

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

O BIOPOLÍMERO HIDROGEL NA EFICIÊNCIA DE APROVEITAMENTO DO NITROGÊNIO A EXPRESSÃO DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRIGO¹
THE HYDROGEL BIOPOLYMER IN THE EFFICIENCY OF NITROGEN USE
THE EXPRESSION OF WHEAT GRAIN PRODUCTIVITY

Claudia Vanessa Argenta², Natiane Carolina Ferrari Basso³, Ester Mafalda Matter⁴, Janiele Schmidt Corso⁵, Leonardo Norbert⁶, José Antonio Gonzalez Da Silva⁷

¹ Pesquisa institucional desenvolvida no Departamento de Estudos Agrários-DEAg/UNIJUI

² Estudante de Agronomia/bolsista PIBIC/UNIJUI, DEAg/Unijuí, claudia_argenta@yahoo.com.

³ Estudante de Agronomia/bolsista PIBITI/UNIJUI, DEAg/Unijuí, natianeferrari@gmail.com

⁴ Estudante de Agronomia/bolsista PIBIC/CNPq, DEAg/Unijuí, estermafaldamatter@gmail.com

⁵ Estudante de Agronomia/bolsista PIBIC/CNPq, janielecorso@outlook.com

⁶ Estudante de Agronomia/bolsista PROBIC/FAPERGS, DEAg, norbert.leonardo6@gmail.com

⁷ Professor Orientador, DEAg/UNIJUI, jagsfaem@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos principais cereais produzidos mundialmente, principalmente, pela grande demanda de produtos provenientes de sua farinha (FAO., 2018; VANCINI et al., 2019). Para alcançar altas produtividades com viabilidade econômica, a adubação do solo e a nutrição adequada da planta de trigo são essenciais, pois por ser uma gramínea exige um manejo adequado do N-fertilizante. No entanto, este nutriente mostra grande complexidade de ação no ambiente, sendo facilmente lixiviado em anos chuvosos e volatilizado em anos secos, aumentando os custos de produção e gerando poluição ambiental (SILVA et al., 2015; MAMANN et al., 2017). Nesse sentido, uma maneira de melhorar a absorção de nitrogênio pelas plantas é a manutenção da umidade do solo, que pode ser mantida através dos polímeros hidrorretentores ou hidrogéis que são redes poliméricas tridimensionais biodegradáveis, capaz de reter e disponibilizar água para as plantas por períodos prolongados e reduzir a lixiviação de nutrientes (ARENHARDT et al., 2015). Nesta perspectiva, o uso do hidrogel pode representar uma tecnologia para regular a disponibilidade de água no solo, favorecendo a eficiência na absorção de nitrogênio, melhorando a sua disponibilidade para a planta e contribuindo com a sustentabilidade. O objetivo do estudo foi analisar a eficiência de uso de nitrogênio no trigo pelo biopolímero hidrogel, definindo a dose ideal da combinação hidrogel e nitrogênio à máxima produtividade de grãos, em sistemas de sucessão de alta e reduzida liberação de N-residual.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido a campo nos anos agrícolas de 2017 e 2018 no município de Augusto Pestana, RS. O experimento foi conduzido no sistema soja/trigo e milho/trigo, em delineamento experimental 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⁻¹ e doses de N-fertilizante nos níveis 0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹, com o uso da cultivar de trigo TEC 10. Na semeadura, destaca-se a

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

aplicação das diferentes doses de hidrogel propostas no estudo, que foi incluído junto à semente de trigo, estando no solo na mesma profundidade e linha de cultivo. A variável analisada foi a produtividade de grãos, obtida pelo corte de três linhas centrais de cada parcela no estágio de maturidade de colheita. Foi realizada análise de variância para detecção dos efeitos principais e de interação e de médias pelo modelo de Scott e Knott. O ajuste da dose combinada de hidrogel e nitrogênio, foi realizada através da análise de regressão por superfície de resposta. Para estas determinações foi empregado o programa computacional Genes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise da fonte de variação ano, dose de nitrogênio e dose de hidrogel, os efeitos principais e de interação foram significativos (dados não apresentados). Portanto, as tabelas estão apresentadas de forma a desdobrar os efeitos desta interação. Na Tabela 1, de médias no sistema soja/trigo em 2017, a maior produtividade de grãos foi obtida nas combinações hidrogel/nitrogênio de 30/120 kg ha⁻¹ e 60/120 kg ha⁻¹, respectivamente. Em 2018 neste sistema, estas mesmas combinações evidenciaram maior expressão de produtividade de grãos. Portanto, independente do ano agrícola, foram os pontos de combinação com maior efetividade na eficiência de uso do nitrogênio sobre a produtividade de grãos. Ao avaliar o sistema milho/trigo o mesmo sucede-se, em 2017, a maior produtividade de grãos foi obtida nas combinações hidrogel/nitrogênio de 30/120 kg ha⁻¹ e 60/120 kg ha⁻¹, respectivamente. Em 2018, neste sistema, as mesmas combinações de hidrogel e nitrogênio promoveram maior expressão de produtividade de grãos. Nesta perspectiva, verifica-se que independente do sistema de sucessão e ano agrícola, o uso de hidrogel com 30 e 60 kg ha⁻¹ junto a dose mais elevada de N-fertilizante, promoveram maior expressão da produtividade de grãos de trigo.

Tabela 1. Médias de produtividade de grãos em trigo sob doses de hidrogel e nitrogênio.

Hidrogel (kg ha ⁻¹)	Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Sistema soja/trigo		Sistema milho/trigo	
		2017	2018	2017	2018
0	0	1350 g	1413 f	559 h	1201 d
	30	1830 e	2504 d	1190 e	1745 c
	60	2128 c	2886 b	1412 d	2090 b
	120	2373 b	3084 b	1602 c	2292 b
30	0	1630 f	1405 f	678 g	1313 d
	30	1972 d	2696 c	1201 e	1670 c
	60	2334 b	2708 c	1353 d	2031 b
	120	2557 a	3258 a	1985 a	2662 a
60	0	1366 g	1994 e	664 g	1421 d
	30	1783 e	2562 d	1228 e	1940 b
	60	2174 c	2904 b	1243 e	2185 b
	120	2462 a	3290 a	1852 a	2449 a
120	0	1292 g	1940 e	710 g	1377 d
	30	1618 f	2809 c	1029 f	1583 c
	60	2007 d	2998 b	1191 e	2177 b
	120	2107 c	2981 b	1621 c	2266 b

Médias seguidas pelas mesmas letras constituem grupo estatisticamente homogêneo pelo modelo de Skott-Knott em 5% de probabilidade de erro

Na Tabela 2, estão apresentadas as equações que descrevem o comportamento e expectativa de produtividade com a obtenção da dose ideal de nitrogênio em cada condição de hidrogel e dose ótima de hidrogel em cada condição de uso de nitrogênio. No sistema soja/trigo em 2017, a dose 0 e 120 kg ha⁻¹ de hidrogel mostrou comportamento quadrático pelo incremento das doses de N-

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

fertilizante, com máximo uso em 110 e 114 kg ha⁻¹, respectivamente. Em 2018, a dose 0 e 120 kg ha⁻¹ de hidrogel também evidenciou comportamento quadrático, com dose ótima em 93 e 94 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. Por outro lado, as doses de 30 e 60 kg ha⁻¹ de hidrogel, foi observado comportamento linear, promovendo continuidade de aproveitamento do nutriente, não atingindo ponto de estabilidade. Desta forma, para estimativa da produtividade de grãos, foi considerada a dose padrão (sem uso de hidrogel) para comparação dos tratamentos com presença do biopolímero. Portanto, no sistema soja/trigo em 2017, a inclusão de 110 kg ha⁻¹ de nitrogênio no modelo de regressão linear, mostrou que a dose de 30 kg ha⁻¹ do biopolímero promoveu a mais expressiva produtividade estimada com menor uso do nitrogênio. Desse modo, as doses de hidrogel em cada condição de N-fertilizante indicou comportamento quadrático, sendo que a dose ótima do biopolímero, independente da dose de N-fertilizante fornecido, variou entre 30 e 50 kg ha⁻¹. Independente da dose do biopolímero, houve incremento da produtividade de grãos pelo aumento da fertilização com nitrogênio. No ano de 2018 no sistema soja/trigo, as doses de 0, 30 e 60 kg ha⁻¹ de N-fertilizante não mostraram variação da produtividade de grãos pelo incremento do uso de hidrogel. Este fato pode ser explicado pelo maior volume e distribuição de chuvas em 2018, principalmente na fase vegetativa, inviabilizando a ação do biopolímero pelo excesso de umidade do solo. Por outro lado, a dose de nitrogênio com 120 kg ha⁻¹ mostrou equação significativa de comportamento quadrático pelas doses de hidrogel, com dose ótima em 55 kg ha⁻¹, similar aos resultados obtidos em 2017.

Tabela 2. Equação de regressão e seus parâmetros na estimativa da dose ideal de nitrogênio e hidrogel à produtividade de grãos (PG) no sistema de cultivo soja/trigo.

Hidrogel (kg ha ⁻¹)	Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	PG=b ₀ + b ₁ x+b ₂ x ²	P (b ₁ x ²)	Dose ideal (kg ha ⁻¹)	PG _E (kg ha ⁻¹)
sistema soja/trigo					
2017					
0	-	1355 + 17,64x - 0,08x ²	*	110	2327
30	-	1722 + 7,65x	*	(110)	2564
60	-	1475 + 8,97x	*	(110)	2462
120	-	1268 + 15,99x - 0,07x ²	*	114	2181
-	0	1407+3,61x-0,04x ²	*	45	1488
-	30	1863+1,82x-0,03x ²	*	30	1891
-	60	2162+4,00x-0,04x ²	*	50	2262
-	120	2392+6,28x-0,07x ²	*	45	2533
2018					
0	-	1456 + 37,06x - 0,2x ²	*	93	3173
30	-	1812 + 13,43x	*	(93)	3061
60	-	2145 + 10,35x	*	(93)	3108
120	-	1981 + 28,29x - 0,15x ²	*	94	3315
-	0	1421+5,09x	ns	-	-
-	30	2532+2,11x	ns	-	-
-	60	2796+1,48x	ns	-	-
-	120	3085+7,68x-0,07x ²	*	55	3296

P(b₁x²)= probabilidade do parâmetro de inclinação; *= significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t; ns= não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t; ()= valor da dose ótima de nitrogênio do tratamento padrão de hidrogel em equações lineares à estimativa da produtividade de grãos; PG_E= produtividade de grãos estimada

No sistema milho/trigo, em 2018, (Tabela 3) foi observado comportamento linear pelo incremento de N-fertilizante em cada dose de hidrogel. Neste ano, a adição de hidrogel com 30 e 60 kg ha⁻¹ proporcionou os melhores desempenhos, com 10,35 e 9,13 kg ha⁻¹ de grãos por quilograma de nitrogênio fornecido, respectivamente. Em 2018, a maior expressão de produtividade foi obtido com 30 kg ha⁻¹ de hidrogel, com 11,23 kg ha⁻¹ de grãos por quilograma de nitrogênio. Em 2017, os

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

pontos de 30 e 120 kg ha⁻¹ de N-fertilizante indicaram comportamento quadrático pelo uso do hidrogel, com dose ótima em 35 e 55 kg ha⁻¹, respectivamente. Em 2018 este mesmo comportamento foi observado em 30 e 120 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, com hidrogel em 55 e 30 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 3. Equação de regressão e seus parâmetros na estimativa da dose ideal de nitrogênio e hidrogel à produtividade de grãos (PG) no sistema de cultivo milho/trigo.

Hidrogel (kg ha ⁻¹)	Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	PG=b ₀ + b ₁ x+b ₂ x ²	P (b ₂ x ²)	Dose ideal (kg ha ⁻¹)	PG _E (kg ha ⁻¹)
sistema milho/trigo					
2017					
0	-	773 + 7,95x	*	-	-
30	-	761 + 10,35x	*	-	-
60	-	768 + 9,13x	*	-	-
120	-	752 + 7,36x	*	-	-
-	0	597+1,05x	ns	-	-
-	30	1182+2,10x-0,03x ²	*	35	1219
-	60	1399-1,88x	ns	-	-
-	120	1646+9,91x-0,09x ²	*	55	1919
2018					
0	-	1378 + 8,64x	*	-	-
30	-	1330 + 11,23x	*	-	-
60	-	1576 + 8,05x	*	-	-
120	-	1442 + 7,79x	*	-	-
-	0	1194+5,59x-0,03x ²	ns	-	-
-	30	1693+5,5x-0,05x ²	*	55	1844
-	60	2068+1,00x	ns	-	-
-	120	2530+2,42x-0,04x ²	*	30	2567

P(b₂x²)= probabilidade do parâmetro de inclinação; * = significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t; ns= não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t; (-)= valor da dose ótima de nitrogênio do tratamento padrão de hidrogel em equações lineares à estimativa da produtividade de grãos; PG_E= produtividade de grãos estimada

Na simulação da dose ideal da combinação hidrogel e nitrogênio pelo modelo de superfície de resposta, fez-se a dedução por derivada parcial da produtividade de grãos de trigo. A Figura 2A, do sistema soja/trigo em 2017, mostra que a dose ótima de hidrogel e nitrogênio foi de 52 e 98 kg ha⁻¹, respectivamente, numa produtividade de grãos esperada de 2758 kg ha⁻¹. No ano de 2018 (Figura 2B) a combinação ótima foi de 64 e 88 kg ha⁻¹ de hidrogel e nitrogênio, respectivamente, com estimativa de 3620 kg ha⁻¹ de grãos. Na Figura 2C, no sistema milho/trigo em 2017, a dose ótima de hidrogel e nitrogênio foram de 40 e 120 kg ha⁻¹, respectivamente, numa produtividade de grãos de 1907 kg ha⁻¹. No ano de 2018 (Figura 2D), a combinação ideal de hidrogel e nitrogênio foi de 48 e 109 kg ha⁻¹, respectivamente, com produtividade estimada de 2739 kg ha⁻¹. A produtividade de grãos em 2018 foi superior a 2017 e com dose ótima de hidrogel também mais elevada do que 2017. Embora 2018 seja necessária dose mais elevada de hidrogel, a dose ótima de fornecimento de nitrogênio foi reduzido, fato explicado pela melhor distribuição de chuvas e temperaturas máximas mais amenas, qualificando o aproveitamento de uso de nitrogênio pelo trigo (Figura 2). Contudo, ainda é válido ressaltar que o custo do hidrogel é de 18,00 reais o Kg, considerando a utilização de doses elevadas desse produto o mesmo pode não ser viável ao produtor.

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

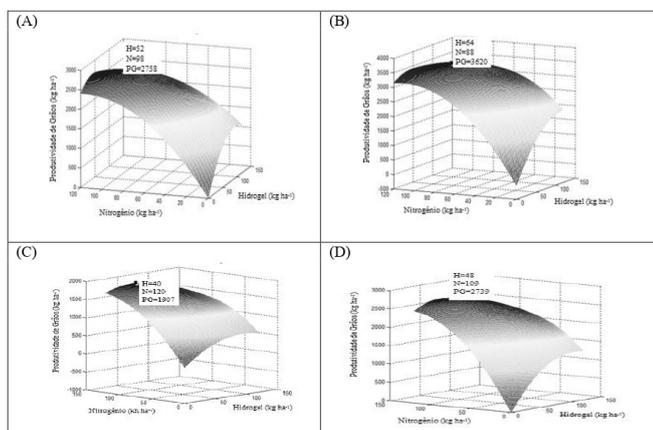


Figura 1 – Otimização do uso combinado de nitrogênio e hidrogel nas condições de ano e sistema de sucessão. (A) soja/trigo, 2017; (B) soja/trigo, 2018; (C) milho/trigo, 2017; (D) milho/trigo, 2018; H= hidrogel (kg ha⁻¹); N= nitrogênio (kg ha⁻¹); PG= produtividade de grãos (kg ha⁻¹)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O biopolímero hidrogel aumenta a eficiência de uso de nitrogênio na produtividade de grãos de trigo nos sistemas de sucessão. A utilização do produto vem a somar-se como uma nova tecnologia no manejo da cultura do trigo, porém, o elevado custo do biopolímero inviabiliza seu uso. Uma condição que indica avanços da pesquisa para tornar o produto mais sustentável economicamente.

Palavras chave: *Triticum aestivum*, superfície de resposta, inovação, sustentabilidade.

Keywords: *Triticum aestivum*, response surface, innovation, sustainability.

REFERÊNCIAS

ARENHARDT, E. G. et al. The nitrogen supply in wheat cultivation dependent on weather conditions and succession system in southern Brazil. **African Journal of Agricultural Research**. 10:4322-4330, 2015.

FAO. World cereal production forecast raised slightly from July but still down sharply from last year; stocks lowered further. 2018. Available at: . Acesso em julho de 2019.

MAMANN, A. T. W. et al. The combination of hydrogel and nitrogen in wheat grain productivity; **International Journal of Development Research** Vol. 07, Issue, 06, pp.13088-13094, June, 2017.

TODESCHINI, M. H. et al. Nitrogen use efficiency in modern wheat cultivars. **Bragantia**, 75:351-361, 2016.

VANCINI, C. et al. Impacto dos alelos de gluteninas de alto peso molecular sobre a qualidade tecnológica de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, 2019.