

Evento: X Seminário de Inovação e Tecnologia

ODS: 2 - Fome zero e agricultura sustentável

A EFICIÊNCIA TÉCNICA E AGRONÔMICA DO NITROGÊNIO NA PRODUTIVIDADE DE AVEIA¹

NITROGEN'S TECHNICAL AND AGRONOMIC EFFICIENCY IN THE PRODUCTIVITY OF OAT GRAIN

**Julio Daronco Berlezi², Ester Mafalda Matter³, Cristhian Milbradt Babeski⁴, Jean Vítor
Tisott⁵, Leonardo Norbert⁶, José Antonio Gonzalez da Silva⁷**

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

² Estudante de Agronomia/bolsista PIBITI/CNPq, DEAg/UNIJUÍ, julio.berlezi28@hotmail.com

³ Estudante de Agronomia/bolsista PIBIC/CNPq, DEAg/UNIJUÍ, estermafaldamatter@gmail.com

⁴ Estudante de Agronomia/bolsista MCTIC/CNPq, DEAg/UNIJUÍ, cristhiancmb@hotmail.com

⁵ Estudante de Agronomia/bolsista PIBITI/CNPq, DEAg/UNIJUÍ, jeantisott@outlook.com

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

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

INTRODUÇÃO

Para máxima expressão da produtividade e qualidade de grãos de aveia, o ajuste de tecnologias de manejo podem melhorar a eficiência de absorção e uso do nitrogênio (Scremin et al., 2017). Destaca-se que 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). Além disso, 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).

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). Nesta perspectiva, 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 sobre a produtividade da aveia.

Os objetivos do estudo são definir a eficiência agronômica do nitrogênio pela relação dose fornecida e produto obtido. Estimar a máxima eficiência técnica do nutriente sobre a produtividade de grãos, e pela dose ótima, simular a expressão da produtividade de palha e de indústria em distintas condições de ano agrícola em sistema soja/aveia.

Palavras-chave: Avena sativa; sustentabilidade; tecnologia de manejo.

Keywords: Avena sativa; sustainability; management technology.

METODOLOGIA

Os trabalhos foram desenvolvidos a campo, nos anos agrícolas de 2011 a 2016, no município de Augusto Pestana, RS, Brasil. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro

Evento: X Seminário de Inovação e Tecnologia

ODS: 2 - Fome zero e agricultura sustentável

repetições, em sistema soja/aveia, seguindo um esquema fatorial 4 x 2 nas fontes de variação doses de N-fertilizante (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) e cultivares de aveia (Barbarasul e Brisasul). Em todos os anos a semeadura foi realizada na primeira quinzena de junho com semeadora-adubadora para composição das unidades experimentais de 5 m². A adubação na semeadura foi aplicada com base nos teores de nutrientes no solo visando a expectativa de produtividade de grãos de 4 t ha⁻¹, e com 10 kg ha⁻¹ de N na semeadura, com o restante em cobertura para contemplar as doses propostas de N-fertilizante aplicado no estágio fenológico de quarta folha expandida, com a fonte ureia. Durante a execução do estudo, foram efetuadas aplicações de fungicidas e controle de plantas daninhas com herbicida e capina quando necessário. Em cada ano de cultivo, dois experimentos foram conduzidos, um para quantificar a produtividade de biomassa e outro para a estimativa da produtividade de grãos. A produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) foi obtida pelo corte das três linhas centrais de cada parcela no estágio de maturidade de colheita. Desta forma, a produtividade de palha (PP, kg ha⁻¹) foi obtida pela subtração da produtividade de biomassa com a produtividade de grãos. O número de grãos maiores que dois milímetros (NG>2mm, n) foi obtido pela contagem de cem grãos da amostra de cada parcela, que são colocados em uma peneira de malha de 2mm e contados os que ficam acima desta dimensão. O índice de descasque (ID, g g⁻¹) foi determinado pela razão entre a massa da cariopse de 50 grãos maiores que 2 mm e sua massa de grãos. A produtividade industrial (PI, kg ha⁻¹) foi obtida pelo produto da produtividade de grãos com o número de grãos maiores que 2 mm e o índice de descasque (PI= PG x NG>2mm x ID).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância para detecção dos efeitos principais e de interação e análise de regressão linear, na elaboração de equações para estimativa da eficiência agrônômica da aveia em função das doses de adubação nitrogenada. Os dados da produtividade de grãos foram também submetidos a análise de regressão quadrática, na elaboração de equações para estimativa da máxima eficiência técnica de uso do nitrogênio pela aveia. As doses ótimas do nutriente foram utilizadas para simulação da produtividade de palha e de indústria. Para todas as análises utilizou-se o software GENES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações da temperatura, precipitação e produtividade de grãos de aveia no ano de 2011, similarmente a 2013, foi marcado por chuvas bem distribuídas durante o ciclo de cultivo, com volumes similares a média histórica dos últimos 25 anos. Precipitações pluviométricas foram observadas nos momentos que antecedem a aplicação de nitrogênio, proporcionando umidade do solo adequada a solubilização da ureia. As temperaturas máxima, mínima e média se apresentaram estáveis ao longo do ciclo de cultivo. Tais condições, junto as médias de produtividade de grãos obtidas categorizam os anos de 2011 e 2013 como favoráveis (AF) ao cultivo da aveia.

No ano de 2012, houve restrição hídrica no início do desenvolvimento, diferentemente de 2014, e com precipitação pluviométrica em dias anteriores a adubação, com temperaturas chegando próximo a zero graus durante o manejo do nutriente. Ao final do ciclo, as chuvas foram frequentes com elevado valor acumulado, promovendo dias de menor qualidade de radiação e atrasando a colheita de grãos. Os anos de 2012 e 2014 evidenciaram produtividade de grãos muito inferior a expectativa desejada de 3 t ha⁻¹, justificando a classificação de anos agrícolas desfavoráveis (AD) ao cultivo da aveia.

Em 2015 (Tabela 1), a precipitação acumulada se mostrou próxima a média histórica. As chuvas

Evento: X Seminário de Inovação e Tecnologia

ODS: 2 - Fome zero e agricultura sustentável

em momentos anteriores a adubação garantiram umidade do solo para o manejo do nitrogênio, porém, com longo período de restrição hídrica após a adubação, assim como em 2016, possivelmente afetando a eficiência de uso do nutriente na elaboração dos componentes de produtividade. As condições apresentadas junto a produtividade de grãos obtida caracterizam o ano de 2015 e 2016 como intermediários (AI) ao cultivo da aveia.

A Tabela 1, traz a análise da eficiência agrônômica da relação quilograma de nitrogênio fornecido por quilograma de produto obtido. 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. De modo geral, embora a produtividade de grãos mostre uma reduzida variação da eficiência pelo uso do nitrogênio, o coeficiente linear foi expressivo na indicação do ponto de partida do aproveitamento do nitrogênio, destacando os anos de 2011 e 2013, classificados com favoráveis ao cultivo da aveia.

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.

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				
Produtividade de grãos (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{x}	2437 C	3091 B	3531 A	3449 A	3127	2715 + 7,8x	*	87
Produtividade de palha (kg ha ⁻¹)	2011 (AF)	6722	6696	7067	7674	7040 b	6590 + 8,6x	*	93
	2012 (AD)	4626	4669	4329	6340	4991 c	4241 + 14,3x	*	84
	2013 (AF)	6884	7350	7794	8876	7726 b	6854 + 16,6x	*	99
	2014 (AD)	4519	4333	4368	7198	5105 c	3879 + 23,3x	*	93
	2015 (AI)	6767	7484	8072	10004	8082 a	6668 + 26,9x	*	99
	2016 (AI)	6806	7872	8388	10345	8353 a	6841 + 28,8x	*	99
	\bar{x}	6054 C	6401 B	6670 B	8406 A	6883	5845 + 19,7x	*	99
Produtividade de indústria (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{x}	992 C	1297 B	1492 A	1425 A	1302	1128 + 3,3x	*	79

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 Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Na expressão da produtividade de palha (Tabela 1), a eficiência agrônômica mostrou maior amplitude, variando de 8,6 a 28,8. Os valores mais expressivos desta eficiência pelo nitrogênio à produtividade de palha foram em anos intermediários ao cultivo. Independente da condição de agrícola, a cada quilograma de nitrogênio fornecido evidencia retorno de 19,7 kg de produtividade

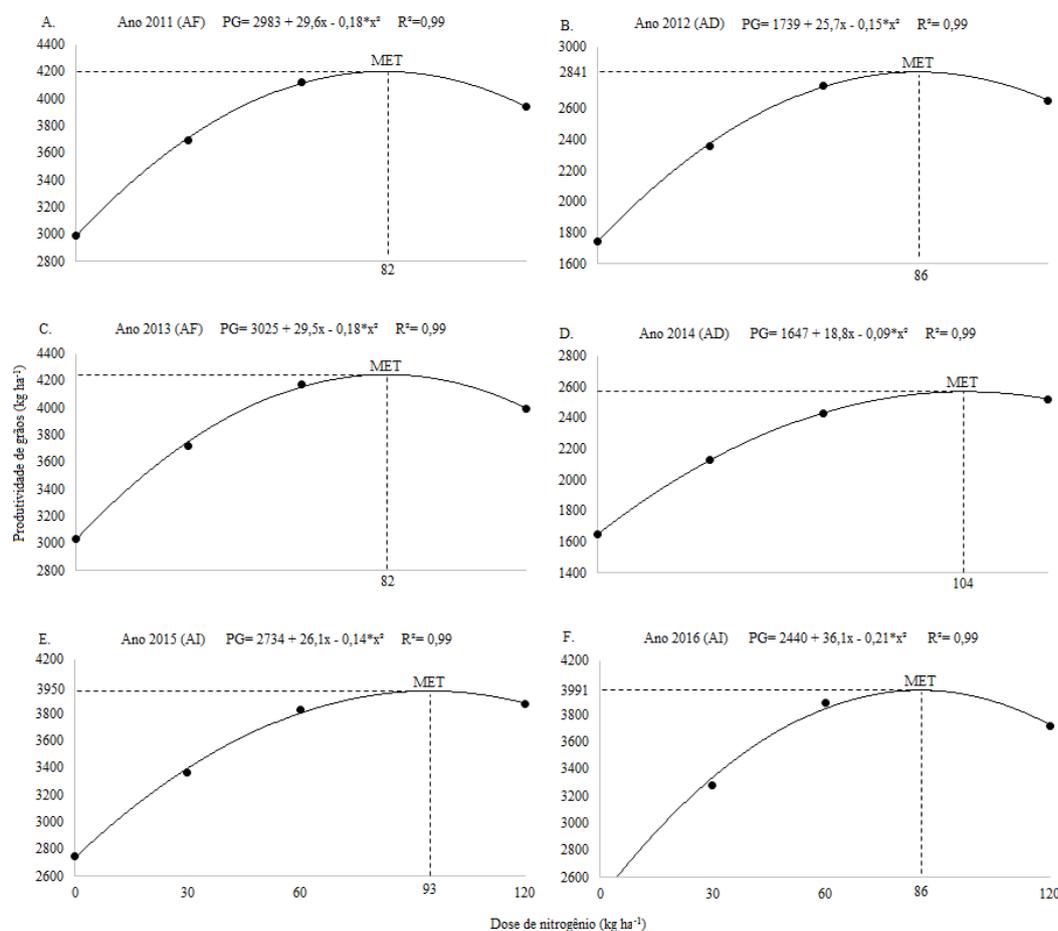
Evento: X Seminário de Inovação e Tecnologia

ODS: 2 - Fome zero e agricultura sustentável

de palha por hectare. De modo geral, na expressão da produtividade de palha, os interceptos mais expressivos foram observados em anos intermediários e favoráveis ao cultivo da aveia.

Na análise da produtividade de indústria (Tabela 2), a eficiência agrônômica pelo nitrogênio não evidenciou relação com o ano agrícola de cultivo, mostrando por exemplo, 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 e de palha, mostrou a menor eficiência sobre a produtividade de indústria. Fato que ressalta a importância da análise particularizada das variáveis que compõem a estimativa da produtividade industrial de grãos, como o índice de descasque e o número de grãos maiores que 2 mm.

Nessa perspectiva, a Figura 1 apresenta as estimativas da máxima eficiência técnica de uso do nitrogênio à produtividade de grãos. 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.



Evento: X Seminário de Inovação e Tecnologia

ODS: 2 - Fome zero e agricultura sustentável

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.

Figura 1. Comportamento da produtividade de grãos de aveia e sua máxima eficiência técnica de uso do nitrogênio.

Na Tabela 2, 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 palha e de indústria, a partir das equações que estabelecem a tendência de comportamento.

Tabela 2. Simulação da produtividade de palha e de indústria, proteína total e fibra total pela máxima eficiência técnica da produtividade de grãos.

Y	Ano	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$	P(b_1x^1)	R ²	x_{ideal}	y_E
Produtividade de palha (kg/há)	2011 (AF)	6590 + 8,6x	ns	93	82	7295
	2012 (AD)	4241 + 14,3x	*	64	86	5471
	2013 (AF)	6854 + 16,6x	*	99	82	8215
	2014 (AD)	3879 + 23,3x	*	73	104	6302
	2015 (AI)	6668 + 26,9x	*	99	93	9170
	2016 (AI)	6841 + 28,8x	*	99	86	9318
	\bar{x}		5845 + 19,7x	*	99	86
Produtividade de indústria (kg/há)	2011 (AF)	1324 + 3,1x	ns	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	ns	27	93	1524
	2016 (AI)	364 + 0,2x	ns	4	86	381
	\bar{x}		1128 + 3,3x	*	59	86

PP= produtividade de palha; PI= produtividade industrial; PT= proteína total; FT= fibra total; R²= coeficiente de determinação; P(b_1x^1)= 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, palha e de indústria com eficiência agrônômica de 7,8, 19,7 e 3,3 kg ha⁻¹, respectivamente, por quilograma do nutriente fornecido.

A dose de máxima eficiência técnica na expressão da produtividade de grãos é dependente das

Evento: X Seminário de Inovação e Tecnologia

ODS: 2 - Fome zero e agricultura sustentável

condições meteorológicas de cultivo. De modo geral, é obtida com 86 kg ha⁻¹, mostrando simulações que incrementam a produtividade de palha e indústria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arenhardt, E. G.; Silva, J. A. G.; Arenhardt, L. G.; Silva, D. R.; Gzergorczyk, 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.

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.

Parecer CEUA: 076/15