

## A EFICIÊNCIA AGRONÔMICA E TÉCNICA DO NITROGÊNIO EM AVEIA NA PRODUTIVIDADE DE PALHA E GRÃOS E DE INDÚSTRIA

Jean Vitor Tisott<sup>1</sup>, Cristhian Milbradt Babeski<sup>2</sup>, Ester Mafalda Matter<sup>3</sup>, Cláudia Vanessa Argenta<sup>4</sup>, Juliana Aozane da Rosa<sup>5</sup>, José Antonio Gonzales da Silva<sup>6</sup>

1. Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBIC/UNIJUI
2. Estudante do curso de Agronomia, bolsista MCTIC/CNPq
3. Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBITI/CNPq
4. Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBIC/CNPq
5. Doutoranda em Modelagem Matemática e Computacional UNIJUI
6. Professor do curso de agronomia UNIJUI

### Resumo

O manejo inadequado do nutriente tem sido um dos fatores que mais impactam a produtividade e na qualidade de grãos, tornando o processo pouco sustentável. Os objetivos do estudo são definir a eficiência agronômica e estimativa da máxima eficiência técnica do nutriente sobre a produtividade de grãos, e pela dose ótima, simular a expressão de produtividade de palha e de indústria. Foram utilizadas 4 doses de N-fertilizante (0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) e cultivares de aveia (Barbarasul e Brisasul). De modo geral a produtividade de grãos, palha e indústria, apresentam eficiência agronômica de 13,5, 21,5, e 5,7 kg ha<sup>-1</sup> por quilo de nitrogênio fornecido, respectivamente. Independente de ano agrícola, a máxima eficiência técnica de nitrogênio à produtividade de grãos é de 97 kg ha<sup>-1</sup>, com expectativa média de grãos de 3605 kg ha<sup>-1</sup>. A dose ótima de nitrogênio à produtividade de grãos mostra simulações de produtividade de palha e de indústria de grande variação pelo ano agrícola. A dose de 107 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio fornece de modo geral, uma expectativa de 6889 kg ha<sup>-1</sup> de palha e 1360 kg ha<sup>-1</sup> de produtividade industrial de grãos de aveia.

**Palavras-chave:** *Avena sativa*; fertilizante; sustentabilidade.

### Introdução

Para máxima expressão da produtividade e qualidade de grãos de aveia, avanços devem ser obtidos na melhoria da eficiência de absorção e uso do nitrogênio (SCREMIN et al., 2017). O manejo inadequado do nutriente tem sido um dos fatores que mais impactam a produtividade e a qualidade de grãos, tornando o processo pouco sustentável (ROMITTI et al., 2017). As condições meteorológicas influenciam diretamente sobre as perdas do nitrogênio, seja por lixiviação do nitrato ou volatilização da amônia, alterando a capacidade de absorção e uso pela planta (MAMANN et al., 2020). Além disso, quando aplicadas pequenas doses limitam a produtividade, e doses elevadas podem não serem absorvidas pela capacidade genética da cultivar, sendo o excedente liberado ao ambiente, e também promover o acamamento de plantas dificultando a colheita, com prejuízos na produtividade e qualidade dos grãos (MAROLLI et al., 2018). Há necessidade de avanços no desenvolvimento de estratégias que promovam melhor aproveitamento do nitrogênio em aveia, agregando eficiência com menor impacto ambiental (ARENHARDT et al., 2017). A eficiência agronômica da relação insumo fornecido e produto obtido e a eficiência técnica para estimativa da dose ótima do nutriente podem auxiliar na tomada de decisões na promoção de processos mais sustentáveis no manejo do nitrogênio na produtividade de palha, grãos e de indústria de processamento da aveia. Os objetivos do estudo são definir a eficiência agronômica e estimativa da máxima eficiência técnica do nutriente sobre a produtividade de grãos, e pela dose ótima, simular a expressão de produtividade de palha e de indústria em distintas condições de ano agrícola em sistema milho/aveia.

### Metodologia

O estudo foi desenvolvido a campo de 2011 a 2016, em Augusto Pestana, RS, Brasil. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, em sistema milho/aveia, em fatorial 4 x 2 nas doses de N-fertilizante (0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) e cultivares de aveia (Barbarasul e Brisasul). A parcela foi constituída de 5 linhas com 5 metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,20 m, formando 5 m<sup>2</sup>. A densidade populacional de 400 sementes viáveis por m<sup>2</sup>. A adubação de N-fertilizante foi realizada no estágio fenológico de quarta folha visível (V<sub>4</sub>), com a fonte ureia. A produtividade de grãos (PG, kg ha<sup>-1</sup>) foi obtida pelo corte das três linhas centrais de cada parcela, convertido para kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade de palha (PP, kg ha<sup>-1</sup>) foi obtida pela subtração produtividade biológica e de grãos (PP=PB-PG). Para os indicadores de qualidade industrial, foram mensuradas as seguintes variáveis: número de grãos maior que dois milímetros, índice de

descasque e produtividade industrial. Os dados foram submetidos a análise de regressão linear para estimativa da eficiência agrônômica em função da adubação nitrogenada. Também submetidos a análise de regressão quadrática, na elaboração de equações que permitiram estimar a máxima eficiência técnica da aveia pelo uso de nitrogênio na análise conjunta e individual de ano agrícola. As doses ótimas de nitrogênio eficiência técnica foram utilizadas para simular a produtividade de palha e de indústria. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software GENES.

### Resultados e Discussão

A tabela 1 mostra nos anos favoráveis de 2011 e 2013 indicaram concomitantemente valores mais expressivos de coeficiente angular, ao redor de 16 kg de produtividade de grãos por quilograma de nitrogênio fornecido, com valores de intercepto ao redor de 2300 kg de grãos. Se evidencia redução da eficiência agrônômica de produtividade de grãos na condição desfavorável de cultivo. Na expressão da produtividade de palha os anos intermediários de 2015 e 2016 mostraram as mais expressivas taxas de produtividade de palha, com 36 kg ha<sup>-1</sup> e 29,4 kg ha<sup>-1</sup> de palha por quilograma de nitrogênio fornecido. Destaca-se que em anos favoráveis a máxima produtividade de grãos nem sempre gera favorecimento da produtividade de palha, indicando que existe um valor mínimo de palha que, a partir daí, sejam os fotoassimilados potencialmente direcionados aos componentes de produtividade. De modo geral, independente da condição de agrícola, a taxa de variação da produtividade de palha apresenta uma amplitude de 10,7 a 36,0, com uma tendência média de eficiência agrônômica ao redor de 21,5 kg ha<sup>-1</sup> de palha por quilograma de nitrogênio fornecido, com uma expectativa média inicial de 4417 kg ha<sup>-1</sup> de palha. Na análise da produtividade de indústria se verifica que os anos favoráveis de cultivo mostraram eficiência agrônômica variando de 6,7 kg ha<sup>-1</sup> a 8,3 kg ha<sup>-1</sup> de produtividade de indústria por quilograma de nitrogênio fornecido. Destaca-se a reduzida produtividade de indústria no ano de 2016 e a mais baixa eficiência obtida. Embora seja um ano intermediário para produtividade de grãos, as condições de ano agrícola modificaram a estrutura do grão frente a sua dimensão, o que pode estar ligado a redução de grãos maiores que 2 mm, reduzindo a produtividade de indústria. De modo geral, independente da condição de ano, a eficiência agrônômica da produtividade de indústria mostrou uma eficiência de 5,7 kg ha<sup>-1</sup> por quilograma de nitrogênio fornecido.

Tabela 1. Equação da eficiência agrônômica e valores médios da produtividade e qualidade industrial e nutricional de grãos de aveia em distintos anos de cultivo no sistema milho/aveia

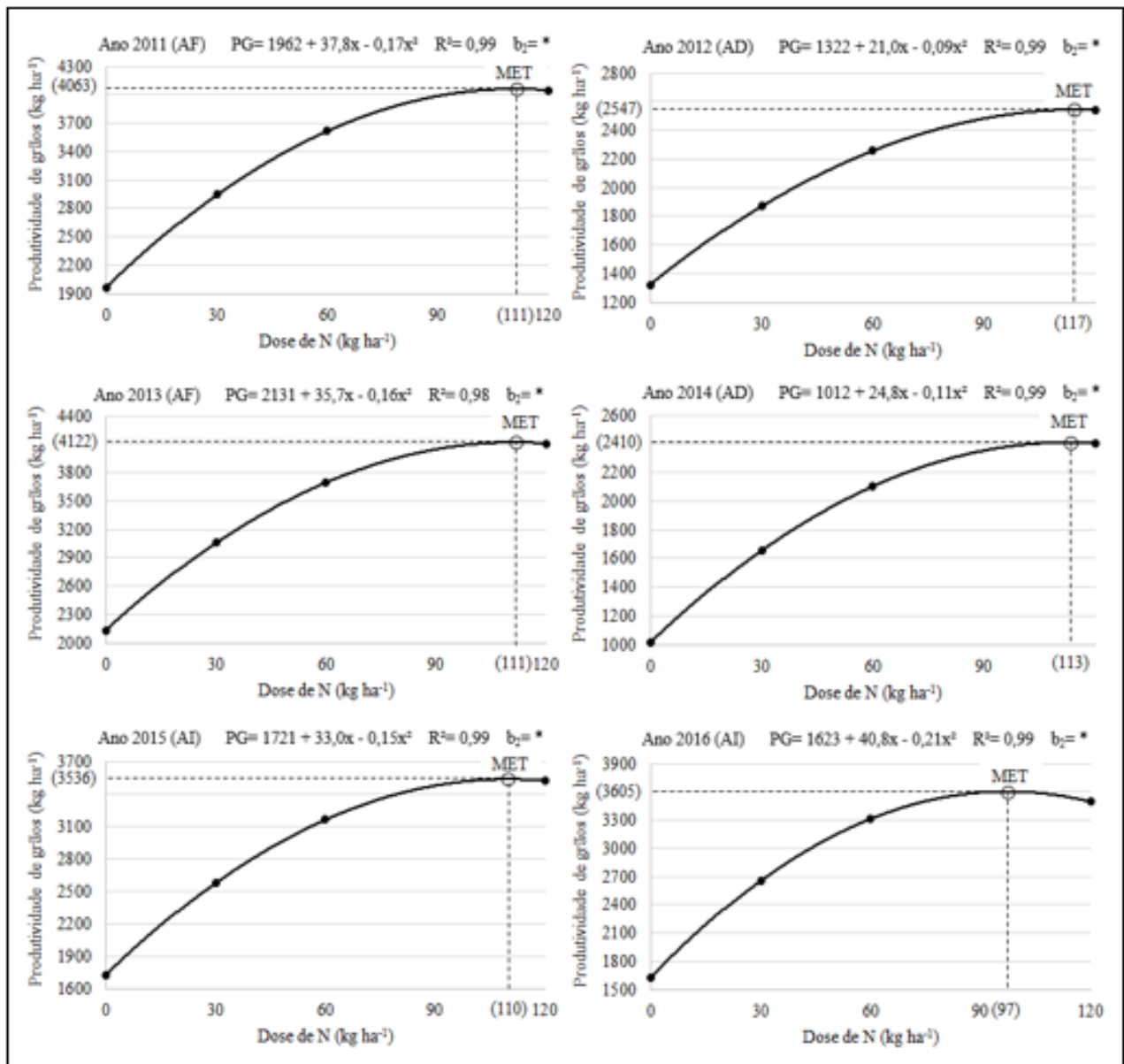
y	Ano	Valores médios / dose N (kg ha <sup>-1</sup> )				$\bar{y}$	Equação $y=b_0+b_1x$	P (b <sub>1</sub> x)	R <sup>2</sup>
		0	30	60	120				
Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	2011 (AF)	1956	2956	3590	3984	3122 a	2277 + 16,1x	*	87
	2012 (AD)	1313	1893	2229	2499	1984 c	1491 + 9,40x	*	88
	2013 (AF)	2100	3144	3650	4183	3269 a	2411 + 16,3x	*	89
	2014 (AD)	1020	1631	2097	2313	1765 d	1221 + 10,3x	*	86
	2015 (AI)	1729	2552	3167	3479	2732 b	1996 + 14,0x	*	86
	2016 (AI)	1647	2598	3371	3512	2782 b	1999 + 14,9x	*	80
	$\bar{x}$	1628 C	2462 B	3017 A	3328 A	2609	1900 + 13,5x	*	86
Produtividade de palha (kg ha <sup>-1</sup> )	2011 (AF)	4236	4344	5146	5424	4788 b	4223 + 10,7x	*	88
	2012 (AD)	2885	4566	4640	5958	4512 c	3293 + 23,2x	*	89
	2013 (AF)	3622	4164	5077	5756	4655 b	3703 + 18,1x	*	96
	2014 (AD)	3909	4285	5002	5307	4626 b	3998 + 11,9x	ns	91
	2015 (AI)	5273	7098	7729	9805	7476 a	5587 + 36,0x	*	97
	2016 (AI)	5639	7061	6854	9411	7241 a	5696 + 29,4x	*	91
	$\bar{x}$	4261 D	5253 C	5741 B	6943 A	5550	4417 + 21,5x	*	98
Produtividade de indústria (kg ha <sup>-1</sup> )	2011 (AF)	664	948	1620	1627	1215 b	777 + 8,3x	*	77
	2012 (AD)	735	1089	1273	1380	1119 b	855 + 5,0x	*	82
	2013 (AF)	1032	1357	1683	1862	1483 a	1126 + 6,8x	*	90
	2014 (AD)	511	848	1156	1336	963 c	610 + 6,7x	*	90
	2015 (AI)	707	1099	1368	1371	1136 b	863 + 5,2x	*	72
	2016 (AI)	215	378	427	486	377 d	268 + 2,0x	*	82
	$\bar{x}$	644 C	953 B	1255 A	1344 A	1049	750 + 5,7x	*	85

AF= ano favorável; AD= ano desfavorável; AI= ano intermediário; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; P(b<sub>1</sub>x)= probabilidade do parâmetro de inclinação da reta; \* = significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t; ns= não significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t; Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, constituem grupo estatisticamente homogêneo pelo modelo de Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Fonte: a autora (2019).

Na Figura 1, está apresentada a estimativa da máxima eficiência técnica de uso do nitrogênio da principal variável de interesse, ou seja, a produtividade de grãos, em sistema milho/aveia. Nesta perspectiva, independente da condição de ano agrícola as máximas eficiências técnicas se mostraram similares, com valores

entre 97 kg ha<sup>-1</sup> a 117 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Contudo, a eficiência pelo insumo nas condições de ano agrícola fortemente alterada, indicando a importância das relações ambientais no uso de nitrogênio para a planta de aveia à elaboração da produtividade.

Figura 1. Comportamento da produtividade de grãos de aveia e sua máxima eficiência técnica de uso do nitrogênio no sistema milho/aveia.



AF= ano favorável; AI= ano intermediário; AD= ano desfavorável; MET= máxima eficiência técnica; PG= produtividade de grãos. Fonte: a autora (2019).

Na Tabela 2, as doses de nitrogênio determinadas pela máxima eficiência técnica da produtividade de grãos estabelecida por condição de ano agrícola, foram utilizadas para estimativa da expressão da produtividade de palha e produtividade de indústria. Nesta perspectiva, a máxima eficiência técnica de uso do nitrogênio para produtividade de grãos, independente da condição de ano agrícola, é alcançado com uma dose de 107 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Portanto, de modo geral, a produtividade de palha com o uso de 107 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio tem uma expectativa de 6889 kg ha<sup>-1</sup> e de 1360 kg ha<sup>-1</sup> de produtividade industrial de grãos.

Tabela 2. Equação da eficiência técnica de uso do nitrogênio para produtividade de grãos e estimativa da qualidade industrial e nutricional da aveia no sistema milho/aveia.

Y	Ano	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	P( $b_1x$ )	R <sup>2</sup>	$X_{ideal}$	$Y_E$
PP (kg ha <sup>-1</sup> )	2011 (AF)	4223 + 10,7x	*	88	111	5411
	2012 (AD)	3293 + 23,2x	*	89	117	6007
	2013 (AF)	3703 + 18,1x	*	96	111	5712
	2014 (AD)	3998 + 11,9x	ns	91	113	5343
	2015 (AI)	5587 + 45,5x	*	98	110	5742
	2016 (AI)	5696 + 29,4x	*	91	97	8548
	$\bar{x}$		4417 + 23,1x	*	98	107
PI (kg ha <sup>-1</sup> )	2011 (AF)	777 + 8,3x	*	77	111	1698
	2012 (AD)	855 + 5,0x	*	82	117	1440
	2013 (AF)	1126 + 6,8x	*	90	111	1881
	2014 (AD)	610 + 6,7x	*	90	113	1367
	2015 (AI)	863 + 5,2x	*	72	110	1435
	2016 (AI)	268 + 2,0x	*	82	97	462
	$\bar{x}$		750 + 5,7x	*	85	107

PG= produtividade de grãos; PP= produtividade de palha; PI= produtividade industrial; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; P( $b_1x$ )= probabilidade do parâmetro de inclinação da reta;  $X_{ideal}$  = dose de nitrogênio pela máxima eficiência técnica;  $y_E$ = valor estimado pela dose dada pela máxima eficiência técnica; \*= significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ns= não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F. Fonte: a autora (2019).

### Conclusões

De modo geral a produtividade de grãos, palha e indústria, apresentam eficiência agrônômica de 13,5, 21,5, e 5,7 kg ha<sup>-1</sup> por quilo de nitrogênio fornecido, respectivamente. Independente de ano agrícola, a máxima eficiência técnica de nitrogênio à produtividade de grãos é de 97 kg ha<sup>-1</sup>, com expectativa média de grãos de 3605 kg ha<sup>-1</sup>. A dose ótima de nitrogênio à produtividade de grãos mostra simulações de produtividade de palha e de indústria de grande variação pelo ano agrícola. A dose de 107 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio fornece de modo geral, uma expectativa de 6889 kg ha<sup>-1</sup> de palha e 1360 kg ha<sup>-1</sup> de produtividade industrial de grãos de aveia.

### Referências bibliográficas

- Arenhardt, E. G.; Silva, J. A. G.; Arenhardt, L. G.; Silva, D. R.; Gzregorczick, M. E.; Ceolin, G. P.; Figueiredo, R. G.; Oliveira, A. C. Technical and agronomic efficiency of oat cultivars as a function of nitrogen availability. *Científica*, v.45, p.257-270, 2017.
- Mamann, A. T. W. de; Silva, J. A. G. da; Scremin, O. B.; Trautmann, A. P. B.; Argenta, C. V.; Matter, E. M. Diffuse system simulating wheat productivity by nitrogen and temperature in the use of biopolymers. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.24, p.289-298, 2020.
- Marolli, A.; Silva, J. A. G. da; Sawicki, S.; Binelo, M. O.; Scremin, A. H.; Reginatto, D. C.; Dornelles, E. F.; Lambrecht, D. M. A simulação da biomassa de aveia por elementos climáticos, nitrogênio e regulador de crescimento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (Online)*, v. 70, p. 535-544, 2018.
- Romitti, M. V.; Dornelles, E. F.; Silva, J. A. G.; Marolli, A.; Mantai, R. D.; Scremin, O. B.; Arenhardt, E. G.; Brezolin, A. P.; Reginatto, D. C.; Scremin, A. H.; Lima, A. R. C.; Silva, D. R. The sowing density on oat productivity indicators. *African Journal of Agricultural Research*, v.12, p.905-915, 2017.
- Scremin, O. B.; Silva, J. A. G. da; Mamann, A. T. W., Mantai, R. D.; Brezolin, A. P.; Marolli, A. Nitrogen efficiency in oat yield through the biopolymer hydrogel. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.21, p.379-385, 2017.