

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** VI Seminário de Inovação e Tecnologia

## **A TECNOLOGIA DO HIDROGEL NA EFICIÊNCIA DE USO DO NITROGÊNIO SOBRE A PRODUTIVIDADE DE BIOMASSA E GRÃOS DE TRIGO EM SISTEMA DE RÁPIDA LIBERAÇÃO DE N-RESIDUAL<sup>1</sup>**

**Rafael Pretto<sup>2</sup>, Luiz Michel Bandeira<sup>3</sup>, Dionatas Rodrigues Da Silva<sup>4</sup>, Lorenzo Ghisleni Arenhardt<sup>5</sup>, Ângela Teresinha Woschinski De Mamann<sup>6</sup>, José Antonio Gonzalez Da Silva<sup>7</sup>.**

<sup>1</sup> Pesquisa institucional desenvolvida no Departamento de Estudos Agrários, pertencente ao grupo de pesquisa em Sistemas Técnicos de Produção Agropecuária.

<sup>2</sup> Aluno do Curso de Graduação em Agronomia da UNIJUÍ, bolsista PROBITE/FAPERGS, p.rafaapreto@gmail.com.

<sup>3</sup> Aluno do Curso de Graduação em Agronomia da UNIJUÍ, bolsista PIBITI/UNIJUÍ, luizmbandeira@hotmail.com

<sup>4</sup> Aluno do Curso de Graduação em Agronomia da UNIJUÍ, bolsista PIBIC/CNPQ, dionatas\_rodrigues16@hotmail.com

<sup>5</sup> Aluno do Curso de Graduação em Agronomia da UNIJUÍ, bolsista PIBIC/CNPQ, lorenzoarenhardt@gmail.com

<sup>6</sup> Aluna de mestrado em modelagem matemática da UNIJUÍ, angelademamann@hotmail.com.

<sup>7</sup> Professor Doutor do Departamento de Estudos Agrários, Orientador, jagsfaem@yahoo.com.br

### **INTRODUÇÃO**

A cultura do trigo depende do nitrogênio para garantir alta produtividade (PRANDO, et al., 2013), porém, o nutriente é perdido com facilidade em anos chuvosos por lixiviação ou em anos secos pela volatilização (ROJAS,2012; MANTAI,2015; ARENHARDT, 2015). Desta forma, esses fatores comprometem a eficiência de uso do nitrogênio pelo trigo, acarretando ainda em maior custo de produção e contaminação do agro ecossistema do ambiente (SILVA et al., 2015). Torna-se necessário uso de tecnologias que favoreçam melhorias da produtividade com maior sustentabilidade, principalmente no aumento da eficiência de uso de nitrogênio sobre a qualidade dos processos agrícolas (MANTAI et al., 2015). No intuito de melhorar a absorção do nitrogênio pelas plantas a manutenção da umidade do solo é fundamental, uma vez que a absorção de nitrogênio depende, dentre outros fatores, da umidade, temperatura e aeração, que interagem entre si no sistema de cultivo (SILVA et al., 2015). O uso do biopolímero hidrogel pode representar uma tecnologia de regular a disponibilidade de água do solo às culturas, o que favoreceria a eficiência de absorção de nutrientes e, por consequência, o aumento da produtividade (MENDONÇA et al., 2013). Os hidrogeis são redes poliméricas tridimensionais biodegradáveis, que retém água em sua estrutura, inchando e formando gel, capaz de hidratar e liberar água por longo período de tempo para a planta. O objetivo do estudo é analisar a tecnologia do biopolímero hidrogel aplicado junto a semente na otimização de uso de N-fertilizante sobre a produtividade de biomassa e grãos de trigo, em distintas condições de ano agrícola no sistema de sucessão de alta liberação de N-residual.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido a campo nos anos agrícolas de 2014 e 2015 no município de Augusto Pestana, RS, Brasil. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico e o clima da região, segundo classificação de Köppen, do tipo Cfa, com verão quente sem estação seca. No estudo, a semeadura foi realizada na terceira semana de junho, conforme indicações técnicas para trigo e triticale em cobertura residual de reduzida relação C/N (sistema soja/trigo). Para tal foi utilizada semeadora-adubadora na composição da parcela com

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** VI Seminário de Inovação e Tecnologia

cinco linhas de cinco m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,18 m, formando a unidade experimental de 4,5 m<sup>2</sup>. A densidade populacional utilizada foi de 400 sementes viáveis por metro quadrado. Foram conduzidos dois experimentos, um para quantificar produtividade biológica pelos cortes realizados a cada 30 dias até maturidade fisiológica e, o outro, para estimativa da produtividade de grãos. O delineamento experimental para os dois experimentos foi o de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo esquema fatorial 4 x 4, nas fontes de variação doses de hidrogel nos níveis 0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> e doses de N-fertilizante (fonte ureia 45% de N) nos níveis 0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>, com o uso da cultivar de trigo TEC 10, totalizando 128 unidades experimentais em cada ano de estudo. Foi realizada análise de variância para detecção dos efeitos principais e de interação. Também se ajustou a equação linear na estimativa da taxa de produtividade biológica e comparação dos valores médios da produtividade biológica total e de grãos pelo modelo Scott & Knott, em cada dose de uso do nitrogênio e hidrogel. Em seguida, o ajuste de equação quadrática para estimativa da dose ideal do N-fertilizante à produtividade de grãos, com posterior simulação da produtividade biológica pela dose ideal de nitrogênio na elaboração de grãos. Para essas determinações empregou-se o programa computacional Genes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, no ano de 2014 a precipitação ocorrida no ciclo de cultivo foi de 952 mm e em 2015, 817 mm, similar a média histórica dos últimos 20 anos de 900 mm, porém, com distinta forma de distribuição da precipitação entre 2014 e 2015. Em 2014 o maior volume de chuvas ocorreu da metade do ciclo até o período próximo à maturação (Figura 1A), condição em que houve períodos de menor insolação, acarretando na redução da eficiência fotossintética da planta. Em 2015, o maior volume de chuvas ocorreu no período da emergência até 36 dias de desenvolvimento, seguindo com precipitações regulares de menor intensidade (Figura 1B). Estes fatos reportam a maior produtividade de grãos obtida no ano de 2015 em relação à safra anterior. A precipitação pluvial é a principal variável meteorológica a afetar a produtividade das culturas agrícolas, principalmente o trigo (BATTISTI et al., 2013). Destaca-se que a condição do ano de cultivo em trigo é definida pela distribuição e volume de precipitação pluviométrica (ARENHARDT et al., 2015).

Diferenças significativas entre os efeitos principais e de interação foram obtidos entre anos, doses de hidrogel e doses de nitrogênio (não apresentado). Condição que justifica a forma de apresentação dos resultados em desdobrar os efeitos dessa interação. Na Tabela 1, independente do ano agrícola e dose de hidrogel, o incremento de N-fertilizante aumentou linearmente a taxa de produtividade de biomassa dia<sup>-1</sup> (bix), produtividade de biomassa total e produtividade de grãos. Em 2014 (Tabela 1), foi observado que a dose de 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N-fertilizante promoveu maior taxa de produtividade de biomassa com 30 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel. Esta dose de hidrogel indicou a maior média de produtividade de grãos em comparação as demais, porém, os efeitos sobre a produtividade de biomassa total não mostrou alteração, exceto na dose mais elevada do biopolímero reduzindo a produção. Em 2015 (Tabela 1), as doses de 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N-fertilizante com as doses de 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel indicaram a maior taxa de produtividade de biomassa, médias mais expressivas de produtividade de biomassa total e de grãos.

Na Tabela 2, independente do ano de cultivo, as equações indicaram comportamento quadrático da produtividade de grãos na ausência do uso do hidrogel e na dose mais elevada do produto, evidenciando a proximidade de estabilidade pelo incremento das doses de N-fertilizante. Em 2014 a

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** VI Seminário de Inovação e Tecnologia

dose ótima de uso do nitrogênio foi obtida com 100 e 114 kg ha<sup>-1</sup> com zero e 120 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel, respectivamente. No ano de 2015, as doses de zero e 120 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel, mostraram dose ótima de N-fertilizante com 93 e 84 kg ha<sup>-1</sup>. Destaca-se que o uso de hidrogel de 30 e 60 kg ha<sup>-1</sup> independente do ano de cultivo, proporcionou resposta linear à produtividade de grãos, evidenciando a contribuição do hidrogel para a maior eficiência do N-fertilizante. O ano de 2015 (Tabela 2) apresentou-se como mais favorável ao cultivo, pois com menores doses de nitrogênio aplicado, foi obtido maior produtividade de grão na condição de zero e 120 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel. Além disso, em 2014 a cada 1 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio aplicado houve 7,65 e 23,83 kg ha<sup>-1</sup> de grãos e biomassa obtidos, respectivamente, na condição de 30 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel. Por outro lado, em 2015, a cada 1 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio aplicado, houve retorno de 13,43 e 38,45 kg ha<sup>-1</sup> de grãos e biomassa, respectivamente, para a mesma condição de hidrogel. Destaca-se que tanto na produtividade biológica e de grãos, houve certa similaridade na relação kg do nitrogênio aplicado pelo kg do produto obtido, nesta condição de ano e uso de hidrogel. Este fato é explicado possivelmente pelo maior volume de chuvas ocorrido durante a fase vegetativa do ciclo do trigo, não permitindo uma contribuição do biopolímero pelo excesso de umidade do solo (Figura 1).

Na produtividade do trigo a adubação nitrogenada de fundamental importância (VIOLA et al., 2013). Porém, são múltiplos os processos que interferem na dinâmica do nitrogênio no solo e na suas relações com a planta (PRANDO et al., 2013). Para melhor o aproveitamento do N-fertilizante as condições climáticas devem ser favoráveis ao uso do nutriente, pois este é vulnerável a perdas, tanto por lixiviação quanto por volatilização, afetando diretamente a produtividade da cultura (MOTA, 2015). Dessa forma, a adição de hidrogeis no solo otimiza a disponibilidade de água, reduz as perdas por percolação e lixiviação de nutrientes e melhora a aeração e drenagem acelerando o desenvolvimento do sistema radicular e parte aérea das plantas (NETO et al., 2012). O maior potencial produtivo em trigo foi proporcionado pela maior disponibilidade de nitrogênio favorecendo o acúmulo de biomassa (BREDEMEIER et al., 2013). Contudo, os melhores resultados com fertilização foram obtidos em níveis que vão de 70 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, em trigo sem irrigação, desta forma, independente da época de aplicação, o incremento em até 120 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio aumenta o rendimento de grãos (TEIXEIRA FILHO et al., 2010).

As condições climáticas, o tipo de palha e o sistema de manejo podem alterar a decomposição do resíduo (PELOSI, 2013). O não revolvimento do solo e a manutenção dos resíduos vegetais na superfície podem levar a alterações na dinâmica e transformações das formas de nitrogênio. Dessa forma, para alcançar altas produtividades e viabilizar a cultura do trigo, são indispensáveis a fertilização do solo e a adequada nutrição da planta junto as condições de clima favorável (PRANDO et al., 2013).

## CONCLUSÃO

No sistema de rápida liberação de N-residual, o incremento da dose de N-fertilizante aumentou linearmente a taxa de produtividade de biomassa dia<sup>-1</sup>, independente de ano agrícola. A dose 30 kg ha<sup>-1</sup> de hidrogel mostrou maior contribuição no aumento da eficiência de uso do nitrogênio à produtividade de grãos de trigo.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, biopolímero, N-fertilizante, umidade do solo

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** VI Seminário de Inovação e Tecnologia

## AGRADECIMENTOS

À CAPES, CNPq, FAPERGS e à UNIJUÍ, pelo aporte dos recursos destinados ao desenvolvimento deste estudo e pelas bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica, de Pós-graduação e de Produtividade em Pesquisa.

## REFERÊNCIAS

Arenhardt, E. G.; Silva, J. A. G.; Gewehr, E.; Oliveira, A. C.; Binelo, M. O.; Valdiero, A. C.; Silva, J. A. G. 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.

Battisti, R.; Sentelhas, P. C.; Pilau, F. G.; Wollmann, C. A. Eficiência climática para as culturas da soja e do trigo no estado do Rio Grande do Sul em diferentes datas de semeadura. *Ciência Rural*, v.43, p.390-396, 2013.

Bredemeieri, C.; Varianii, C.; Almeidai, D.; Rosai, A.T. Estimativa do potencial produtivo em trigo utilizando sensor óptico ativo para adubação nitrogenada em taxa variável. *Ciência Rural*, v.43, p.1147-1154, 2013.

Mantai, R. D.; Silva, J.A.G. da; Sausen, A. T. Z. R.; Costa, J. S. P.; Fernandes, S. B. V.; Ubessi, C. A eficiência na produção de biomassa e grãos de aveia pelo uso do nitrogênio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, p.343-349, 2015.

Mendonça, T. G.; Urbano, V.R.; Peres, J.G.; Souza, C.F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. *Water Resources and Irrigation Management*, v.2, p.87-92, 2013.

Mota, M.R. et al. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 512-522, 2015.

Pelosi, A. P. Mineralização do nitrogênio da palhada de pennisetum glaucum dessecado com herbicidas e efeitos no milho cultivado em sucessão. 2013. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Goiás.

Prando, A. M.; Zucareli, C.; Fronza, V.; Oliveira, F. A.; Júnior, A. O. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 43, p.34-41, 2013.

Neto, F., Neto, P. F., Fortes, N. L. P. F., Silva, E. M. D. A. M., & Evangelista, F. D. O estudo de viabilidade e eficiência do uso do hidrogel no desenvolvimento do feijão. 2012.

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** VI Seminário de Inovação e Tecnologia

Rojas, C.A.L.; Bayer, C.; Fontoura, S.M.V.; Weber, M.A.; Vieiro, F. Volatilização de Amônia da Ureia Alterada por Sistema de Preparo de Solo e Plantas de Cobertura Invernais na Centro-Sul do Paraná. *Revista Brasileira do Solo*, v.36, p.261-270, 2012.

Silva, J. A. G.; Arenhard, E. G.; Krügers, C. A. M. B.; Lucchese, O. A.; Metz, M.; Marolli, A. A expressão dos componentes de produtividade do trigo pela classe tecnológica e aproveitamento do nitrogênio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, p.27-33, 2015.

Teixeira Filho, M. C. M.; Buzetti, S.; Andreotti, M.; Arf, O.; Benett, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, p.797-804, 2010.

Viola, R.; Benin G.; Cassol, L.C.; Pinnow, C.; Flores, M.M. F.; Bornhofen, E. Adubação verde e nitrogenada na cultura do trigo em plantio direto. *Bragantia*, v.72, p.90-100, 2013.

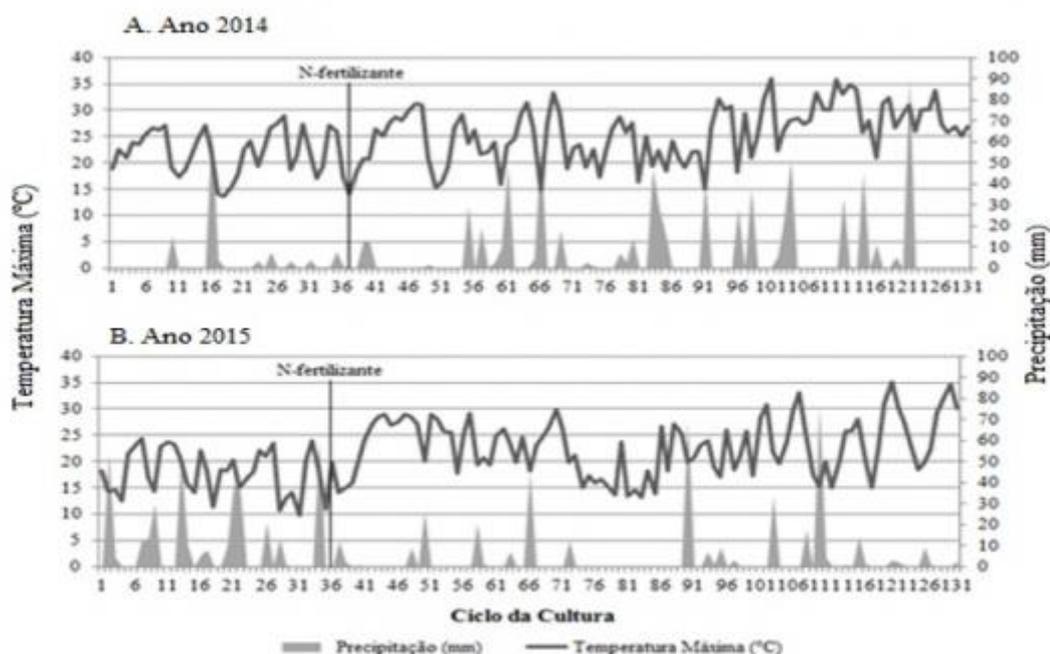


Figura 1. Precipitação pluviométrica e temperatura máxima no ciclo do trigo

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** VI Seminário de Inovação e Tecnologia

Tabela 1. Regressão da taxa de produtividade de biomassa dia<sup>-1</sup> e produtividade de biomassa total e de grãos em doses de hidrogel e nitrogênio no sistema soja/trigo.

Hidrogel (kg ha <sup>-1</sup> )	Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	Y= b <sub>0</sub> ± b <sub>1</sub> x (kg ha <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup> (%)	P (b <sub>1</sub> )	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	$\bar{X}_{AC}$ (kg ha <sup>-1</sup> )	PB (kg ha <sup>-1</sup> )	$\bar{X}_{AB}$ (kg ha <sup>-1</sup> )
Ano 2014								
0	0	-655 + 65,69x	92	*	1350 d	1921 B	6765 d	8471 A
	30	-847 + 76,84x	90	*	1831 c		7785 c	
	60	-954 + 81,21x	92	*	2128 b		8474 b	
	120	-1302 + 101,09x	94	*	2373 a		10860 a	
30	0	-1045 + 67,5x	92	*	1630 d	2124 A	8119 b	9199 A
	30	-1046 + 82,7x	91	*	1972 c		8597 b	
	60	-1116 + 91,34x	87	*	2334 b		9134 b	
	120	-1382 + 108x	88	*	2558 a		10945 a	
60	0	-912 + 65,35x	90	*	1366 d	1947 B	6951 d	8653 A
	30	-1084 + 82,2x	83	*	1783 c		8157 c	
	60	-1027 + 85,28x	92	*	2175 b		8952 b	
	120	-1372 + 101,93x	90	*	2462 a		10550 a	
120	0	-664 + 58,11x	92	*	1282 c	1756 C	6100 c	7380 B
	30	-702 + 62,92x	93	*	1618 b		6652 c	
	60	-832 + 74,24x	91	*	2007 a		7645 b	
	120	-854 + 87,6x	93	*	2107 a		9124 a	
Ano 2015								
0	0	-1032 + 60,14x	85	*	1413 c	2472 B	6339 d	8389 B
	30	-1156 + 77,48x	84	*	2505 b		7838 c	
	60	-1331 + 83,15x	89	*	2887 a		8844 b	
	120	-1665 + 99,94x	87	*	3084 a		10533 a	
30	0	-929 + 60,68x	87	*	1405 c	2517 B	5949 c	8669 B
	30	-1314 + 77,5x	90	*	2697 b		8628 b	
	60	-1279 + 81,33x	93	*	2709 b		9121 b	
	120	-1629 + 108,21	85	*	3258 a		10976 a	
60	0	-1101 + 75x	91	*	1995 c	2748 A	8010 c	9360 A
	30	-1157 + 78,8x	91	*	2803 b		8423 c	
	60	-1307 + 92,66x	87	*	2904 b		9413 b	
	120	-1670 + 113,39x	87	*	3290 a		11595 a	
120	0	-1193 + 71,96x	91	*	1940 b	2682 A	8173 d	10146 A
	30	-1446 + 82,53x	90	*	2808 a		9535 c	
	60	-15,88 + 92,93x	90	*	2981 a		10357 b	
	120	-1835 + 117,44x	90	*	2998 a		12517 a	

Y= estimativa da produtividade de biomassa; PG= produtividade de grãos; PB= produtividade biológica total;  $\bar{X}_{AC}$  = Média da produtividade de grãos nas condições de uso do hidrogel;  $\bar{X}_{AB}$  = Média da produtividade biológica total nas condições de uso do hidrogel; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; P (b<sub>1</sub>)= probabilidade do parâmetro de inclinação da reta; \* = significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t; Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas dentro de cada dose de hidrogel compara doses de nitrogênio e letras maiúsculas compara doses de hidrogel, constituindo grupo estatisticamente homogêneo pelo modelo Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** VI Seminário de Inovação e Tecnologia

Tabela 2. Regressão na estimativa da dose ideal de nitrogênio à elaboração de grãos e expectativa de produtividade, nas condições de uso de hidrogel no sistema soja/trigo.

Hidrogel (kg ha <sup>-1</sup> )	$y = b_0 \pm b_1x \pm b_2x^2$	R <sup>2</sup> (%)	P (bx <sup>n</sup> )	N <sub>ideal</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Y <sub>E</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )
Ano 2014					
0	PG = 1355 + 17,64x - 0,08x <sup>2</sup>	99	*	110	2327
	PB = 6695 + 33,82x	99	*		10415
30	PG = 1722 + 7,65x	92	*	-	-
	PB = 7948 + 23,83x	97	*		-
60	PG = 1475 + 8,97x	93	*	-	-
	PB = 7114 + 29,31x	99	*		-
120	PG = 1268 + 15,99x - 0,07x <sup>2</sup>	98	*	114	2181
	PB = 6025 + 25,81x	99	*		8967
Ano 2015					
0	PG = 1456 + 37,06x - 0,2x <sup>2</sup>	98	*	93	3173
	PB = 6601 + 34x	98	*		9856
30	PG = 1812 + 13,43x	77	*	-	-
	PB = 6650 + 38,45x	90	*		-
60	PG = 2145 + 10,35x	93	*	-	-
	PB = 7739 + 30,89x	97	*		-
120	PG = 1984 + 28,59x - 0,17x <sup>2</sup>	97	*	84	3186
	PB = 8286 + 35,42x	99	*		11261

PG= produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>); PB= produtividade de biológica (kg ha<sup>-1</sup>); R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; P(bx<sup>n</sup>)= probabilidade do parâmetro de inclinação; \*=Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t; N<sub>ideal</sub>= Dose ideal de nitrogênio estimada pela equação de regressão da produtividade de grãos; Y<sub>E</sub>= valores estimados pela dose ideal de nitrogênio na expressão do PG e PB.