

Fertilização nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em Nueva Toledo, Paraguai

Arlei Leandro Frank Adam¹; Jimmy Walter Rasche Alvarez²

Resumo: O Paraguai passou de ser importador a ser exportador de grãos de trigo a nível mundial nos últimos 20 anos, graças ao melhoramento genético e a aplicação de tecnologias e manejo da cultura que permitiram semear e aumentar o rendimento deste cereal nas condições de clima e solo do Paraguai, no entanto, ainda existe pouca informação sobre a melhor dose de fertilizantes nitrogenados. O experimento foi realizado no município de Nueva Toledo (Paraguai), em condições de campo, em um Oxisol, com textura argilosa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos (doses de nitrogênio) dose 1: 0 kg ha⁻¹ testemunha, dose 2: 30 kg ha⁻¹, dose 3: 60 kg ha⁻¹, dose 4: 90 kg ha⁻¹ e dose 5: 120 kg ha⁻¹. Foi adotado o espaçamento de 0,17 m entre linhas (18 linhas), totalizando 15,3 m² (5 m x 3,06 m) por unidade experimental. Por ocasião da colheita foram avaliados os seguintes parâmetros da cultura: altura planta, rendimento, peso hectolítrico, massa de 1000 grãos, eficiência agrônômica de uso do N, máxima eficiência técnica e a máxima eficiência econômica. A altura de planta (66,8 cm com 120 kg de N ha⁻¹), rendimento (2702 kg ha⁻¹ com 90 kg de N ha⁻¹), peso hectolítrico e massa de 1000 grãos aumentaram com a aplicação de N. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o trigo responde à aplicação de N, e a dose ente 107 a 110 kg de N ha⁻¹, produz os maiores rendimentos.

Palavras-chave: Nitrogênio; manejo de aplicação; época de aplicação; *Triticum aestivum*.

Nitrogen fertilization of top dressed in wheat crop in Nueva Toledo, Paraguay

Abstract: Paraguay went from wheat importer to exporter of wheat worldwide in the last 20 years, thanks to genetic improvement and application of technologies and crop management that allowed sowing and increase the yield of this cereal in the climate and soil conditions Paraguay, however, there is little information on the best rate of nitrogen fertilizers. The experiment was conducted in the city of Nueva Toledo (Paraguay) in Oxisol with clay texture. The experimental design was a randomized block with five treatments (rate of nitrogen), rate 1: 0 kg ha⁻¹ control, rate 2: 30 kg ha⁻¹, rate 3: 60 kg ha⁻¹, rate 4: 90 kg ha⁻¹ and rate 5: 120 kg ha⁻¹. Spacing of 0.17 m between rows (18 rows), totaling 15,3 m² (5 m x 3,06 m) for experimental unit. At harvest the following parameters were evaluated: plant height, grain yield, test weight, thousand grain weight, Agronomic efficient in the N utilization, maximum technical efficiency and maximum economic efficiency. The plant height (66,8 cm with 120 kg of N ha⁻¹), grain yield (2702 kg ha⁻¹ with 90 kg of N ha⁻¹), test weight and thousand grain weight arise with N application. According to the results, it can be concluded that wheat responds to N application, and the rate between 107 to 110 kg of N ha⁻¹ produces higher yields.

keywords: Nitrogen; application management; application time; *Triticum aestivum*.

¹ Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Este (FIA-UNE). Minga Guazú, Paraguay. arlei_lfrank@hotmail.com

² Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Este (FIA-UNE); Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNE). San Lorenzo, Paraguay. jwrasche@yahoo.com.ar

Introdução

O setor trigueiro no Paraguai apresentou alto crescimento nos últimos 15 anos, tanto na área semeada quanto na produtividade, a partir de 2003 quando foi instaurado o programa de "Fortalecimento da cultura do trigo" o país era importador de grãos de trigo, hoje em dia é considerado como único país subtropical do mundo exportador deste cereal, graças ao melhoramento genético e a aplicação de tecnologias e manejo da cultura que permitiram semear e aumentar o rendimento deste cereal nas condições de clima e solo do Paraguai (ALARCÓN, 2011).

Durante os últimos 15 anos o Paraguai triplicou a superfície semeada, passando de 201 mil hectares em 1997 a 600 mil hectares em 2012, aumentando a produção de 250 mil toneladas a 1,56 milhões de toneladas e aumento do rendimento médio de 1.997 kg ha⁻¹ para 2600 kg ha⁻¹ (CAPECO, 2013).

No entanto, o rendimento ainda pode aumentar se dada maior incentivo à produção aumentado a taxa de aplicação de insumos, e diminuindo o risco da semeadura desta cultura pela instabilidade nos preços pagos aos produtores, embora pouco se possa fazer em relação aos riscos climáticos (ALARCÓN, 2011).

O N é um dos principais nutrientes que permite o aumento do rendimento e qualidade de grãos de trigo, pois este é um dos elementos mais limitantes nos solos e que se necessita em maior quantidade pela planta, no entanto, seu manejo no solo é complexo devido a que existem vários fatores que afetam a dinâmica do nitrogênio no solo (PRANDO *et al.*, 2013)

Normalmente grande parte do nitrogênio aplicado ao solo se perde por lixiviação ou por desnitrificação, sendo que sua absorção pode ser menor do que 30%, principalmente em solos arenosos e com baixo teor de matéria orgânica (GONZALEZ, 2014).

Cazetta *et al.* (2007) alertam que a eficiência do trigo a resposta ao N depende dentre outras coisas, da variedade, da disponibilidade de água, da dose de N aplicada, da cultura anterior, do tipo de solo, da região, entre outros fatores.

Cazetta *et al.* (2007) constataram que a adubação nitrogenada aumenta o rendimento de grãos de trigo, sendo a dose de máxima eficiência econômica a de 38 kg de N ha⁻¹, onde trigo alcançou 3.148 e 2.872 kg ha⁻¹, nas safras de 2004 e 2005. Oliveira *et al.* (2011) constataram que a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, aumentou a altura de planta, produtividade e peso de 1000 grãos, sem que o peso hectolítrico (PH) do trigo fosse afetado pela dose de nitrogênio. Zagonel *et al.* (2002), observou aumento do número de espigas e do rendimento de trigo pela aplicação de N. Wendling *et al.* (2007) em uma rede de

experimento no sul do Paraguai, observaram que o trigo respondeu economicamente, em média, à dose de 35 kg ha⁻¹ de N após a soja para produtividades em torno de 3.100 kg ha⁻¹; após o milho, respondeu economicamente, em média, até 30 kg ha⁻¹ de N, atingindo produtividade de 2.100 kg ha⁻¹, onde a máxima eficiência técnica foi de 120 kg ha⁻¹ de N.

Theago *et al.* (2014) afirmam que além da dose de fertilização com N, é importante o manejo adequado da fertilização nitrogenada para obtenção de rendimentos adequados. Constataram que em sistema plantio direto, a fonte de N não afetou a produção de trigo e que não houve diferença entre aplicar todo o N na semeadura ou aplicar parte na semeadura e parte em cobertura, no entanto a dose de N afetou o rendimento de trigo, sendo a dose de maior produtividade próxima a 130 kg de N ha⁻¹. A aplicação de N aumentou a altura de planta, número de espigas por m².

Boff (2010) alerta que a época de aplicação de N pode variar de ano a ano, baseado principalmente nas condições de precipitação, sendo importante também a cultura antecedente, havendo maior produção de trigo em sucessão á soja que sobre milho, possivelmente pelo aporte de N como efeito da decomposição do material orgânico de soja, de baixa relação C/N.

A semeadura de plantas de coberturas no outono, antes do trigo, como o caso de ervilhaça comum, ervilha forrageira e nabo forrageiro pode suprir parcialmente a necessidade de N, proporcionando aumento de rendimento comparado com solos sem semeadura de adubos verdes, além de melhorar a qualidade industrial do trigo (PINNOW *et al.*, 2013). A dose de 120 kg ha⁻¹ de fertilizante químico foi a que melhor rendimento de grãos produziu.

Prando *et al.* (2013) em um experimento de dois anos verificaram que a aplicação de N em a alta dose ocasionou o acamamento do trigo após a cultura de soja, sendo maior o acamamento quanto maior a dose de N, o que afetou a qualidade de grãos, proporcionando redução na massa de 1.000 grãos, na produtividade e no PH dos grãos, sendo maior a redução das variáveis quanto maior a dose de N, a única variável que não foi afetada pela aplicação de N foi a altura de planta.

Pietro-Souza *et al.* (2013) em casa de vegetação contataram que a aplicação de N permite aumento de altura de planta, massa seca da parte aérea, número de folhas por planta, número de perfilho por planta de trigo, sendo todas explicadas por equações quadráticos, por tanto altas doses de N causaram decréscimos de todas a variáveis analisadas, sendo a melhor dose a de 80 a 195 mg kg⁻¹ de solo.

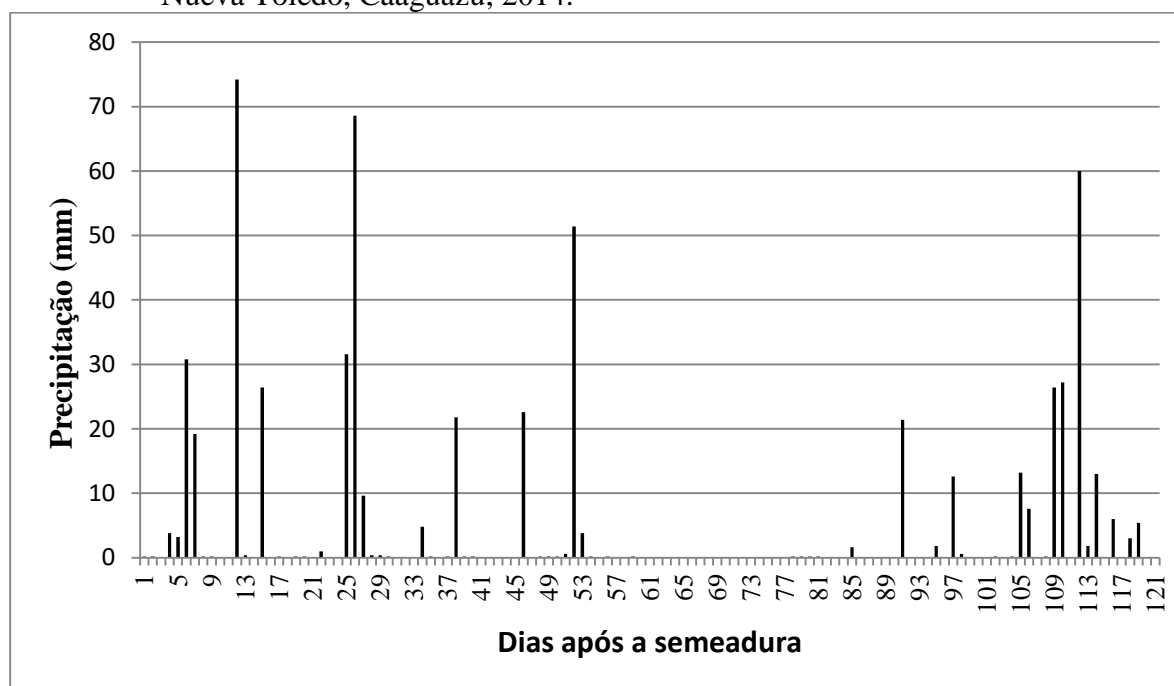
Prando *et al.* (2013) verificaram que fonte de N não afetou a altura de planta, massa de mil grão peso hectolítrico e o rendimento de grãos. Já Prando *et al.* (2012) verificaram que aplicação de doses crescentes de N em diferentes formas não afetaram a qualidade fisiológica de sementes de trigo, tais como massa de mil grãos, germinação e vigor.

O Paraguai passou de ser importador de trigo a ser exportador de grãos de trigo a nível mundial nos últimos 20 anos, no entanto, ainda existe pouca informação sobre a eficiência do uso e manejo da aplicação nitrogenada na cultura do trigo para recomendação de nitrogênio. O objetivo do trabalho foi avaliar a o efeito de doses de adubação nitrogenada na produção de trigo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no município de Nueva Toledo, Caaguazú, Paraguai, nas coordenadas geográficas 24° 58.202'S e 55° 36.206'O, a 282 m de altitude média, em condições de campo. Os dados meteorológicos da precipitação pluvial diária durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1.

Figura 1- Precipitações diárias ocorridas durante o ciclo da cultura do trigo, desde a semeadura (02-06-2014) até a colheita (3-10-2014), no presente experimento. Nueva Toledo, Caaguazú, 2014.



Fonte: Dados obtidos da base de dados da Estação meteorológica da FECOPROOD. Colonia Bergthel.

O solo predominante do lugar do experimento é o Rhodic Kandiudox (LÓPEZ *et al.*, 1995). Inicialmente foram coletadas amostra de solo na profundidade de 0,0 – 0,20 m, para

análise química (Tabela 1). O solo da área do experimento vem sendo utilizado no sistema plantio direto a mais de 10 anos e possuía soja como cultura antecessora ao trigo.

Tabela 1- Resultado de análise química e física do solo (0,00 – 0,10 m), antes da implantação do experimento. Nueva Toledo, Caaguazú, 2014

| pH | MO | P | S | H+Al | Al ³⁺ | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | CTC | Areia | Silte | Argila |
|--------------------|--------------------|---------------------|-------|-------|------------------|------------------|------------------|----------------|-------|-------------------------|-------|--------|
| (H ₂ O) | g dm ⁻³ | mg dm ⁻³ | | | | | | | |g kg ⁻¹ | | |
| 5,8 | 24,0 | 8,3 | 8,5 | 6,21 | 0,00 | 3,85 | 0,53 | 0,33 | 7,24 | 44,1 | 13,8 | 42,1 |

Para o experimento, adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições, que consistiram em diferentes doses de N na cultura do trigo (Tabela 2). Cada parcela foi constituída por 18 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,17 m entre linhas, num total de 15,3 m² (5 m x 3,06 m) por unidade experimental, sendo os tratamentos cinco doses de N: dose 1: 0 Kg de N ha⁻¹; dose 2: 30 Kg de N ha⁻¹; dose 3: 60 Kg de N ha⁻¹; dose 4: 90 Kg de N ha⁻¹ e dose 5: 120 Kg de N ha⁻¹.

O experimento foi implantado no dia 2 de junho e colhido no dia 3 de outubro de 2014. O trigo foi instalado em sucessão á cultura da soja. Utilizou-se o cultivar CD 150 da Codetec, que se caracteriza por ser precoce, de baixa altura grãos vermelhos e duros, moderadamente resistente ao acamamento, moderadamente susceptível á ferrugem (*Puccinia triticina*), hemintosporiose (*Bipolaris sorokiniana*) e septoriose (*Septoria tritici*) e susceptível á giberela (*Gibberella zeae*).

Para a implantação do experimento, inicialmente a parcela foi dessecada com 4 l ha⁻¹ de Glyphosato 48%. Logo o trigo foi semeado utilizando-se uma semeadora/adubadora da marca semeato e no momento da semeadura foi aplicado 200 kg ha⁻¹ do fertilizante composto com formulação 0-20-10 N-P₂O₅ - K₂O. A dose de potássio e fósforo aplicado foi baixa porque o solo apresentava teores muito alto de ambos nutrientes (BRITOS *et al.*, 2012; MORENO *et al.*, 2012). Foi semeado entre 140 kg ha⁻¹ de sementes, com estandes de 300 plantas por metro quadrado. As sementes não receberam nenhum tratamento prévio á semeadura.

O N em cobertura foi aplicado aos 35 dias após a semeadura (DAS) na forma de ureia (45-0-0), pois esta é a fonte mais utilizada pelos agricultores, aplicado a lanço e sem incorporação, pouco antes de ocorrida uma precipitação.

Aos 22 DAS foi aplicado 100 ml ha⁻¹ de labdaciolotrina 25% contra lagartas e pulgão, e aos 49 e 70 DAS foi aplicado fungicida Azoxistrobin 20% + Ciproconazole 8%.

Foi avaliada a altura de planta no momento da colheita, a produtividade de grãos de trigo, peso hectolítrico e a massa de mil grãos. A coleta das informações foi realizada dentro

da área útil de cada unidade experimental, composta por uma área de 4,08 m² correspondente a 12 fileiras centrais y 2 m de comprimento.

Os efeitos da dose de nitrogênio foram avaliados por meio dos seguintes componentes:

A altura de planta: no final do período reprodutivo foi obtida da altura do dossel de 15 plantas ao acaso, tendo-se medido da base até a extremidade superior da espiga mais alta, exceto as aristas;

O rendimento de grãos foi obtido da debulhada de todas as plantas da área útil, com posterior secagem dos grãos em estufa a 65 °C até estas atingirem massa constante corrigida a 13% de umidade.

A massa de 1000 grãos foi obtida contando 1000 grãos ao acaso e pesando a mesma em uma balança de precisão, corrigidos para 13% de umidade, realizando 3 repetições por unidade experimental.

A eficiência agrônômica de uso do N: foi determinada subtraindo a quantidade de grãos colhidos com aplicação de determinada dose de N da quantidade de grão colhido na dose zero de N. Este resultado, quando dividido pela quantidade de N aplicado, resulta na eficiência agrônômica de uso do N que reflete o incremento de produção obtido por quilograma de N aplicando a fórmula:

$$Efic. Agron. de uso de N = \frac{\text{Rendimento do tratamento} - \text{rendimento da testemunha}}{\text{kg de N aplicado}} \quad (1)$$

A máxima eficiência técnica (MET): foi determinada utilizando as equações de regressão apresentadas na Figura 3, e fazendo a derivada primeira para encontrar a dose de N que incrementa os maiores rendimentos de grãos.

A máxima eficiência econômica (MEE): foi determinada utilizando a fórmula:

$$X = \frac{Pa - bPp}{2a * Pp} \quad (1)$$

Em que: X = quantidade de adubo a ser aplicado para MEE; Pa = Preço do nitrogênio (G\$ 7471/kg de N); Pp = Preço do trigo (G\$ 1086/kg de trigo); a e b = retirados da equação quadrática da produtividade ($y = ax^2 + bx + c$), apresentada na Figura 3.

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância e, quando significativos pelo ANOVA, aplicado o teste de Tukey ao 5% e 1% de probabilidade.

Os dados relativos às variáveis medidas tendo-se utilizando o programa ASISTAT (SILVA, 2014).

Foi determinado o coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis avaliadas, considerando a média de cada unidade experimental, aplicando a fórmula:

$$r_{x,y} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (3)$$

Onde: *Cov* = covariância, *X* e *Y* = média das amostras de cada matriz, neste caso a unidade experimental y σ = desvio padrão de cada matriz. Quando *r* é maior a 0,7 há forte correlação, *r* entre 0,7 a 0,3 indica correlação moderada e *r* menor a 0,3 indica baixa correlação, considerando o teste de tukey ao nível de 5 y 1%.

Resultados e Discussão

A aplicação de N produziu efeito em todas as variáveis analisadas, observando-se baixo coeficiente de variação, o que indica que os dados possuem baixa dispersão e que o experimento foi bem manejado (Tabela 2).

Tabela 2- Valores de F e coeficiente de variação para altura final de planta, rendimento, peso hectolítrico e massa de 1000 grãos. Nueva Toledo, Caaguazú, 2014

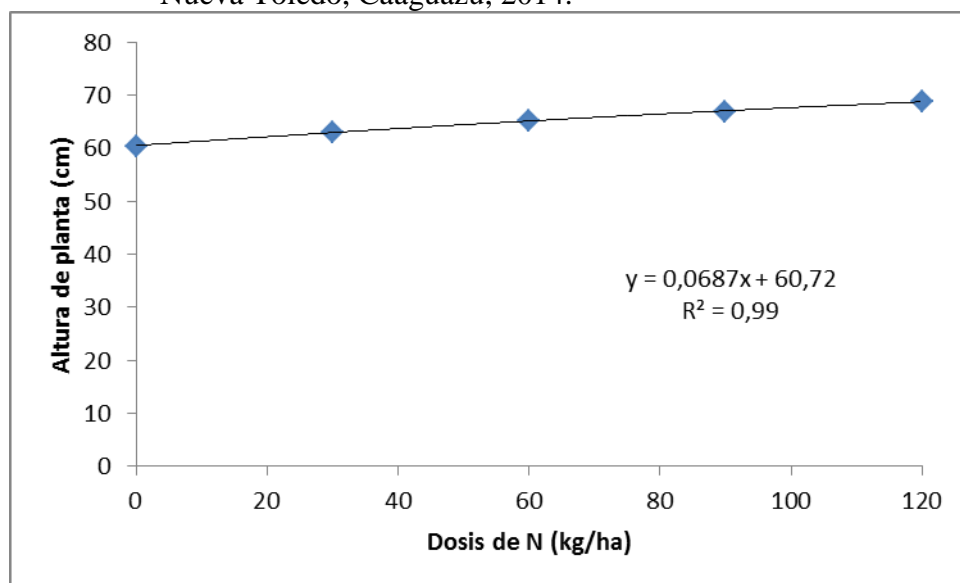
| | Altura final de planta | Rendimento | Peso hectolítrico | Massa de 1.000 grãos |
|---------|------------------------|------------|-------------------|----------------------|
| Valor F | 42,24** | 652,45** | 18,55** | 109,083** |
| CV (%) | 1,73 | 1,01 | 1,05 | 0,76 |

** Significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste de Tukey; CV: Coeficiente de variação.

A altura final de planta foi afetada positivamente pela aplicação de nitrogênio (Figura 2), aumentando de forma lineal á aplicação de N até a máxima dose aplicada 120 kg de N ha⁻¹, alcançando 66,8 cm. A resposta do trigo em altura resultou em uma equação de primeiro grau (Figura 2).

O aumento da altura de planta pode trazer inconveniente a cultura do trigo, principalmente em anos com muita precipitação e vento, facilitando o acamamento da planta diminuindo o rendimento e qualidade dos grãos, tanto que existem trabalhos onde são testados a aplicação de inibidores de crescimentos junto a fertilização nitrogenada para diminuir o crescimento em altura do trigo (ZAGONEL *et al.*, 2002; BERTI *et al.*, 2007; ZAGONEL e FERNANDES, 2007). Deve-se destacar que no experimento não foi observado acamamento de plantas de trigo, mesmo com a maior dose de N (120 kg ha⁻¹), possivelmente porque aos 50 dias após a aplicação a semeadura ocorreu uma estiagem de 37 dias (figura 1), o que pode ter limitado o crescimento em altura.

Figura 2 - Altura final de planta de trigo em função da aplicação de doses de nitrogênio. Nueva Toledo, Caaguazú, 2014.

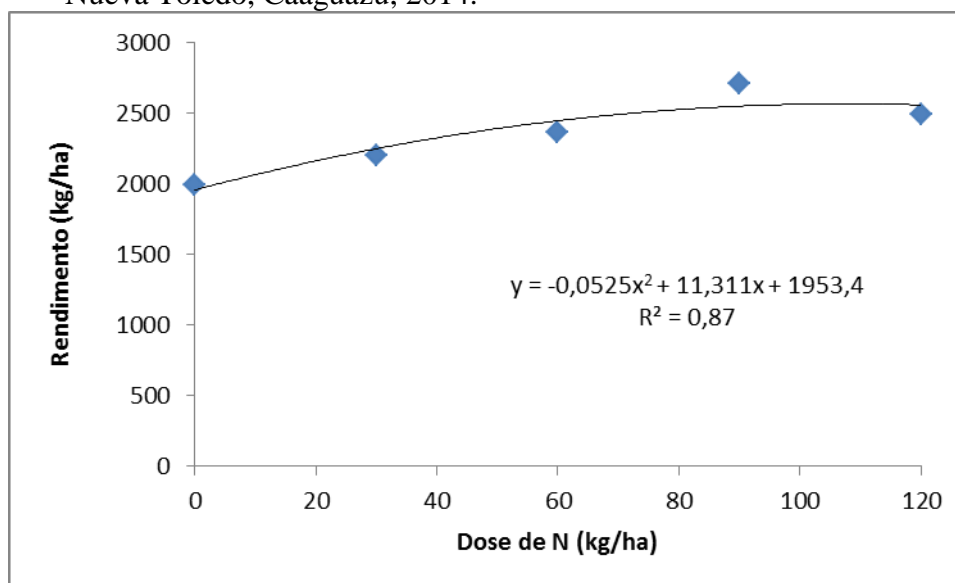


Estes resultados concordam com os resultados de Cazetta *et al.* (2007) que tiveram maior altura de planta com aplicação entre 73,5 e 89 kg de N ha⁻¹. Oliveira *et al.* (2011) verificaram aumento de altura de planta até dose de 90 kg de N ha⁻¹. Theago *et al.* (2014) também encontraram aumento de altura de planta com a aplicação de N alcançando a máxima altura com 148 kg ha⁻¹ de N. Zagonel *et al.* (2002) verificaram aumento de altura de planta de trigo quando aplicado dose crescente de N sem regulador de crescimento, no entanto, com aplicação de regulador de crescimento não houve maior crescimento com aumento da dose de N. Freitas *et al.* (1994) não observaram resposta da aplicação de N na altura de planta.

A altura de planta de trigo apresentou forte correlação com o rendimento ($r^2 = 0,83$), com o peso hectolítrico ($r^2 = 0,73$) e com a massa de 1000 grãos ($r^2 = 0,86$). Theago *et al.* (2014) também verificaram correlação entre a altura de planta e a produtividade de grãos.

Em relação ao rendimento de grãos, se observa que a aplicação de fertilizante nitrogenado aumentou o rendimento de grãos. O maior rendimento de grãos ocorreu com a aplicação de 90 kg de N ha⁻¹, alcançando 2702 kg ha⁻¹, na maior dose de N (120 kg ha⁻¹) houve diminuição da produção, caindo para 2490 kg ha⁻¹. A resposta do rendimento do trigo á aplicação de N se ajustou a uma equação de segundo grau (Figura 3). Considerando a primeira derivada da função de segundo grau, se observa que a dose de N que ocasionaria o maior rendimento seria de 107,7 kg de N ha⁻¹, o que confirma que o trigo é bastante responsivo a aplicação de N, mesmo implantado após a cultura da soja. Para Stewart (2002) a fertilização com N é responsável por 16% da produção de trigo.

Figura 3 - Rendimento de grãos de trigo em função da aplicação de doses de nitrogênio. Nueva Toledo, Caaguazú, 2014.



Esses resultados concordam com o trabalho realizado por Oliveira *et al.* (2011) quem constataram aumento quadrático da produção com a aplicação de N em cobertura, sendo a dose que ocasionou maior resposta em produtividade foi de 90 kg de N ha⁻¹. Zagonel *et al.* (2002) também obtiveram aumento do rendimento de N até 90 kg de N ha⁻¹. Trindade *et al.* (2006) observaram que a máxima eficiência técnica, de N na produtividade de trigo foi de 73 kg de N ha⁻¹. A dose ótima de N encontrada por Theago *et al.* (2014) para a máxima produtividade foi de 134 e 128 kg ha⁻¹ de N, para o cultivar IAC 370 e Embrapa 21, respectivamente, sendo um pouco maior que o encontrado no presente experimento. Trindade *et al.* (2006) observaram resposta da produtividade de trigo até dose de 172,9 kg de N ha⁻¹, no entanto, estimaram que a dose econômica de nitrogênio em cobertura para a cultura do trigo sob irrigação implantado em sucessão à soja, foi de 73 kg ha⁻¹.

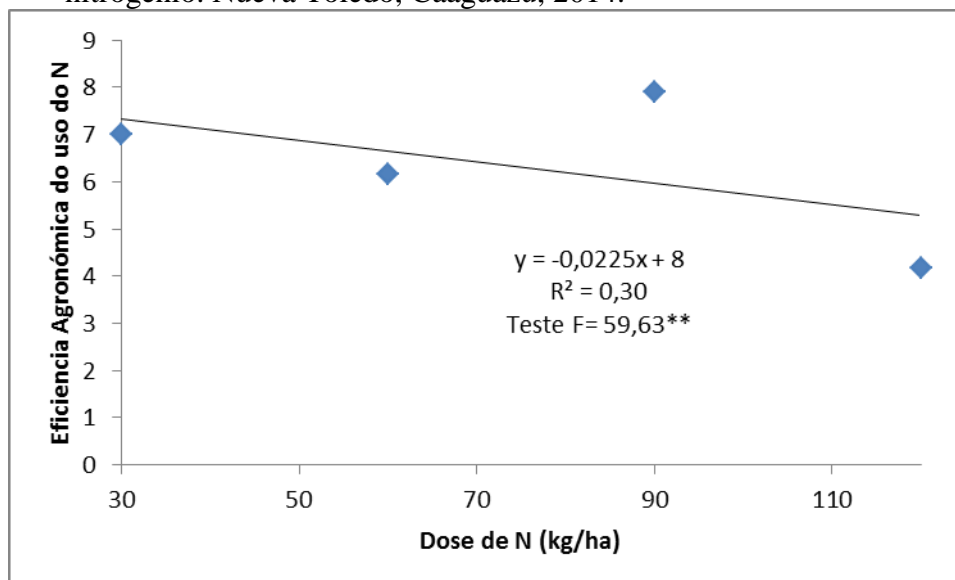
Existe forte correlação entre a produtividade de trigo e o peso hectolítrico ($r^2=0,85$), assim como entre a produtividade de trigo e a massa de 1000 grãos ($r^2=0,94$), o que demonstra que a aplicação de N forma grãos mais pesados, e que este influencia na produtividade de trigo.

Trabalhando com a eficiência agrônômica de uso do N, verifica-se que houve diferença significativa na eficiência agrônômica de uso do N, onde se observa que quando aplicado a maior dose de N, menor é a resposta do trigo ao fertilizante nitrogenado seguindo a lei dos rendimentos decrescentes. Neste experimento, na dose de N utilizada (de 30 e 90 kg de N ha⁻¹), por cada kg de N aplicado rendeu 7,0 e 7,9 kg de grãos de trigo, respectivamente, caindo para apenas 4,2 kg de grãos de trigo quando aplicado 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura

4). Cazetta *et al.* (2007), trabalhando com nitrogênio em trigo após diferentes sucessões de culturas, verificaram que a menor dose de N utilizada (30 kg ha^{-1}) possibilitou a maior eficiência de uso do N, 12,4 e 13,3 kg de grãos de trigo nas safras de 2004 e 2005, respectivamente.

A máxima eficiência econômica (MEE) e a máxima eficiência técnica (MET) determinadas com base nas equações de regressão apresentadas na Figura 3, possibilitam constatar que as doses de N que proporcionam a MEE, foi de 109,3 (rendimento de grãos de 2562 kg ha^{-1}), ou seja, muito próximo ao calculado para a MET ($107,7 \text{ kg de N ha}^{-1}$), para uma relação de preços de 6,9:1 (preço do kg de N/preço do kg de trigo). Para relações de preços menores que as utilizadas neste trabalho, há, evidentemente, aumento nos níveis de N para alcançar a MEE.

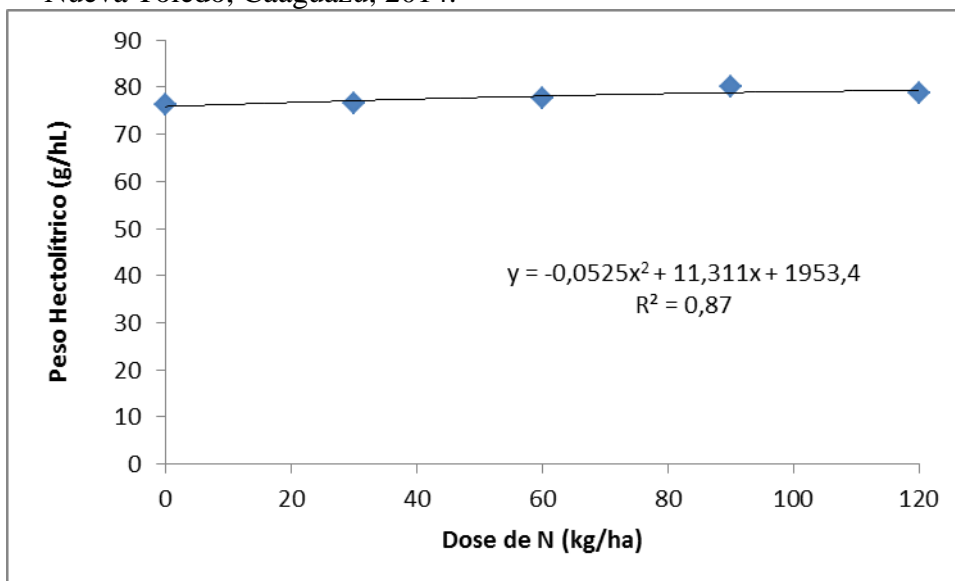
Figura 4 - Eficiência agrônômica do uso de nitrogênio em função da aplicação de doses de nitrogênio. Nueva Toledo, Caaguazú, 2014.



A aplicação de N incrementou de maneira quadrática o peso hectolítrico (Figura 4). O peso hectolítrico é um fator importante para o produtor de trigo, pois no momento de realizar a venda dos grãos, geralmente o preço pago ao produtor é menor quando o peso hectolítrico se apresenta abaixo de 76 g hL^{-1} . Neste caso todos os tratamentos apresentaram valor superior a 76 g hL^{-1} .

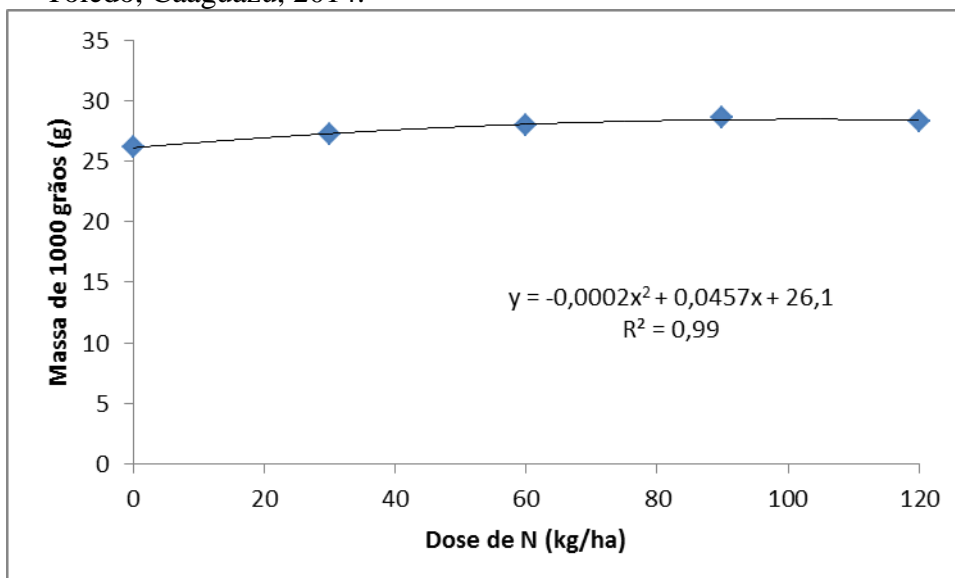
Trindade *et al.*, (2006) verificaram diminuição linear do peso hectolítrico com o aumento da dose de N. Neste experimento foi constatado forte correlação entre o peso hectolítrico e a massa de 1000 grãos ($r^2 = 0,80$).

Figura 5 - Peso hectolítrico de grãos de trigo em função da aplicação de doses de nitrogênio. Nueva Toledo, Caaguazú, 2014.



A massa de 1000 grãos aumentou com a aplicação de N de maneira quadrática, (Figura 6). O aumento da massa de 1000 grãos permite ter maior rendimento de grãos como visto anteriormente. Camargo *et al.*, (1988) observou correlação negativa entre dose de N com massa hectolítrica e massa de 1.000 grãos. Zagonel *et al.*, (2002) não observaram aumento da massa de 1000 grãos pela aplicação de nitrogênio.

Figura 6 - Massa de mil grãos de trigo em função da aplicação de doses de nitrogênio. Nueva Toledo, Caaguazú, 2014.



Conclusão

A cultura do trigo responde positivamente á aplicação de nitrogênio, aumentando a altura de planta, rendimento de grãos, peso hectolétrico e massa de 1000 grãos.

A aplicação de nitrogênio permitiu aumentar o rendimento da cultura de trigo, sendo a dose de maior resposta a de 90 kg ha⁻¹, e de acordo a equação o trigo responde até a fertilização de 107 kg ha⁻¹.

Referências

ALARCÓN L, E. 2011. **El cultivo de trigo en Paraguay**. 1 ed. Asunción, Py, Editorial el lector. 192 p.

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

BOFF, J.T. **Épocas de aplicação de nitrogênio e seus efeitos em componentes de produção em trigo**. 2010. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Agronomia - Departamento de Estudos Agrários da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí- RS.

BRITOS, C.; CAUSARANO, M.H.J.; RASCHE A, J.W.; BARRETO R., U.F.; MENDOZA, D.F. Fertilización fosfatada de los principales cultivos bajo siembra directa mecanizada en la región Oriental del Paraguay, **Investigación Agraria**, v. 14, n. 2, p. 87-92, 2012.

CAMARGO, C. E. O.; FELÍCIO, J. C.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; ROCCHA JÚNIOR, L. S. **Adubação nitrogenada em cultura do trigo irrigada por aspersão no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1988. 62p. (Boletim Científico, 15).

CAPECO. 2013. (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de cereales y oleaginosas) **Área de siembra, Producción y rendimiento 2013**. (En línea). Consultado el 14 de julio del 2014. Disponible en: <http://www.capeco.org.py/>

CAZETTA, Disnei Amélio FORNASIERI FILHO, Domingos, ARF, Orivaldo. Resposta de cultivares de trigo e triticale ao nitrogênio no sistema de plantio direto. **Científica**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.155 - 165, 2007.

Freitas, José Guilherme de, Camargo, Carlos Eduardo de Oliveira, Ferreira Filho, Antonio Wilson Pentead, & Pettinelli Junior, Armando. 1994. Produtividade e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Bragantia**, v.53, n. 2, p. 281-290. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051994000200019&lng=en&tlng=pt. 10.1590/S0006-87051994000200019.

González, A.L.; Causarano Medina, H.J. Destino del nitrógeno aplicado a un cultivo de sésamo en un suelo degradado de Paraguay, **Revista Acta Agronómica**, v. 63, p. 253-261, 2014.

LÓPEZ, O. L.; ERICO, E. G.; LLAMAS, P. A.; MOLINAS, A.S.; FRANCO, E. S.; GARCIA, S.; RIOS, E. O. 1995. **Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay.** (En línea). Consultado em 01/11/2012. Disponível em: <http://www.geologiadelparaguay.com/Estudio-de-Reconocimiento-de-Suelos-Regi%C3%B3n-Oriental-Paraguay.pdf>

MORENO, H.; CAUSARANO, M.H.J.; RASCHE A, J.W.; BARRETO R., U.F.; MENDOZA, D.F. Fertilización potásica de los principales cultivos bajo siembra directa mecanizada en la región oriental del Paraguay, **Investigación Agraria**, v. 14, n. 1, p. 41-49, 2012.

OLIVEIRA, W.C de.; FERREIRA, D.T.L.; LORENZETTI, E.R.; RUTZEN, E.R.; LIMA, P.H.P. de, MALFATO, R.A. Influência de nitrogênio aplicado em cobertura na cultura do trigo. **Cultivando o Saber**. Cascavel, v.4, n.4, p.113-128, 2011.

Pietro-Souza, William, Bonfim-Silva, Edna M., Schlichting, Alessana F., & Silva, Matheus de C.. (2013). Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p.575-580. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000600001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000600001&lng=en&tlng=pt)

Pinnow, C.; Benin, g.; Viola, R; Lemes da Silva, C; Gutkoski L.C.; Cassol, LC. Qualidade industrial do trigo em resposta à adubação verde e doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p.20-28, 2013.

PRANDO, A. M., ZUCARELI, C., FRONZA, V., DE OLIVEIRA, F. Á., & OLIVEIRA JÚNIOR, A. (2013). **Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 43, n. 1, p. 34 - 41. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/S1983-40632013000100009>

PRANDO, A.M., Zucareli, C.; Fronza, V.; Oliveira, E.A. de P.; Panoff, B. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34 n. 2, p. 272-279, 2012.

SILVA, A. 2014. **Assistat Versão 7.6 beta- DEAG-CTRN-UFCG.** Disponível em <http://www.assistat.com>

Stewart, W. M.; Dibb, D. W.; Johnston, A. E.; Smyth, T. J. The Contribution of Commercial Fertilizer Nutrients to Food Production. **Agronomy Journal**, v. 97, n. 1, p 1-6. 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2005.0001>

THEAGO, E. Q., BUZETTI, S., TEIXEIRA FILHO M, M.C.; ANDREOTTI, M.; MEGDA, M.M.M; BENETT, C.G.S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio influenciando teores de clorofila e produtividade do trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 6, p. 1826-1835. 2014.

TRINDADE, M. G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; CÁNOVAS, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no Cerrado. **Revista**

Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n.1, p. 24-29. 2006.

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

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, Viçosa, 25(2), p. 331-339. 2007.

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