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: Funep, 2008. 338p.

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

GOLIK, S. I.; CHIDICHIMO, H. O.; PÉREZ, D.; PANE, L. Acumulación, removilización, absorción postantesis y eficiencia de utilización de nitrógeno en trigo bajo diferentes labranzas y fertilizaciones, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 619-626, maio 2003.

HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K. J. et al. **Physiology and determination of crop yield**. American Society of Agronomy, 1994. Cap. 11A, p. 285-302.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Disponível em: <http://200.201.27.14/Sma/Cartas_Climaticas/Classificacao_Climatica.htm>. Acesso em: 12 jun. 2008

ORTIZ-MONASTERIO, J. I.; MANSKE, G. G. B.; VAN GINKEL, M. Nitrogen and phosphorus use efficiency. In: REYNOLDS, M. P.; ORTIZ-MONASTERIO, J. I.; MCNAB, A. (eds.). **Application of physiology in wheat breeding**. Mexico: CIMMYT, 2001. p. 200-207.

MALAVOLTA, E. **Abc da adubação**. 4. ed São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 255p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MENGEL, D. Manejo de nutrientes na cultura do milho de alta produtividade. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: Potafós, n. 73, p.16, 1996.

PERUZZO, G.; SIQUEIRA, O. J. F.; WIETHÖLTER, S. Eficiência agronômica de fertilizantes nitrogenados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 7, p.1027-1034, 1994.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafos, 1991. 343 p.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 1., 2007, Londrina. **Informações técnicas para a safra 2008: trigo e triticale**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 147p. (Embrapa Soja. Documentos, 301).

RODRIGUES, M. B.; KIEHL, J. C. Volatilização de amônia após emprego de ureia em diferentes doses e modos de aplicação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10, p. 37-43, 1986.

SANGOI, L.; BERNS, A. C.; ALMEIDA, M. L.; ZANIM, 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, nov-dez, 2007.

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, p. 1-17, 2000.

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

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.

5 ARTIGO C: FORMAS DE UREIA E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA QUALIDADE INDUSTRIAL DE TRIGO

RESUMO

A adubação nitrogenada adequada pode beneficiar a qualidade industrial do trigo, pois está associada à qualidade e a quantidade de proteínas, que por sua vez dependem além condições climáticas adequadas, da disponibilidade de nutrientes. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de formas de ureia e doses de adubação nitrogenada em cobertura, sobre a qualidade industrial de cultivares de trigo no sistema de semeadura direta, em Ponta Grossa-PR. Foram avaliadas duas cultivares de trigo desenvolvidos pela EMBRAPA (BRS 208 e BRS Pardela), em dois experimentos independentes. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados no esquema fatorial 3 x 4 com quatro repetições, sendo três formas de ureia na adubação nitrogenada de cobertura (ureia convencional, ureia com inibidor de urease e ureia protegida) em quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) aplicadas no início de perfilhamento. Foram avaliados: peso do hectolitro, massa média unitária do grão, diâmetro do grão, extração experimental de farinha, proteína do grão, força de glúten, tenacidade, extensibilidade, relação entre tenacidade e extensibilidade, índice de entumescimento, relação entre tenacidade e índice de entumescimento índice de elasticidade, número de queda, luminosidade, tendência para a cor vermelha e amarela e índice de dureza. Os dados obtidos nos experimentos foram analisados conjuntamente para avaliar o efeito de genótipo. O incremento das doses de N aplicadas em cobertura, independentemente do genótipo, aumentou a cor branca e vermelha da farinha e reduziu a cor amarela e para a BRS 208 aumentou linearmente a porcentagem de proteína e reduziu o peso do hectolitro. A forma de ureia aplicada em cobertura não interfere na qualidade industrial das cultivares BRS 208, BRS Pardela, com exceção da porcentagem de extração de farinha e força do glúten. A cultivar BRS Pardela apresenta maior teor de glúten que a BRS 208.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Inibidor de uréase. Ureia protegida. Qualidade industrial. Força do glúten.

FORMS OF UREA NITROGEN LEVELS IN TOP DRESSING IN THE INDUSTRIAL QUALITY OF WHEAT

ABSTRACT

Nitrogen fertilization can benefit from the appropriate industrial quality of wheat, because it is associated with quality and quantity of proteins, which in turn depends on climatic conditions beyond the availability of nutrients. The objective of this study was to evaluate the effect of different forms of urea and nitrogen fertilization in top dressing on the industrial quality of wheat cultivars in no-till system in Ponta Grossa-PR. We evaluated two wheat cultivars developed by EMBRAPA (BRS 208 and BRS Pardela) in two independent experiments. The experimental design was a randomized in a factorial 3 x 4 with four replications, with three forms of urea in nitrogen fertilization (urea conventional, urea with urease inhibitor and urea protected) in four levels (0, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹) applied at the beginning of tillering. Were evaluated: test weight, average unit weight of a grain diameter of a grain milling quality, grain protein, gluten strength, tenacity, extensibility, relationship between tenacity and extensibility, swell index, the relationship between toughness and index swell, index of elasticity, falling number, luminosity, a trend for the red and yellow color and hardness index. The data obtained in the experiments were analyzed together to evaluate the effect of genotype. The increase of nitrogen levels, independently of genotype, increased the red and white color flour and reduces the yellow. BRS 208 increase linear the percentage of protein and reduced test weight. The form of urea applied in top dressing does not interfere with the industrial quality of BRS 208, BRS Pardela, except the percentage of extraction of flour and gluten strength. BRS Pardela is more gluten content than BRS 208.

Keywords: *Triticum aestivum* L. Urease inhibitor. Urea coated. Industrial quality. Gluten strength.

INTRODUÇÃO

A qualidade industrial engloba um conjunto de características físicas, químicas e reológicas (propriedades viscoelásticas da massa) do trigo, que definem o seu uso na indústria (SCALCO et al., 2002).

De acordo com Pomeranz (1978) apud Scalco (2002), nos grãos de trigo, a qualidade é identificada por parâmetros físicos, como peso do hectolitro (PH), número de queda ou Falling Number entre outros e, na farinha, os parâmetros de qualidade são principalmente químicos, reológicos e de panificação.

De todos os produtos derivados do trigo, a farinha é a mais importante devido aos seus múltiplos usos (GUARIENTI, 1993). A farinha de trigo para a panificação deve apresentar características como alta capacidade de absorção de água, boa tolerância ao amassamento, glúten de força média a forte e alta porcentagem de proteína (CAZETTA et al., 2008).

A qualidade do trigo depende da quantidade e da qualidade das proteínas presentes no grão. O conteúdo protéico presente nos grãos está relacionado aos fatores genéticos e às condições ambientais. Há uma relação negativa entre rendimento de grãos e o conteúdo de proteínas nos mesmos. Essa relação não é somente de origem genética, mas é devido, principalmente, à disponibilidade insuficiente de nitrogênio, que é o principal fator limitante ao rendimento e conteúdo de proteína depois da água (MANDARINO, 1993). O nitrogênio participa de uma série de rotas metabólicas-chave em sua bioquímica, sendo constituinte de importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas de armazenamento, ácidos nucleicos e enzimas (HARPER, 1994).

Trabalhos de pesquisa têm demonstrado que tanto o rendimento quanto o conteúdo protéico podem ser aumentados simultaneamente, até um certo nível, quando há uma adubação nitrogenada adequada e disponibilidade de água no solo (MANDARINO, 1993). Soares Sobrinho (1999) observou que as características físico-químicas e reológicas mais influenciadas positivamente pela adubação nitrogenada foram o teor protéico e a força de glúten. O mesmo foi observado por Cazetta et al. (2008), onde a adubação nitrogenada em cobertura aumentou o teor de proteína e a força geral do glúten (W), influenciando positivamente na qualidade da farinha para panificação.

As perdas do N aplicado a lanço variam de 30 - 70%, no sistema de semeadura direta (CABEZAS; YAMADA, 1999). A utilização de fertilizantes mais eficientes, também chamados “fertilizantes de eficiência aumentada”, é uma das estratégias para se reduzir a perdas de N e para maximizar a produção. A ureia com inibidor de urease retarda a hidrólise e, a ureia recoberta com polímero promove a liberação gradual do nutriente. Dessa forma, é possível reduzir as perdas por volatilização e além disso, a disponibilidade gradual e tardia pode influenciar positivamente a qualidade industrial do trigo.

A maior parte dos trabalhos realizados com adubação nitrogenada tem utilizado apenas uma cultivar. Contudo, as cultivares de trigo diferem na sua capacidade de emissão de perfilhos, no seu ciclo, na arquitetura e no potencial produtivo. Estas diferenças podem interferir na capacidade de absorção, de assimilação e de conversão de nitrogênio para a produção de grãos e ainda na qualidade industrial (SANGOI et al., 2007). Além disso, a cada ano são lançados novas cultivares que por apresentarem base genética diferenciada, podem apresentar respostas distintas à dose e a forma de ureia em cobertura na cultura do trigo.

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de adubação nitrogenada em cobertura, provenientes de diferentes formas de ureia, sobre as características físicas, químicas e reológicas de cultivares de trigo cultivados em Ponta Grossa-PR, no sistema de semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, durante o ano agrícola de 2008, no município de Ponta Grossa, localizado no Planalto Sul do Paraná, que se encontra a 25° 09' latitude sul, 50° 06' longitude oeste de Greenwich, com altitude de 800 m. O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Háplico distrófico. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfb, ou seja, clima temperado propriamente dito, temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C, com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação seca definida (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR, 2008). Os dados de temperatura máxima e mínima diária e precipitação durante o período de cultivo são apresentados na Figura 1.

Foram avaliadas duas cultivares de trigo desenvolvidos pela EMBRAPA (BRS 208 e BRS Pardela), em dois experimentos independentes. O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi de blocos casualizados no esquema fatorial 3 x 4 com quatro repetições. Foram avaliadas três formas de ureia na adubação nitrogenada de cobertura (ureia convencional, ureia com inibidor de urease - SuperN[®] e ureia protegida - Kim Coat[®]) em quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹). A parcela experimental foi constituída por 10 linhas, com seis metros de comprimento e com espaçamento entre linhas de 20 cm. Foi considerada como área útil de cada parcela experimental as seis linhas centrais, desprezando-se 0,75 m nas extremidades, totalizando 5,4 m².

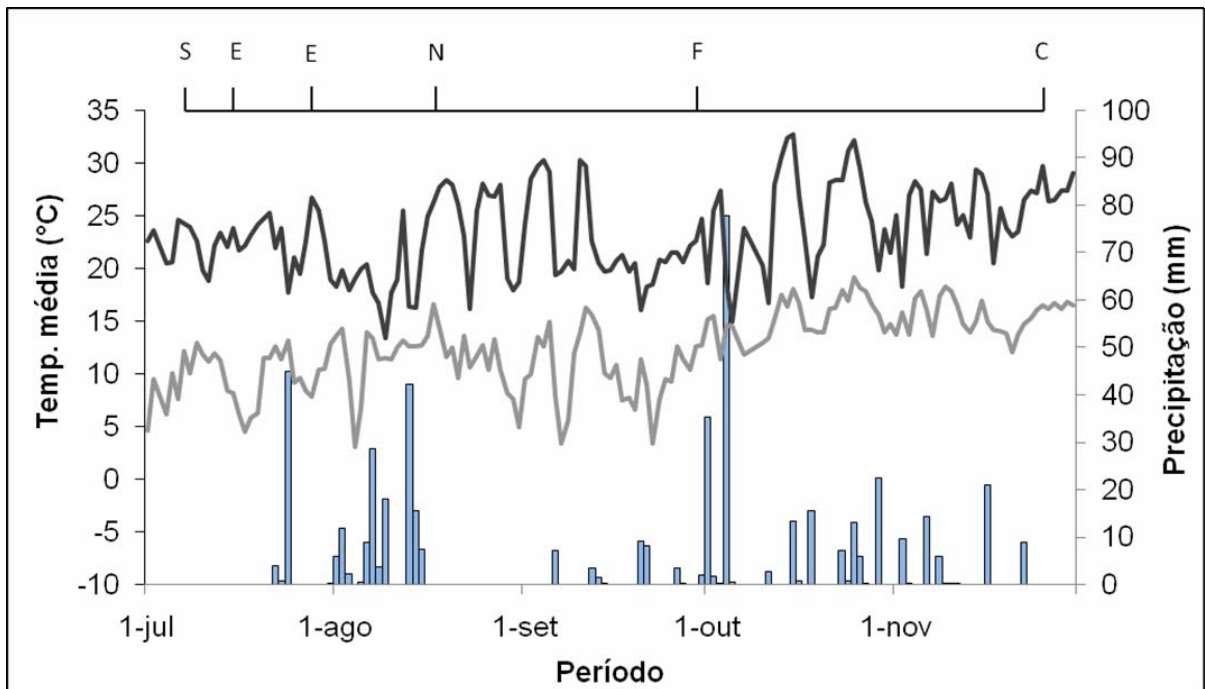


Figura 1 – Temperatura máxima e mínima diária (°C) e precipitação (mm) em Ponta Grossa-PR, no período de 01/07/2008 a 30/11/2008.
S: semeadura, E: emergência, N: adubação nitrogenada de cobertura, F: florescimento, C: colheita.

As cultivares utilizadas são de ciclo médio (cerca de 60 a 70 dias da emergência ao espigamento) e apresentam características contrastantes de altura de plantas, capacidade de perfilhamento, potencial produtivo e qualidade industrial do grão. A cultivar BRS 208 apresenta altura média de 89 cm, é moderadamente resistente ao acamamento, pertence à classe comercial Trigo Pão, apresentando força de glúten (W) média de 287×10^{-4} J, perfilhamento médio, potencial produtivo

mais limitado e elevada rusticidade (boa tolerância ao alumínio tóxico do solo, ampla adaptação e boa resposta em solos de baixa fertilidade) (BASSOI et al., 2007). A cultivar BRS Pardela apresenta altura média de 79 cm, é resistente ao acamamento, pertence à classe comercial Trigo Melhorador, com W médio de 343×10^{-4} J, apresenta boa capacidade de perfilhamento e elevado potencial produtivo, sendo indicada para solos de fertilidade média e alta. (BASSOI et al., 2007).

A área experimental é manejada no sistema de plantio direto sendo que a cultura anterior foi a soja. Previamente a instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo das áreas experimentais para análise química. A adubação de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) na semeadura foi realizada conforme os resultados da análise de solo (Tabela 1), seguindo as Indicações Técnicas da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale para o Estado do Paraná (REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 2008). Foram aplicados 20 kg ha^{-1} de N, 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 50 kg ha^{-1} de K_2O na semeadura.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo da área experimental das camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

Profun. cm	pH CaCl ₂	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Al ⁺³	H + Al	CTC	V %
cmol _c dm ⁻³								
00-10	5,57	5,78	2,04	0,19	0,02	4,39	12,39	64,50
10-20	5,03	5,88	2,08	0,16	0,04	5,93	14,05	57,75
20-40	4,66	6,04	1,96	0,09	0,16	6,69	14,77	55,63
g dm ⁻³								
	C	P	B	S	Zn	Cu	Mn	Fe
mg dm ⁻³								
00-10	12,86	12,57	0,78	8,34	3,00	72,60	27,78	31,67
10-20	13,50	6,09	0,45	27,99	2,03	73,50	28,73	34,27
20-40	11,44	3,02	0,41	53,13	1,29	67,22	21,73	30,19

As sementes foram tratadas com o fungicida Baytan[®] (Triadimenol), na dose de 3 mL kg^{-1} de semente, e com o inseticida Gaucho[®] (Imidacloprid), na dose de 1 mL kg^{-1} de semente. A semeadura foi realizada no dia 09/07/08, visando a obtenção de uma densidade de aproximadamente 325 plantas por m². A maioria das plântulas emergiram 20 dias após a semeadura, em virtude da estiagem nesse período. A adubação de cobertura foi realizada 19 dias após a emergência das plântulas, correspondendo ao início do perfilhamento.

Os tratos culturais foram realizados de acordo com as Indicações Técnicas da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale para o Estado do Paraná (REUNIÃO..., 2008). Durante a condução do experimento foi realizada uma aplicação de inseticida Engeo Pleno[®] (Tiametoxam + Lambda-Cialotrina) na dose de 0,05 L ha⁻¹. A aplicação de fungicidas foi realizada no aparecimento dos primeiros sintomas, sendo que a área experimental foi monitorada semanalmente. Dessa forma foi realizada uma aplicação de Bayfidan[®] (Triadimenol) na dose de 0,3 L ha⁻¹ e duas aplicação de Rival[®] (Tebuconazole) na dose de 0,75 L ha⁻¹.

A colheita foi realizada no dia 25/11/08, quando a cultura encontrava-se no estágio de maturação de colheita, utilizando uma colhedora de parcelas Wintersteiger[®]. Após, o trigo limpo e secado até atingir 13% de umidade retirou-se uma amostra de aproximadamente 500 g para realização das seguintes análises: peso do hectolitro expresso em kg hL⁻¹; massa média unitária do grão, expresso em mg; diâmetro do grão, expresso em mm; extração experimental de farinha expressa em porcentagem (base 14 % de umidade); proteína do grão, expressa em porcentagem; força de glúten (W), expressa em 10⁻⁴ Joules; tenacidade ou pressão máxima de ruptura (P), expressa em milímetros; extensibilidade ou média da abcissa na ruptura (L), expressa em milímetros; relação entre tenacidade e extensibilidade (P/L); índice de entumescimento (G), expresso em milímetros; relação entre tenacidade e índice de entumescimento (P/G); índice de elasticidade (IE), expresso em porcentagem; número de queda (NQ), expresso em segundos; luminosidade (L) (branco), tendência para a cor vermelha (a), tendência para a cor amarela (b) obtidos no Minolta e índice de dureza.

O teste de alveografia que fornece informações sobre as características da massa, como: extensibilidade (L), tenacidade (P) e força geral de glúten (W), realizado no alveógrafo Chopin[®], utilizando-se de um pequeno disco feito com a massa, de circunferência e espessura uniformes, no qual infla-se ar, sob pressão constante, para formação de uma bolha de massa, até sua ruptura. Por meio de um manômetro, registram-se as diferentes pressões, construindo-se uma curva chamada alveograma, na qual o comprimento da curva denomina-se extensibilidade (L), sua altura, tenacidade (P) e a área circunscrita pela curva, força geral do glúten (W) (CAZETA et al., 2008).

O número de queda (Falling Number) ou de Hagberg tem por finalidade verificar a atividade da enzima alfa-amilase do grão, sendo dada pela

medida do tempo, em segundos, que um embolo leva para atravessar a suspensão gelatinizada de farinha integral com água em um tubo de vidro (BASSOI, 2004).

A porcentagem de proteína nos grãos foi determinado por meio da quantificação do teor de nitrogênio seguindo a metodologia de Kjeldahl, utilizando uma amostra de 0,2 gramas de grãos moídos e com granulometria inferior a 0,2 mm (MALAVOLTA, 2006), multiplicando por 5,7 (fator de conversão) para obter o valor expresso em porcentagem de proteína (Yano et al.,2005).

A análise exploratória dos dados foi realizada para verificar o atendimento das pressuposições da análise de variância e a presença de *outliers*, também foi realizado a relação entre o maior e menor resíduo antes de se proceder à análise conjunta. Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias de formas de ureia foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, e os dados de doses foram submetidos à análise de regressão até o 2° grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cultivares diferiram estatisticamente para a maioria das características avaliadas, com exceção da porcentagem de extração de farinha, porcentagem de proteína e luminosidade, conforme dados apresentados na Tabela 2. Esses resultados demonstram a diferença genética para as características avaliadas de qualidade industrial do trigo, nas condições ambientais de Ponta Grossa-PR.

A cultivar BRS Pardela apresentou maior valor médio de PH (Tabela 2). No entanto o PH de ambas as cultivares enquadraram-se no tipo 1 (REUNIÃO..., 2008). Essa diferença deve-se provavelmente a maior massa média e diâmetro do grão da cultivar BRS Pardela.

A força de glúten da cultivar BRS Pardela foi superior a BRS 208, sendo classificada na classe de trigo melhorador enquanto a BRS 208 como na classe de trigo pão, de acordo com a descrição da cultivar (BASSOI et al. 2007). A BRS Pardela apresentou maior tenacidade e menor extensibilidade, com isso uma maior relação P/L. No entanto, segundo a classificação de Guarienti (1993) ambas as cultivares possuem glúten balanceado (com relação de 0,6 a 1,2). A cultivar BRS 208 apresentou maior índice de entumescimento (G), porém a relação P/G e o índice de elasticidade foi menor do que a cultivar BRS Pardela. Com relação ao número de

queda, que mede a atividade da alfa-amilase, na média, verificou-se o maior valor para a cultivar BRS 208. Esse fato demonstra uma menor atividade da enzima alfa-amilase nesta cultivar, contudo ambas as cultivares apresentaram valores acima do mínimo exigido para comercialização (REUNIÃO, 2008), que é benéfico, principalmente para a panificação (BASSOI, 2004).

Tabela 2 – Valores médios para as características avaliadas em cultivares de trigo, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

Característica	BRS 208	Pardela	CV (%)
Peso do hectolitro (kg hL ⁻¹)	80,31 b	81,56 a	0,5
Massa média do grão (mg)	38,92 b	39,77 a	2,6
Diâmetro do grão (mm)	2,88 b	2,96 a	1,2
Extração de farinha (%)	61,14 a	61,29 a	4,0
Proteína do grão (%)	14,85 a	15,25 a	8,4
Força de glúten 10 ⁻⁴ J	296,50 b	395,56 a	14,6
Tenacidade P (mm)	80,71 b	88,71 a	14,7
Extensibilidade L (mm)	138,23 a	115,67 b	19,3
Relação P/L	0,62 b	0,78 a	27,6
Entumescimento G (mm)	26,03 a	23,90 b	9,4
Relação P/G	3,10 b	3,69 a	20,4
Índice de elasticidade	51,23 b	67,76 a	3,9
Número de queda (s)	402,94 a	287,73 b	0,6
Luminosidade (branco)	92,58 a	92,72 a	40,0
Tendência a cor vermelha	0,25 b	0,47 a	3,1
Tendência a cor amarela	9,46 a	8,20 b	2,2
Índice de dureza	74,38 a	70,58 b	5,7

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

A cultivar BRS Pardela proporcionou farinha com coloração mais avermelhada e menos amarelada que a BRS 208. O incremento nas doses de N aumentou linearmente a cor branca e vermelha da farinha e reduziu a cor amarela (Figura 2). Isso é uma característica favorável, pois a farinha mais branca possui maior aceitação no mercado.

O incremento das doses de N reduziu linearmente o PH do trigo para a cultivar BRS 208 (Figura 3), confirmando resultados obtidos por Cazetta et al. (2008) com as cultivares IAC 370, EMBRAPA 22, BRS 210 e BRS 207. Segundo Frizzone et al. (1996) a redução do PH pode ser atribuído à maior competição entre grãos por fotoassimilados uma vez que o incremento das doses de N proporcionaram um aumento nas espigas por m² e no número de grãos por m². Por

outro lado a cultivar BRS Pardela não apresentou resposta, corroborando com Soares Sobrinho (1999) que não observou a influência da adubação nitrogenada no PH. Esse resultado diferenciado deve-se a resposta distinta das cultivares ao incremento de doses de N, mostrando que a cultivar BRS Pardela aumentou o número de grãos por m², mas não prejudicou o enchimento de grãos.

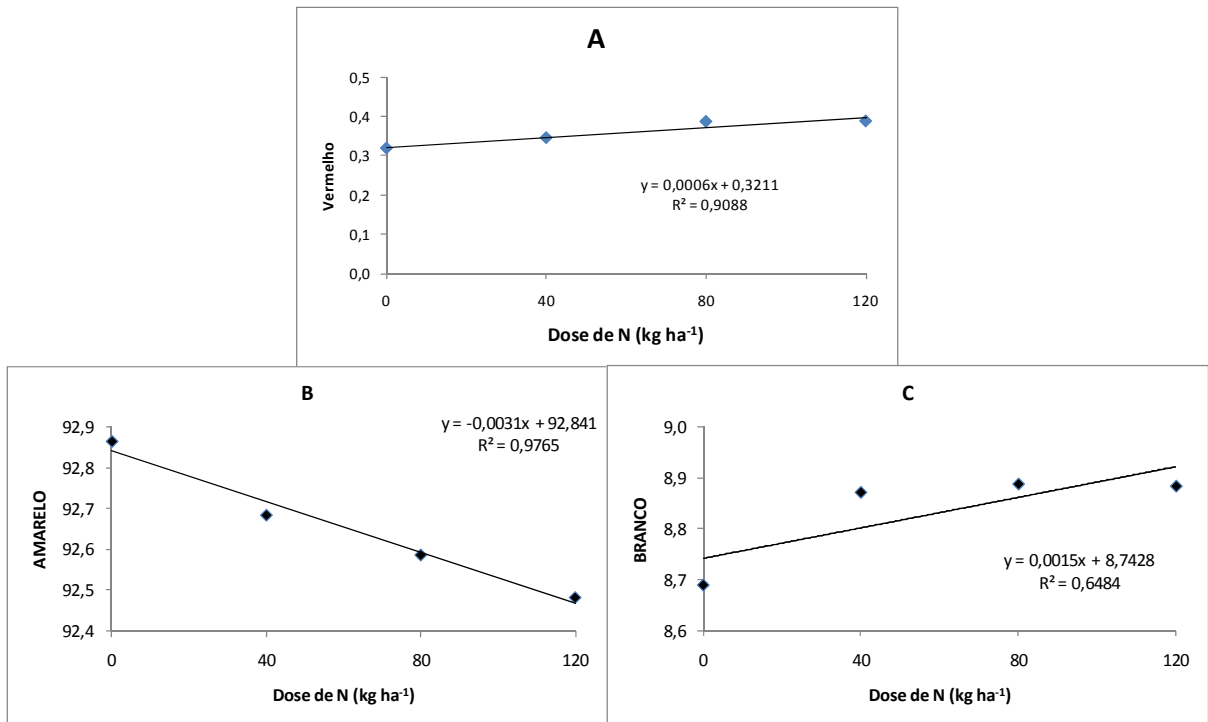


Figura 2 – Cor vermelha da farinha (A), cor amarela da farinha (B) e cor branca da farinha (C) em cultivares de trigo, em função de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

O incremento de doses de N aumentou linearmente a porcentagem de proteína no grão para a cultivar BRS 208 (Figura 3). A porcentagem de proteína da cultivar BRS Pardela não foi influenciada pelas doses de N. Essa cultivar apresentou em média 15,25% de proteína (Tabela 2). Segundo Mandarino (1993) existe uma relação negativa entre o rendimento de grãos e o conteúdo de proteínas. No entanto Soares Sobrinho (1999) e Cazetta et al. (2008) observaram o aumento linear do teor protéico com o aumento das doses de 0 para 120 kg ha⁻¹, demonstrando que o conteúdo protéico é influenciado pela quantidade de nitrogênio disponível para a planta e que ambos podem ser aumentados.

O incremento de doses de N proveniente da ureia protegida reduziu linearmente a tenacidade, porém a ureia convencional influenciou quadraticamente

tendo como ponto de máximo a dose de 59 kg ha⁻¹ de N (Figura 4). Para a relação P/G a dose de N da ureia aumentou quadraticamente até a dose de 55 kg ha⁻¹ de N.

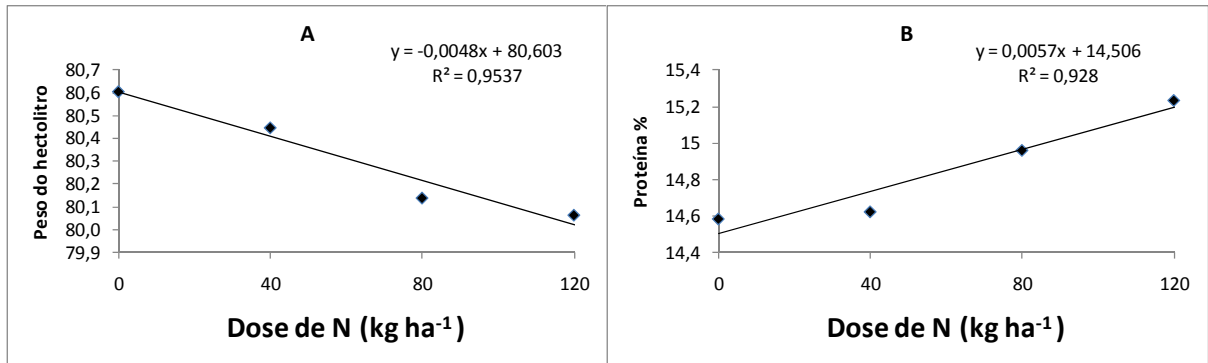


Figura 3 – Peso do hectolitro em kg hL⁻¹ (A) e porcentagem de proteína na cultivar de trigo BRS 208, em função de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

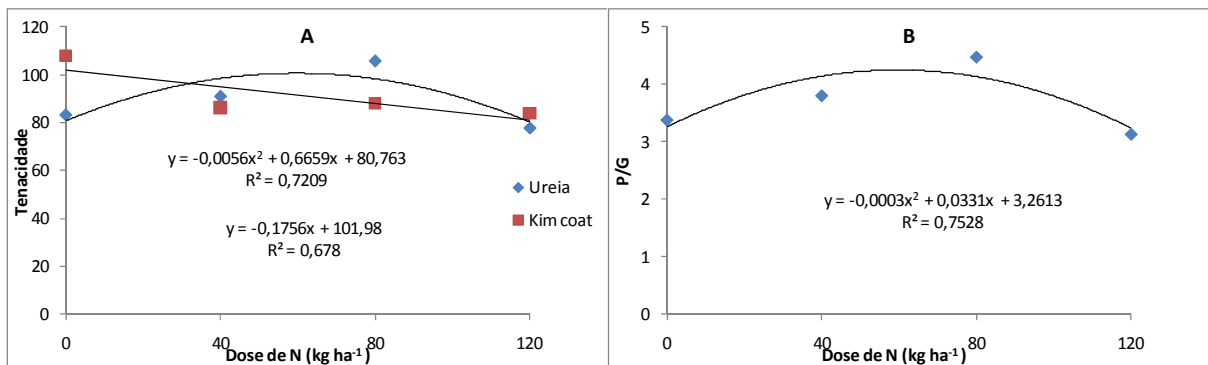


Figura 4 – Tenacidade em mm (A) e relação P/G (B) para a interação formas de ureia e dose de nitrogênio na cultivar de trigo BRS Pardela, em função de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

A ureia convencional apresentou tenacidade e relação P/G superior que a ureia com inibidor de urease e não diferiu da ureia protegida na dose 80 kg ha⁻¹ de N (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios para tenacidade e relação P/G para a interação formas de ureia e dose de nitrogênio na cultivar de trigo BRS Pardela, em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

Formas	Tenacidade				Relação P/G			
	Dose							
	0	40	80	120	0	40	80	120
UC	83,3 b	91,0 a	105,8 a	77,8 a	3,38 b	3,80 a	4,48 a	3,13 a
UI	82,3 b	92,0 a	80,8 b	86,0 a	3,53 ab	3,93 a	3,35 b	3,63 a
UP	107,8 a	86,3 a	88,0 ab	83,8 a	4,48 a	3,45 a	3,65 ab	3,45 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação, UC: ureia convencional, UI: ureia com inibidor de urease, UP: ureia com polímero.

A porcentagem de extração de farinha para as cultivares analisadas conjuntamente foi inferior para os tratamentos com a ureia protegida. No entanto a ureia protegida apresentou maior força de glúten que na ureia com inibidor de urease, mas não diferiu da ureia convencional (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios para porcentagem de extração de farinha e força do glúten para cultivares de trigo em Ponta Grossa-PR, na safra 2008.

Formas	Extração	Força de glúten
UC	61,84 a	350,53 ab
UI	61,84 a	328,13 b
UP	59,97 b	359,44 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação, UC: ureia convencional, UI: ureia com inibidor de urease, UP: ureia com polímero.

Não foi observado efeito significativo das formas de ureia para as outras características analisadas. Esse resultado, provavelmente, deve-se a interferência das condições climáticas no momento da aplicação, já que a mesma foi realizada dois dias após um período de três dias de chuva, com total de 65 mm e após não ocorreu chuvas por um período de 18 dias (Figura 1). De fato, a falta de chuva prejudicou o aproveitamento do N aplicado em cobertura, pois quando aplicado em solo úmido, sem a posterior incorporação ao solo pela chuva, ocorre a hidrólise da ureia na superfície e conseqüentemente maiores perdas de N por volatilização. Mesmo os fertilizantes de eficiência aumentada dependem da ocorrência de chuvas suficientes para incorporá-los no solo (CANTARELA & MARCELINO, 2007). Segundo Cantarella et al. (2008), as perdas de N aplicados em superfície são aumentadas quanto maior a palhada do solo e a falta de chuva para a

sua incorporação.

Cabe ressaltar, que as condições climáticas durante o experimento a campo não foram as mais adequadas para o desenvolvimento inicial da cultura do trigo e para a resposta à adubação nitrogenada de cobertura. A menor precipitação pluvial durante na fase inicial da cultura (Figura 1), possivelmente limitou o aproveitamento de N pela planta, uma vez que a absorção deste nutriente, depende da disponibilidade de água no solo (MALAVOLTA, 2006). Por outro lado, o menor volume de chuva na fase final do ciclo da cultura é extremamente favorável a qualidade do trigo, pois reduz a incidência de doenças e a germinação pré colheita, (BASSOI, 2004) esse fato pode ser verificado pelos parâmetros de qualidade avaliados (Tabela 2). Logo, a adubação de cobertura com formas e doses diferenciadas de ureia deve ser estudada no campo em diferentes condições edafoclimáticas, ou seja, ao longo de vários anos, em diferentes locais e em sucessão a diferentes culturas utilizando mais de uma cultivar.

CONCLUSÕES

A cultivar BRS Pardela apresenta maior peso do hectolitro, relação P/L, força de glúten que a BRS 208.

O incremento das doses de N aplicadas em cobertura, independentemente do genótipo aumenta a cor branca e vermelha da farinha e reduz a cor amarela.

O incremento das doses de N aplicadas em cobertura aumentou linearmente a porcentagem de proteína e reduziu o peso do hectolitro na cultivar BRS 208.

As formas de ureia aplicadas em cobertura não interferem nas características industriais das cultivares BRS 208, BRS Pardela, com exceção da porcentagem de extração de farinha e força do glúten.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSOI, M. C.; BRUNETTA, D.; TAVARES, L. C. V.; MIRANDA, L. C.; BECKERT, O. P.; SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z.; RIEDE, C. R.; CAMPOS, L. A. C.; SHIOGA, P. S.; SCHOLZ, M. B. S.; OKUYAMA, L. A.; POLA, J. N.; AZAMBUJA, J. R. S. **Cultivares de trigo Embrapa e Iapar**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 68 p. (Embrapa Soja. Documentos, 282).

BASSOI, M. C. Introdução ao problema da germinação pré-colheita em trigo no Brasil. In: CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F (Ed.). Germinação pré-colheita em trigo. Passo Fundo, Embrapa, 2004. p. 21-136.

CABEZAS, W. A. R. L.; YAMADA, T. Ureia aplicada na superfície do solo: um péssimo negócio. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: Potafós, n. 86, junho, p. 9-10, 1999.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Uso de inibidor de urease para aumentar a eficiência da ureia. In: Simpósio sobre Informações Recentes para Otimização da Produção Agrícola, **Anais...** Piracicaba, 2007 CD-Rom (19 p.).

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

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

FRIZZONE, J. A.; MELLO JÚNIOR, A. V.; 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.

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

HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J. et. al. **Physiology and determination of crop yield**. American Society of Agronomy, 1994. Cap. 11A, p. 285-302.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Disponível em: <http://200.201.27.14/Sma/Cartas_Climaticas/Classificacao_Climatica.htm>. Acesso em: 12 jun. 2008.

MANDARINO, J. M. G. **Aspectos importantes para a qualidade do trigo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1993. 32p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 1., 2007, Londrina. **Informações técnicas para a safra 2008: trigo e triticale**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 147p. (Embrapa Soja. Documentos, 301).

SANGOI, L.; BERNS, A. C.; ALMEIDA, M. L.; ZANIM, 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, nov-dez, 2007.

SCALCO, M. S.; FARIAS, 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, mar./abr., 2002.

SOARES SOBRINHO, J. **Efeito de doses de nitrogênio e de lâminas de água sobre as características agronômicas e industriais em duas cultivares de trigo** (*Triticum aestivum* L.). 102 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

YANO, G. T.; TAKAHASHI, H. T.; 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.

5 CONCLUSÕES GERAIS

As cultivares BRS 208 e BRS Pardela são mais produtivas que a linhagem IWT 04008 em Londrina e Ponta Grossa.

O incremento das doses de N aplicadas em cobertura, independentemente do genótipo e da forma de ureia utilizada, influencia positivamente a massa seca da folha bandeira, o número de espigas por m² e o rendimento de grãos, com influência negativa sobre o peso do hectolitro do trigo nas condições ambientais de Ponta Grossa-PR.

O incremento das doses de N influencia positivamente a duração do ciclo até o espigamento e até a maturação, a massa seca da folha bandeira, o número de espigas m⁻² e o teor de nitrogênio do grão. No entanto, a elevação das doses de N aumenta a porcentagem de acamamento durante o enchimento de grãos com redução na massa de mil grãos e, conseqüentemente, no rendimento de grãos e no peso do hectolitro em Londrina-PR.

A forma de ureia aplicada em cobertura não interfere nas características agrônômicas independente do genótipo, quando ocorre precipitação logo após ou quando não há precipitação por um longo período.

A cultivar BRS Pardela apresenta maior porcentagem de proteína, teor de glúten, porcentagem de extração de farinha do que a cultivar BRS 208.

O incremento das doses de N aplicadas em cobertura, independentemente do genótipo aumentou a cor branca e vermelha da farinha e reduziu a cor amarela, e para a cultivar BRS 208, aumentou linearmente a porcentagem de proteína e reduziu o peso do hectolitro em Ponta Grossa-PR.

As formas de ureia aplicadas em cobertura não interferem nas características industriais das cultivares BRS 208, BRS Pardela, com exceção da porcentagem de extração de farinha e força do glúten em Ponta Grossa-PR. Porém, as formas alternativas não diferem da ureia convencional.