

Evento: VII SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

**A TECNOLOGIA DE MANEJO DO NITROGÊNIO PELO FORNECIMENTO
ISOLADO E FRACIONADO NA PRODUTIVIDADE DO TRIGO BRASILEIRO
POR CONDIÇÃO DE ANO AGRÍCOLA¹**

**THE TECHNOLOGY OF NITROGEN MANAGEMENT BY THE ISOLATED
AND FRACTIONED SUPPLY IN THE PRODUCTIVITY OF BRAZILIAN
WHEAT BY CONDITION OF AGRICULTURAL YEAR**

**Andressa Raquel Cyzeski De Lima², Maria Eduarda Gzergorczyk³, Lorenzo
Ghisleni Arenhardt⁴, Dionatas Rodrigues Da Silva⁵, Ana Brezolin⁶, José
Antonio Gonzalez Da Silva⁷**

¹ Pesquisa institucional desenvolvida no Departamento de Estudos Agrários, pertencente ao grupo de pesquisa em Sistemas Técnicos de Produção Agropecuária;

² Estudante do Curso de Agronomia/UNIJUI, bolsista PROBITE/FAPERGS, andressaraqueldelima@gmail.com;

³ Estudante do Curso de Agronomia/UNIJUI, bolsista PIBITI/CNPq, eduardagze@gmail.com;

⁴ Estudante do Curso de Agronomia/UNIJUI, bolsista PIBIC/CNPq, lorenzoarenhardt@gmail.com;

⁵ Estudante do Curso de Agronomia/UNIJUI, bolsista PIBIC/CNPq, dionatas_rodrigues16@hotmail.com;

⁶ Doutoranda em Modelagem Matemática/UNIJUI, anabrezolin@hotmail.com;

⁷ Professor do Departamento de Estudos Agrários/UNIJUI, Orientador, jagsfaem@yahoo.com.br;

INTRODUÇÃO

Dentre as tecnologias de manejo, a adubação nitrogenada é a mais importante para incrementar a produtividade de grãos em cereais (FLORES et al. 2012; ARENHARDT et al., 2015). O nitrogênio é o elemento de maior complexidade de ação sobre as condições ambientais, gerando em anos de elevada ou reduzida temperatura e precipitação pluvial, perdas significativas por lixiviação e/ou volatilização. Portanto, comprometendo a eficiência de aproveitamento do nutriente, reduzindo a produtividade, aumentando os custos de produção e gerando poluição ambiental (BENIN et al., 2012; SILVA et al., 2015).

Existe a necessidade de otimizar a produção de alimentos a partir de tecnologias que garantam produtividade com redução de custos e sustentabilidade aos agroecossistemas (SALA et al., 2005; VIOLA, et al., 2013). Vários autores tem reportado a possibilidade de uso de doses de nitrogênio economicamente mais ajustadas por condição de ano agrícola e aplicadas de forma fracionada para maior eficiência à produtividade de grãos (ESPINDULA et al., 2014; ARENHARDT et al., 2015; MANTAI et al., 2016). Embora se verifique na literatura, alguns estudos sobre o fracionamento do nitrogênio em cereais, respostas conclusivas não tem sido obtidas, principalmente por desconsiderar diferentes condições de ano agrícola e doses do nutriente. Diante disso, o objetivo do estudo é propor um melhor ajuste da tecnologia de manejo do nitrogênio que permita maior eficiência de uso à produtividade de grãos de trigo, pelo ajuste da dose isolada ou fracionada em condição de ano favorável e desfavorável ao cultivo.

Evento: VII SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido a campo nos anos agrícolas de 2014, 2015 e 2016, no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural, localizado em Augusto Pestana. A cultivar de trigo utilizada foi a BRS Guramirim, introduzida em um sistema de cultivo de alta liberação de N-residual (sistema soja/trigo). O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial 4 x 3, para doses de N-fertilizante (0, 30, 60, 120 kg ha⁻¹) e formas de fornecimento do nutriente [condição única (100%) no estágio fenológico V3 (terceira folha expandida); fracionada (70%/30%) no estágio fenológico V3/V6 (terceira e sexta folha expandida) e fracionada (70%/30%) no estágio fenológico V3/E (terceira folha expandida e início de enchimento de grãos)], respectivamente. Destaca-se que em todos os anos de cultivo, a aplicação de N-fertilizante nos V3, V6 e E, ocorreram aos 30, 60 e 90 dias após a emergência do trigo, respectivamente.

Com auxílio do programa computacional Genes procederam-se o teste de comparação de médias por Scott & Knott e ajuste de equação linear ($PG=a\pm bx$) e quadrática ($PG=a\pm bx\pm cx^2$). Nas condições em que houve comportamento quadrático significativo, foi obtida a estimativa da máxima eficiência técnica ($MET=-[b/2c]$) de uso do nitrogênio à máxima produtividade de grãos nos dos distintos anos de cultivo. A estimativa da produtividade de grãos também foi obtida através da recomendação técnica do N-fertilizante para uma expectativa de 3 t ha⁻¹ de grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, no ano de 2014, no momento de aplicação de N-fertilizante, as temperaturas máximas estavam elevadas, ao redor de 23 °C. Além disso, houve significativo volume de chuvas próximo à colheita, justificando a baixa produtividade de grãos, seja pela perda do nutriente por volatilização ou pelos prejuízos causados pelo excesso de chuvas na maturação, caracterizando 2014, como ano desfavorável (AD) ao cultivo. Em 2015, foram observadas altas temperaturas (± 28 °C) sem ocorrência de chuvas em períodos próximos a adubação nitrogenada, condição que favorece perdas do nutriente por volatilização. Embora o volume total de chuvas tenha sido o mais reduzido em comparação à média histórica, as informações meteorológicas junto a razoável produtividade obtida caracterizam 2015 como ano intermediário (AI) de cultivo. No ano de 2016, a temperatura máxima observada no momento da aplicação de N-fertilizante no estágio V3 foi ao redor de 15°C e com condições favoráveis de umidade do solo por chuvas que ocorreram em dias anteriores à adubação. Ainda, o volume total de chuvas foi similar à média histórica, indicando adequada distribuição de precipitação pluvial ao longo do ciclo. Estas condições foram decisivas na maior média de produtividade de grãos obtida, caracterizando 2016 como ano favorável (AF) ao cultivo.

Evento: VII SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

Tabela 1. Temperatura e precipitação nos meses de cultivo e média de produtividade.

Ano	Mês	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)		PG _g (kg ha ⁻¹)	Classe
		Mínima	Máxima	Média	Média 25 anos*	Ocorrida		
2014	Maio	10,8	23,6	17,2	149,7	412	1414	AD
	Junho	8,6	19	13,8	162,5	412		
	Julho	9,7	21,82	15,76	135,1	144		
	Agosto	8,8	23,66	16,23	138,2	77,8		
	Setembro	13,33	23,58	18,46	167,4	274,8		
	Outubro	16,02	27,49	21,76	156,5	230,8		
	Total	-	-	-	909,4	1551,4		
2015	Maio	11,1	24,5	17,8	149,7	20,3	2441	AI
	Junho	9,3	19,7	14,5	162,5	59,4		
	Julho	7,4	17,5	12,4	135,1	176,6		
	Agosto	12,9	23,4	18,1	138,2	61,4		
	Setembro	12	23	17,5	167,4	194,6		
	Outubro	15	25,5	20,2	156,5	286,6		
	Total	-	-	-	909,4	798,9		
2016	Maio	10,5	22,7	16,6	149,7	100,5	3357	AF
	Junho	7,9	18,4	13,15	162,5	191		
	Julho	8,3	19,2	13,75	135,1	200,8		
	Agosto	9,3	20,4	14,85	138,2	223,8		
	Setembro	9,5	23,7	16,6	167,4	46,5		
	Outubro	12,2	25,1	18,65	156,5	211,3		
	Total	-	-	-	909,4	973,9		

*= Média de precipitação pluviométrica obtida dos meses de maio a outubro de 1989 a 2014; AI= Ano intermediário; AF= Ano favorável; AD= Ano desfavorável; PG_g= produtividade média de grãos.

Na Tabela 2, ligando o estágio fenológico da cultura de trigo com o dia de fornecimento de nitrogênio, independente das doses de N-fertilizante, o ano de 2015 (AI) indicou coeficiente angular da equação não significativo, condição que reporta a ausência de diferenças entre as médias de produtividade de grãos. Em 2016 (AF) o coeficiente angular foi negativo e significativo, condição que evidencia redução da produtividade de grãos com o uso do fracionamento. Portanto, a partir do estágio V3, se verifica redução da produtividade em 3,87 kg ha⁻¹ ao dia. Em 2014 (AD) o coeficiente angular da equação não foi significativo, corroborando com médias similares nas distintas condições de fornecimento do adubo. Estes resultados dão subsídios que da dose única do nitrogênio fornecido no estágio V3 promove resultados mais vantajosos. ESPINDULA et al. (2010), destacam que anos de clima favorável e desfavorável alteram a disponibilidade de nitrogênio e a eficiência de uso pela planta com reflexos na produtividade.

Tabela 2. Equação de regressão para a estimativa da produtividade de grãos e médias de produtividade nos estádios (dias) do fornecimento de nitrogênio nos sistemas de cultivo.

Ano	Estádio Fenológico (Dia de Aplicação N)	PG (kg ha ⁻¹)	Equação PG= a ± bx	R ² (%)	P (b _{ix})
Sistema soja/trigo					
2014	V ₃ (30)	1488 a			
(AD)	V ₃ /V ₆ (30/60)	1390 a	1504-1,21x	50	ns
	V ₃ /E (30/90)	1415 a			
2015	V ₃ (30)	2294 a			
(AI)	V ₃ /V ₆ (30/60)	2311 a	2272+0,68x	98	ns
	V ₃ /E (30/90)	2335 a			
2016	V ₃ (30)	3346 a			
(AF)	V ₃ /V ₆ (30/60)	3295 a	3484-3,87x	90	*
	V ₃ /E (30/90)	3113 b			

V₃ = Condição única (100%) da dose de nitrogênio na terceira folha expandida (30 dias); V₃/V₆ = Condição fracionada (70%/30%) da dose de nitrogênio na terceira e sexta folha expandida (30 e 60 dias); V₃/E = Condição fracionada (70%/30%) da dose de nitrogênio na terceira folha expandida e início do enchimento de grão (30 e 90 dias); R² = coeficiente de determinação; AI= Ano intermediário; AF= Ano favorável; AD= Ano desfavorável; PG = Produtividade de Grãos (kg ha⁻¹); P (b_{ix}) = Probabilidade da significância de inclinação; * = Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste; ns = Não significativo; Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo modelo de Scott Knott.

Evento: VII SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

Na Tabela 3, é observado comportamento quadrático em 2014 (AD), prevendo uma produtividade de grãos de 1704 kg ha⁻¹ com 89 kg ha⁻¹ de N-fertilizante. Destaca-se que a dose para expectativa de 3 t ha⁻¹ indicou produtividade de grãos ao redor de 1600 kg ha⁻¹. Estes fatos reforçam que a eficiência de uso do nitrogênio pode ser elevada ou reduzida pelas condições meteorológicas do ano de cultivo. Em 2015 (AI), a equação quadrática foi significativa, descrevendo dose ideal de nitrogênio com 110 kg ha⁻¹ e produtividade simulada em 2869 kg ha⁻¹. Ainda, considerando a dose com expectativa de 3 t ha⁻¹, o uso de 60 kg ha⁻¹ do nutriente promoveu benefícios pela redução de custo com a adubação, mantendo produtividade similar ao uso da dose ótima. Já em 2016 (AF), a linearidade foi obtida no comportamento da produtividade de grãos, uma condição que reporta os benefícios do ano favorável no aproveitamento de nitrogênio à elaboração de grãos. Destaca-se, que a dose de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio expressou valores superiores a expectativa de 3 t ha⁻¹.

Tabela 3. Equação de regressão da produtividade de grãos e médias de produtividade em trigo nas doses de nitrogênio e definição da dose ideal com simulação da produtividade de grãos.

Ano	Dose (N)	PG (kg ha ⁻¹)	Equação PG = a + bx ± cx ²	R ² (%)	P (b _{ix})	N _(MET) (kg ha ⁻¹)	PG _(MET) (kg ha ⁻¹)	N (PG= 3 t ha ⁻¹) (kg ha ⁻¹)	PG _E (kg ha ⁻¹)
Sistema soja/trigo									
2014 (AD)	0	1069 c	1065+14,3x-0,08x ²	99	*	89	1704	60	1635
	30	1412 b							
	60	1638 a							
	120	1605 a							
2015 (AI)	0	1607 c	1659+22x-0,10x ²	95	*	110	2869	60	2619
	30	2366 b							
	60	2492 b							
	120	2787 a							
2016 (AF)	0	1930 d	2132+21,3x	96	*	-	-	60	3410
	30	2871 c							
	60	3665 b							
	120	4539 a							

PG= Produtividade de grãos (kg ha⁻¹); N= Nitrogênio; N_(MET)= Máxima eficiência técnica de uso do nitrogênio; PG_(MET) = Produtividade de grãos pela máxima eficiência técnica de uso do nitrogênio; N_(PG= 3 t ha⁻¹)= Dose de nitrogênio para expectativa de 3 t ha⁻¹ de produtividade de grãos; PG_E= Produtividade de grãos estimada; MET= Máxima eficiência técnica; AI= Ano intermediário; AF= Ano favorável; AD= Ano desfavorável; R²= Coeficiente de determinação; P (b_{ix}) = Probabilidade da significância de inclinação da reta; *= Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste; "a"= Não significativo; Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo modelo de Scott Knott.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na condição de ano favorável, intermediário e desfavorável ao cultivo do trigo o fornecimento de nitrogênio em dose isolada é mais eficiente à elaboração de grãos do que o fracionamento, independente do sistema de sucessão. Ainda, a eficiência de uso do nitrogênio pode ser substancialmente elevada ou reduzida no trigo pelas condições meteorológicas do ano de cultivo e o uso da dose ótima do nutriente pode não expressar necessariamente máxima produtividade de grãos com rentabilidade.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*; N-fertilizante; tecnologia; inovação; modelagem matemática;

Keywords: *Triticum aestivum*; N-fertilizer; technology; innovation; mathematical modeling;

REFERÊNCIAS

ARENHARDT E. G.; SILVA, J. A. G. DA; GEWEHR, E.; OLIVEIRA, A. C. DE; BINELO, M. O.;

Evento: VII SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

- VALDIERO, A. C.; GZERGORCZICK, M. E.; LIMA, A. R. C. de. The nitrogen supply in wheat cultivation dependent on weather conditions and succession system in southern Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, p.4322-4330, 2015.
- BENIN, G.; BORNHOFEN, E.; BECHE, E.; PAGLIOSA, E. S.; SILVA, C. L. DA; PINNOW, C. Agronomic performance of wheat cultivars in response to nitrogen fertilization levels. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, p. 275-283, 2012.
- ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A. DE; GROSSI, J. A. S.; SOUZA L. T. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.1404-1411, 2010.
- FLORES, R. A.; URQUIAGA, S. S.; ALVES, B. J. R.; COLLIER, L. S.; MORAIS, R. F. DE; PRADO, R. DE M. Adubação nitrogenada e idade de corte na produção de matéria seca do capim-elefante no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, p.1282-1288, 2012.
- MANTAI, R. D.; SILVA, J. A. G. DA; ARENHARDT, E. G.; SAUSEN, A. T. Z. R.; BINELLO, M. O.; BIANCHI, V.; SILVA, D. R. DA; BANDEIRA, L. M. The dynamics of relation oat panicle with grain yield by nitrogen. **American Journal of Plant Sciences**, v.7, p.17-27, 2016.
- SALA, V.M.R.; FREITAS, S. DOS S.; DONZELLI, V. P.; FREITAS, G.; GALLO, P. B.; SILVEIRA, A. P. D. DA. Ocorrência e efeito de bactérias diazotróficas em genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:345-352, 2005.
- SILVA, J. A. G.; ARENHARDT, E. G.; KRÜGERS, C. A. M. B.; LUCCHESI, O. A.; METZ, M.; MAROLLI, A. A expressão dos componentes de produtividade do trigo pela classe tecnológica e aproveitamento do nitrogênio. **Agriambi**, v.19, n.1, p.27-33, 2015.
- VIOLA, R.; BENIN, G.; CASSOL, L. C.; PINNOW, C.; F, M. F.; BORNHOFEN, E. Adubação verde e nitrogenada na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia**, v.72, p. 20-28, 2013.