



Evento: XI Seminário de Inovação e Tecnologia

A EFICIÊNCIA TÉCNICA E AGRONÔMICA DO NITROGÊNIO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE GRÃOS DE AVEIA¹

THE TECHNICAL AND AGRONOMIC EFFICIENCY OF NITROGEN IN OAT GRAIN
PRODUCTIVITY AND QUALITY

**Lisa Brönstrup Heusner², Lara Laís Schünemann³, Natália Guiotto Zardin⁴, Natiane
Carolina Ferrari Basso⁵, Juliana Aozane da Rosa⁶, José Antonio Gonzalez da Silva⁷**

¹ Projeto de pesquisa desenvolvido na UNIJUÍ;

² Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBITI/CNPq;

³ Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBIC/CNPq;

⁴ Estudante do curso de Agronomia, bolsista PIBIC/CNPq;

⁵ Mestranda em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, UNIJUÍ;

⁶ Doutoranda em Modelagem Matemática e Computacional, UNIJUÍ;

⁷ Professor do curso de Agronomia, UNIJUÍ.

RESUMO

A eficiência do nitrogênio em aveia é fundamental na produtividade e qualidade de grãos. O objetivo do estudo é definir a eficiência agronômica e técnica do nitrogênio e pela dose ótima da produtividade de grãos simular a produtividade industrial e proteína em grãos de aveia. O estudo foi conduzido em Augusto Pestana, RS, Brasil, de 2011 a 2016, em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições em fatorial 4x2 para doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) e cultivares de aveia (Barbarasul e Brisasul) em sistema soja/aveia. O nitrogênio incrementa a produtividade de grãos, de indústria e a proteína total dos grãos, com eficiência agronômica de 7,8, e 3,3 kg ha⁻¹ e 0,10 g kg⁻¹, respectivamente. A dose de máxima eficiência técnica da produtividade de grãos é dependente das condições meteorológicas de cultivo.

Palavras-chave: *Avena sativa* L. elementos meteorológicos. sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é um nutriente essencial para expressão da produtividade e qualidade de grãos de aveia (Scremin et al., 2017). O nutriente, em condições meteorológicas desfavoráveis reduzem sua eficiência (Romitti et al., 2017). Há necessidade de estratégias que promovam melhor aproveitamento do nitrogênio em aveia, 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 na análise individual e conjunta dos anos agrícolas podem auxiliar em manejos mais sustentáveis em aveia. O objetivo do estudo é definir a eficiência agronômica e técnica do nitrogênio e pela dose ótima, simular a expressão da produtividade industrial e proteína em grãos de aveia em sistema soja/aveia.



METODOLOGIA

O estudo foi a campo de 2011 a 2016, em Augusto Pestana, RS. Cada parcela foi constituída de 5 linhas com 5 metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,20 m, formando 5 m². As semeaduras foram realizadas em junho com semeadora-adubadora, com densidade de 400 sementes viáveis m². O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, em fatorial 4 x 2 para Doses de N-fertilizante (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) e Cultivares de aveia (Barbarasul e Brisasul), respectivamente. A aplicação do fertilizante foi no estágio fenológico de quarta folha expandida, com a fonte ureia.

A produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) foi obtida pelo corte das três linhas centrais de cada parcela. Após as plantas foram trilhadas com colheitadeira e os grãos direcionados ao laboratório para correção da umidade para 13%. Foi determinado o número de grãos maiores que dois milímetros (NG>2mm, n), e o índice de descasque (ID, g g⁻¹). A produtividade industrial (PI, kg ha⁻¹) foi obtida pela fórmula $PI = PG \times (NG > 2mm / 100) \times ID$. A proteína total (PT, g kg⁻¹) foi obtida a partir de amostra de grãos não descascados direcionados a espectrofotometria do infravermelho proximal (NIRs).

Os dados foram submetidos a análise de variância (não apresentado) e análise de regressão para estimativa da eficiência agrônômica e técnica da aveia em função das doses de nitrogênio e simulação da produtividade de indústria e proteína total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das informações meteorológicas de temperatura do ar, precipitação e produtividade de grãos de aveia, foi promovido a classificação dos anos em favoráveis, desfavoráveis e intermediário de cultivo (não apresentado). Destaca-se que entre os fatores meteorológicos, a temperatura e a precipitação pluviométrica, são os que mais alteram a produtividade e a qualidade dos grãos de aveia, alterando a dinâmica de eficiência de aproveitamento de nitrogênio (KLINK et al., 2014). Em aveia, o ambiente favorável é descrito como aquele de precipitações pluviométricas de pequenos volumes adequadamente distribuídos durante o ciclo e com temperaturas amenas da fase vegetativa até o enchimento de grãos (MAROLLI et al., 2017).

A Tabela 2, traz a análise da eficiência agrônômica da relação quilograma de nitrogênio fornecido por quilograma de produto obtido. A eficiência agrônômica é obtida pelo coeficiente angular da equação linear, indicando a relação com que a variável de interesse responde por unidade de nitrogênio (MOLL et al., 1982). Nestas condições, a produtividade de grãos mostrou entre as condições de ano agrícola, uma amplitude de eficiência variando de 7,0 a 9,8 kg ha⁻¹ de grãos por quilograma de nitrogênio, uma tendência média de 7,8 desta relação. Na análise da produtividade de indústria (Tabela 2), a eficiência agrônômica pelo nitrogênio não evidenciou relação com o ano agrícola de cultivo, mostrando que o ano favorável de 2013 e o ano desfavorável de 2012, mostraram similar eficiência agrônômica de 5 kg ha⁻¹ de



produtividade industrial por quilograma de nitrogênio fornecido. Embora o ano de 2016 evidencie elevada eficiência agrônômica sobre a produtividade de grãos, mostrou a menor eficiência sobre a produtividade de indústria. Na expressão da proteína total (Tabela 2), os valores mais expressivos de eficiência agrônômica foram obtidos tanto em ano favorável (2011) como desfavorável (2012) e intermediário (2016) ao cultivo, indicando ausência de relação com o ano de cultivo.

Tabela 2. Equação da eficiência agrônômica e valores médios da produtividade e qualidade industrial e nutricional de grãos de aveia em distintos anos de cultivo.

Y	Ano	Valores médios / dose de N (kg ha ⁻¹)				\bar{y}	Equação $y=b_0+b_1x$	P (b ₁ x)	R ² (%)
		0	30	60	120				
PG (kg ha ⁻¹)	2011 (AF)	2989	3694	4124	3938	3686 a	3308 + 7,2x	*	75
	2012 (AD)	1745	2361	2751	2654	2378 c	2011 + 7,0x	*	82
	2013 (AF)	3036	3721	4174	3994	3731 a	3345 + 7,3 x	*	77
	2014 (AD)	1645	2132	2426	2522	2181 c	1820 + 7,0 x	*	90
	2015 (AI)	2746	3361	3825	3871	3451 b	2983 + 8,9x	*	96
	2016 (AI)	2461	3279	3884	3717	3335 b	2821 + 9,8x	*	82
\bar{y}		2437 C	3091 B	3531 A	3449 A	3127	2715 + 7,8x	*	87
PI (kg ha ⁻¹)	2011 (AF)	1109	1578	1698	1560	1486 b	1324 + 3,1x	*	87
	2012 (AD)	1037	1440	1665	1689	1458 b	1194 + 5,0x	*	73
	2013 (AF)	1504	1810	2169	2108	1898 a	1639 + 4,9x	*	88
	2014 (AD)	891	1100	1294	1393	1170 c	955 + 4,1x	*	89
	2015 (AI)	1098	1453	1701	1442	1424 b	1292 + 2,5x	*	77
	2016 (AI)	315	403	424	355	374 d	364 + 0,2x	**	70
\bar{y}		992 C	1297 B	1492 A	1425 A	1302	1128 + 3,3x	*	79
PB (g kg ⁻¹)	2011 (AF)	104,9	106,8	111,8	118,6	110,5 a	104,3 + 0,12x	*	98
	2012 (AD)	103,1	105,9	110,1	119,5	110,0 a	102,4 + 0,14x	*	99
	2013 (AF)	98,1	102,3	102,5	107,0	102,5 b	98,9 + 0,07x	*	94
	2014 (AD)	98,5	101,1	102,9	105,9	102,1 b	98,9 + 0,06x	**	98
	2015 (AI)	107,8	108,5	109,5	112,0	109,5 a	107,6 + 0,03x	**	98
	2016 (AI)	94,8	97,1	102,4	115,0	102,3 b	93,2 + 0,17x	*	97
\bar{y}		101,2 D	103,6 C	106,5 B	113,0 A	106,1	100,9 + 0,10x	*	99

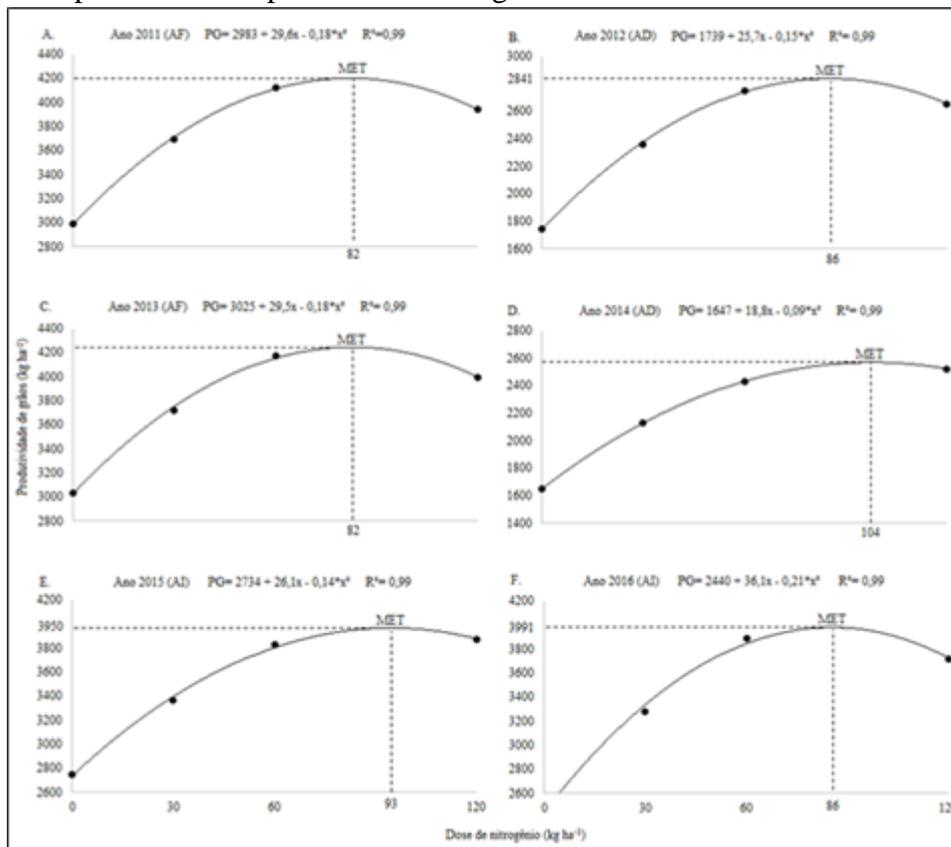
PG=produtividade de grãos; PI=produtividade industrial; PB=proteína bruta; AF= ano favorável; AD= ano desfavorável; AI= ano intermediário; R²= coeficiente de determinação; P(b₁x)= probabilidade do parâmetro de inclinação da reta; * = significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t; ns= não 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 Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

A Figura 1 apresenta as estimativas da máxima eficiência técnica de uso do nitrogênio à produtividade de grãos. Neste panorama, o ano favorável de 2011 indicou a máxima eficiência técnica similar ao ano desfavorável de 2012, com 82 kg ha⁻¹ e 86 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. No entanto, a simulação de 2011 evidencia uma produtividade de grãos de 4200 kg ha⁻¹, em relação a 2012 com simulação para 2841 kg ha⁻¹. Embora a dose do nitrogênio seja similar, a eficiência do produto foi muito expressiva, indicando a importância das relações ambientais a maior eficiência do uso de nitrogênio para a planta de aveia à elaboração da produtividade. Este fato se torna ainda mais evidente no ano favorável de cultivo de 2013, com máxima eficiência técnica de uso de nitrogênio de 82 kg ha⁻¹ em relação ao ano desfavorável de 2014, com a máxima eficiência com 104 kg ha⁻¹. Além da necessidade de maior uso de nitrogênio no ano de 2014 para a máxima produtividade, o resultado obtido foi muito inferior em comparação a 2013, com a dose mais reduzida do nutriente. Destaca-se que os anos intermediários de cultivo (2015 e 2016) mostraram similaridade da dose ótima de uso de nitrogênio com valores também similares de expressão da máxima produtividade. Os resultados apresentados sugerem que o uso de doses ótimas à expressão da produtividade levem em consideração as condições ambientais no momento de aplicação do nutriente e embasadas em



previsões meteorológicas durante o ciclo de cultivo, na busca de maior retorno econômico e redução de impactos ambientais pela facilidade de perdas por volatilização ou lixiviação em condições restritivas de cultivo. A máxima eficiência técnica de uso de nitrogênio é dada pela resposta de maiores rendimentos com menor quantidade de fornecimento do insumo (ARENHARDT et al., 2017).

Figura 1. Comportamento da produtividade de grãos de aveia e dose ótima de nitrogênio



AF= ano favorável; AI= ano intermediário; AD= ano desfavorável; MET= máxima eficiência técnica; PG= produtividade de grãos; R²= coeficiente de determinação; *= significativo a p ≤ 0,05 de erro pelo teste f.

Na Tabela 3, as doses de nitrogênio indicadas pela máxima eficiência técnica à expressão da produtividade de grãos por condição de ano agrícola, foram utilizadas para estimativa da expressão da produtividade de indústria e proteína a partir das equações que estabelecem a tendência de comportamento. Portanto, busca-se a interpretação biológica do uso do nitrogênio nestas variáveis considerando a dose ótima de produtividade de grãos independente de ano agrícola. Nesta perspectiva, como por exemplo, com 86 kg ha⁻¹ de nitrogênio há expectativa de 1412 kg ha⁻¹ de produtividade de indústria e 109,5 e 124,9 g kg⁻¹ e de proteína respectivamente, condição que permite análise e interpretação em todas as demais condições de ano agrícola. Destaca-se a forte variação interanual da produtividade industrial e reduzida variação da proteína total.



Tabela 3. Simulação da produtividade de indústria e proteína total pela máxima eficiência técnica da produtividade de grãos.

Y	Ano	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	P(b,x)	R ²	x_{ideal}	y_{E}
PI (kg ha ⁻¹)	2011 (AF)	1324 + 3,1x	**	37	82	1578
	2012 (AD)	1194 + 5,0x	*	73	86	1624
	2013 (AF)	1639 + 4,9x	*	68	82	2041
	2014 (AD)	955 + 4,1x	*	89	104	1381
	2015 (AI)	1292 + 2,5x	**	27	93	1524
	2016 (AI)	364 + 0,2x	**	4	86	381
	\bar{x}		1128 + 3,3x	*	59	86
PT (g kg ⁻¹)	2011 (AF)	104,3 + 0,12x	*	98	82	114,1
	2012 (AD)	102,4 + 0,14x	*	99	86	114,4
	2013 (AF)	98,9 + 0,07x	*	94	82	104,6
	2014 (AD)	98,9 + 0,06x	**	98	104	105,1
	2015 (AI)	107,6 + 0,03x	**	98	93	110,4
	2016 (AI)	93,2 + 0,17x	*	97	86	107,8
	\bar{x}		100,9 + 0,10x	*	99	86

PI= produtividade industrial; PT= proteína total; R²= coeficiente de determinação; P(b,x)= probabilidade do parâmetro de inclinação da reta; x_{ideal} = dose de nitrogênio pela máxima eficiência técnica da produtividade de grãos; y_{E} = valor estimado pela dose dada pela máxima eficiência técnica; * = significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ns = não significativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O nitrogênio incrementa a produtividade de grãos, indústria e a proteína total dos grãos, com eficiência agrônômica de 7,8, 3,3 kg ha⁻¹ e 0,10 g kg⁻¹, respectivamente, por quilograma do nutriente fornecido. A dose de máxima eficiência técnica na expressão da produtividade de grãos é dependente das condições meteorológicas de cultivo. De modo geral, é obtida com 86 kg ha⁻¹, mostrando simulações que incrementam a produtividade industrial e proteína total.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENHARDT, E.G.; SILVA, J.A.G.; ARENHARDT, L.G. et al. Technical and agronomic efficiency of oat cultivars as a function of nitrogen availability. **Científica**, v.45, p.257-270, 2017.
- KLINK, K.; WIERSMA, J.J.; CRAWFORD, C.J. et al. Impacts of temperature and precipitation variability in the Northern Plains of the United States and Canada on the productivity of spring. **Int. J. Climatol.** v.34, p.2805–2818, 2014.
- MAROLLI, A.; SILVA, J.A.G.; ROMITTI, M.V. et al. Contributive effect of growth regulator Trinexapac-Ethyl to oats yield in Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, p.795-804, 2017.
- MOLL, R.H.; KAMPRATH, E.J.; JACKSON, W.A. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. **Agronomy Journal**, v.74, p.562-564, 1982.
- ROMITTI, M. V.; DORNELLES, E. F.; SILVA, J. A. G. et al. 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. et al. Nitrogen efficiency in oat yield through the biopolymer hydrogel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, p.379-385, 2017.