

Evento: IX Seminário de Inovação e Tecnologia - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

O NITROGÊNIO NA SEMEADURA E COBERTURA COM A ÉPOCA DE FORNECIMENTO NA AVEIA¹
NITROGEN AT SOWING AND COVERAGE WITH THE TIME OF SUPPLY IN OAT

**Julio Daronco Berlezi², Felipe Uhde Porazzi³, Cristhian Milbradt Babeski⁴,
Cláudia Vanessa Argenta⁵, Ester Mafalda Matter⁶, José Antonio Gonzalez
Da Silva⁷**

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

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

³ Estudante de Agronomia/bolsista PIBITI/CNPq, DEAg/UNIJUI, felipe.uhde@hotmail.com

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

⁵ Estudante Agronomia/bolsista PIBIC/UNIJUI, DEAg/UNIJUI, claudia_argenta@yahoo.com

⁶ Estudante Agronomia/bolsista PIBIC/CNPq, DEAg/UNIJUI, estermafaldamatter@gmail.com

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

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o nutriente mais absorvido e está diretamente ligado a produtividade, porém devido a quantidade insuficiente disponibilizada pelo solo necessita de fornecimento exógeno na forma de adubos nitrogenados (Silva et al., 2015; Marolli et al., 2018). Em cereais como trigo e aveia, a dose total fornecida considera seu uso na semeadura e em cobertura (Mantai et al., 2016). Os volumes mais expressivos de nitrogênio são aplicados em cobertura, onde nem sempre são obtidas as melhores condições de umidade de solo e temperatura do ar, ocasionando perdas na produtividade, com sérios prejuízos econômicos e ambientais (Marolli et al., 2017; Costa et al., 2018). Além disso, a época de adubação em cobertura pode ser melhor ajustada observando as condições meteorológicas para antecipação ou atraso na aplicação, no intervalo de maior exigência do nutriente (até 60 dias após emergência) pela planta. O objetivo do estudo é o manejo mais eficiente e sustentável de uso do nitrogênio na combinação ajustada da dose do nutriente na semeadura e em cobertura com o momento de aplicação sobre a produtividade de biomassa e grãos de aveia, considerando anos agrícolas favoráveis e desfavoráveis ao cultivo.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido a campo nos anos agrícolas de 2016, 2017 e 2018 em Augusto Pestana, RS, Brasil. A semeadura foi realizada em área de rotação com soja com semeadora-adubadora. A parcela constituía-se de 5 linhas de 5 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,20 m, formando a unidade experimental de 5 m². A densidade populacional utilizada foi de 400 sementes viáveis m⁻². Foi utilizado a cultivar de aveia branca Brisasul para estimar a taxa de produtividade de biomassa, biomassa total e produtividade de grãos. O delineamento usado foi o de blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial 4 x 4, para quatro doses de nitrogênio na semeadura (0, 10, 30 e 60 kg ha⁻¹) alterando a dose em cobertura pelo total fornecido de 70kg ha⁻¹ na expectativa de produtividade 4000 kg ha⁻¹ de grãos, com o fornecimento

Evento: IX Seminário de Inovação e Tecnologia - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

em cobertura em quatro épocas de aplicação (0, 10, 30 e 60 dias após a emergência). As doses de nitrogênio na semeadura e cobertura foram fornecidas conforme informações da Tabela 1.

Tabela 1. Condições de fornecimento do nitrogênio na semeadura e cobertura da aveia na sucessão do cultivo de soja.

Nitrogênio na Semeadura (kg ha ⁻¹)	Nitrogênio na Cobertura (kg ha ⁻¹)	Nitrogênio Total (kg ha ⁻¹)	Expectativa Produtividade (kg ha ⁻¹)
0	70		
10	60		
30	40	70	4000
60	10		

Ao atender os pressupostos de homogeneidade e normalidade via teste de Bartlett foi realizada análise de variância para detecção dos efeitos principais e de interação. Ajustou-se a equação linear para obtenção do coeficiente angular ($b_1 x$) na estimativa da taxa de produtividade de biomassa e realizou a comparação de médias sobre a produtividade de biomassa total e de grãos pelo modelo de Scott & Knott. Após foi realizado o ajuste de equação quadrática da produtividade de grãos (PG) para obtenção dos coeficientes do modelo ($PG = b_0 + b_1 x + b_2 x^2$) à estimativa da época ideal de fornecimento do nutriente em cobertura ($\text{Época} = -b_1 / (2b_2)$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2016, as precipitações pluviométricas foram mais reduzidas em relação a média histórica, porém, com adequada distribuição ao longo do ciclo. As temperaturas se mostraram mais amenas e com certa estabilidade durante o cultivo (Tabela 2).

Tabela 2. Condições meteorológicas e produtividade de grãos no ciclo do cultivo da aveia

Mês	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)		PG (Kg ha ⁻¹)	Classe
	Mín	Máx	Média	25 anos*	Ocorrida		
2016							
Junho	4,7	19,3	12	162,5	65,6		
Julho	8,5	21,55	15,03	135,1	80,5		
Agosto	9,4	22,5	15,95	138,2	160	3925	AF
Setembro	8,44	23,82	16,13	167,4	56,3		
Outubro	13,3	25,8	19,55	156,5	325,8		
Total	-	-	-	909,4	688,2		
2017							
Junho	10,7	21,8	16,25	162,5	146,3		
Julho	8,3	24,42	16,36	135,1	10,7		
Agosto	11,4	23,7	17,55	138,2	117,8	1979	AD
Setembro	15,36	27,07	21,22	167,4	161,5		
Outubro	14,7	27,8	21,25	156,5	304		
Total	-	-	-	909,4	740,3		
2018							
Junho	9,56	21,47	15,52	162,5	228,3		
Julho	10,5	20,59	15,55	135,1	211,5		
Agosto	13,3	24,8	19,05	138,2	86,8	3283	AI
Setembro	12,73	19,93	16,33	167,4	127,3		
Outubro	16,7	25,2	20,95	156,5	161,8		
Total	-	-	-	909,4	815,7		

Dados obtidos da estação meteorológica localizada no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural IRDeR/UNIJUI em 2016, 2017 e 2018. AF - Ano favorável; AI - Ano intermediário; AD - Ano desfavorável; PG - Produtividade de grãos; Mín - Temperatura mínima; Máx - Temperatura máxima; * Precipitação pluviométrica nos meses de maio a outubro dos últimos 25 anos. Semeadura (2016): 21/06; Semeadura (2017): 22/06; Semeadura (2018): 09/06

Evento: IX Seminário de Inovação e Tecnologia - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

A adequada distribuição de chuvas com temperaturas mais amenas durante o ciclo promoveu média de produtividade de grãos similar a expectativa desejada justificando um ano favorável (AF) ao cultivo. Em 2017, o volume de precipitação pluviométrica foi inferior a média histórica (Tabela 2) e com irregularidade de distribuição. Também observado temperaturas mais elevadas e instáveis ao longo do ciclo em comparação aos demais anos de avaliação. As elevadas temperaturas junto a reduzida umidade de solo nos momentos de adubação promoveram uma produtividade de grãos muito inferior a expectativa desejada justificando um ano desfavorável (AD) ao cultivo da aveia. No desenvolvimento da aveia, foi observada em 2018, precipitação pluviométrica similar a média histórica dos últimos 25 anos (Tabela 2). Embora a adubação aplicada tenha por expectativa a produtividade de 4000 kg ha⁻¹ de grãos, as condições meteorológicas obtidas junto ao resultado de produtividade indicaram uma condição de ano intermediário (AI) de cultivo. A precipitação pluvial, temperatura, luz e radiação solar se destacam como os principais elementos responsáveis por estas variações (Marolli et al., 2017; Souza et al., 2013). No fornecimento de nitrogênio, a ocorrência de chuvas logo após adubação pode causar lixiviação. Na Tabela 3, sem uso de nitrogênio na semeadura e fornecimento total de 70 kg ha⁻¹ do nutriente em cobertura, ano favorável (2016) e ano intermediário (2018) ao cultivo mostraram maior taxa de produtividade de biomassa (b_{1x}) com adubação aos 30 DAE, indicando também, a maior produtividade de biomassa total e de grãos.

Tabela 3. Estimativa da taxa de biomassa (b_{1x}) e média de produtividade de biomassa total e grãos nas doses de nitrogênio na semeadura e cobertura no sistema soja/aveia

NE (dias)	2016 (AF)				2017 (AD)				2018 (AI)			
	b _{1x}	R ²	PB (kg ha ⁻¹)	PG (kg ha ⁻¹)	b _{1x}	R ²	PB (kg ha ⁻¹)	PG (kg ha ⁻¹)	b _{1x}	R ²	PB (kg ha ⁻¹)	PG (kg ha ⁻¹)
N base (0 kg ha ⁻¹)												
0	87x	99	8051 b	2649 b	50x	96	4624 b	1420 c	62x	99	5771 c	2015 b
10	105x	99	10969 a	3730 a	73x	98	6870 a	2495 a	87x	99	8530 b	3224 a
30	111x	99	11192 a	4055 a	68x	99	6422 a	2006 b	110x	98	11228 a	3525 a
60	97x	99	9073 b	2873 b	55x	97	5334 b	1862 b	79x	99	7681 b	2329 b
N base (10 kg ha ⁻¹)												
0	92x	99	8586 d	2846 b	55x	94	5071 b	1504 c	72x	99	6717 d	2059 c
10	85x	98	10349 b	3494 a	69x	97	6537 a	2274 a	92x	99	8669 b	3093 b
30	123x	98	11445 a	3795 a	67x	96	6325 a	1951 b	113x	99	10561 a	3440 a
60	101x	95	9415 c	3072 b	58x	99	5288 b	1886 b	84x	99	7888 c	2313 c
N base (30 kg ha ⁻¹)												
0	104x	98	10004 a	3035 c	56x	98	5118 b	1722 c	91x	96	8612 b	2104 c
10	113x	95	10666 a	3374 b	62x	95	5929 a	2200 a	100x	99	9290 b	2825 b
30	118x	96	11118 a	3611 a	60x	97	5887 a	1941 b	118x	99	10602 a	3393 a
60	110x	98	10585 a	3338 b	63x	95	5874 a	1900 b	94x	99	8194 b	2354 c
N base (60 kg ha ⁻¹)												
0	107x	96	9817 a	2840 b	67x	98	5492 a	1778 a	88x	97	8268 b	2369 b
10	114x	99	9898 a	3207 a	65x	99	5721 a	1912 a	98x	99	9344 a	2690 b
30	121x	99	10361 a	3375 a	65x	94	5828 a	1881 a	98x	99	9244 a	3137 a
60	112x	98	10275 a	3235 a	67x	96	5879 a	1830 a	103x	99	9335 a	2409 b

NE - Nitrogênio época; PG - Produtividade de grãos; PB - Produtividade de biomassa total; AI - Ano intermediário; AF - Ano favorável; AD - Ano desfavorável; R² - Coeficiente de determinação; b_x - Parâmetro de inclinação da reta que indica a taxa de produtividade de biomassa produzida em kg ha⁻¹ a cada dia; Médias seguidas pelas mesmas letras constituem grupo estatisticamente homogêneo por dose de nitrogênio pelo teste Skott&Knott a 5% de probabilidade de erro.

Evento: IX Seminário de Inovação e Tecnologia - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

O ano desfavorável (2017) indicou necessidade de antecipação de adubação em cobertura, com melhor taxa de produtividade de biomassa, produtividade de biomassa total e de grãos aos 10 dias após a emergência. O uso de 10 kg ha⁻¹ e 30 kg ha⁻¹ (Tabela 3) de nitrogênio na semeadura indicaram as maiores taxas de produtividade de biomassa, produtividade de biomassa total e de grãos com fornecimento de nitrogênio aos 30 dias após a emergência, seja ano favorável (2016) ou intermediário (2018) de cultivo. Por outro lado, o ano desfavorável (2017), na adubação de base com 10 e 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio, também indicaram necessidade de antecipação da aplicação, com maior taxa de produtividade de biomassa, produtividade de biomassa total e de grãos aos 10 dias após a emergência. De modo geral, na Tabela 3 independente das condições de ano agrícola é observada uma tendência de redução da produtividade de grãos na medida em que aumentam as doses de nitrogênio na semeadura com redução do nutriente em cobertura. Portanto, a forma de particionamento de adubação altera de forma significativa a expressão de indicadores da produtividade da aveia. Na busca de um manejo mais eficiente e sustentável do nitrogênio sobre a produtividade da aveia, na Tabela 4 há as equações de regressão para definição da época ideal de fornecimento do nutriente por condição de dose de nitrogênio na semeadura e cobertura em anos favoráveis e desfavoráveis ao cultivo.

Tabela 4. Parâmetros da equação de regressão e estimativa da época ideal de fornecimento de nitrogênio em cobertura à produtividade de grãos de aveia.

N Base	FV	QM (PG)	Equação $PG = b_0 \pm b_1x \pm b_2x^2$	P (b ₁ ^{ns})	R ²	Época Ideal	PG _E
						(dias)	(kg ha ⁻¹)
2016 (AF)							
0	L	3388 ^{ns}	-	ns	95	31	4167
	Q	5172880*	$2759 + 92,24x - 1,51x^2$	*			
10	L	16548 ^{ns}	-	ns	97	31	3848
	Q	2092366*	$2896 + 60,47x - 0,96x^2$	*			
30	L	134399*	$3240 + 4x$	*	20	32	3643
	Q	527551*	$3053 + 33,66x - 0,53x^2$	*			
60	L	231420*	$3033 + 5,25x$	*	36	32	3435
	Q	363292*	$2878 + 29,86x - 0,46x^2$	*			
2017 (AD)							
0	L	9610 ^{ns}	-	ns	33	31	2277
	Q	779579*	$1693 + 37,13x - 0,59x^2$	*			
10	L	31300 ^{ns}	-	ns	34	33	2148
	Q	383873*	$1696 + 27,23x - 0,41x^2$	*			
30	L	55 ^{ns}	-	ns	25	31	2069
	Q	119665*	$1850 + 14,21x - 0,23x^2$	*			
60	L	220 ^{ns}	-	ns	60	33	1915
	Q	24768*	$1806 + 6,59x - 0,10x^2$	*			
2018 (AI)							
0	L	324 ^{ns}	-	ns	93	31	4234
	Q	5752937*	$2153 + 98,14x - 1,59x^2$	*			
10	L	172 ^{ns}	-	ns	95	30	3946
	Q	4826134*	$2159 + 89,85x - 1,46x^2$	*			
30	L	36813 ^{ns}	-	ns	99	32	3406
	Q	3825677*	$2115 + 81,97x - 1,30x^2$	*			
60	L	360 ^{ns}	-	ns	98	31	3111
	Q	1478141*	$2334 + 49,85x - 0,81x^2$	*			

N - Nitrogênio; FV - Fonte de variação; PG - Produtividade de grãos (kg ha⁻¹); QM - Quadrado médio; L - Equação linear; Q - Equação quadrática; R² - Coeficiente de determinação; P (b₁^{ns}) - Probabilidade do parâmetro de inclinação; AI - Ano intermediário; AF - Ano favorável; AD - Ano desfavorável; * Significância do parâmetro de inclinação a 5% de probabilidade de erro pelo teste t; ns - Não significativo a 5% de probabilidade de erro; PG_E - Produtividade de grãos estimado

Evento: IX Seminário de Inovação e Tecnologia - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

Na Tabela 4 foi constatado que independente da condição de ano agrícola e dose de nitrogênio na semeadura, o comportamento da produtividade de grãos em função da época de fornecimento evidencia comportamento quadrático. Na Tabela 4, nas distintas condições de adubação na semeadura e cobertura da aveia seja ano agrícola favorável, intermediário e desfavorável ao cultivo, a melhor condição para a máxima expressão da produtividade de grãos foi obtida pelo fornecimento do nutriente aos 30 dias após a emergência. Destaca-se que a inclusão da dose ideal do mineral no parâmetro bixn da equação, mostra por simulação, redução da produtividade de grãos pelo aumento da dose de nitrogênio na semeadura e redução em cobertura, independente da condição do ano de cultivo. Na aveia, o uso de nitrogênio se faz necessário pela baixa quantidade liberada pelo solo durante o cultivo (Mantai et al., 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo mais eficiente e sustentável de uso do nitrogênio à produtividade de biomassa e grãos de aveia se dá com ausência de nitrogênio na semeadura e o fornecimento total do nutriente em cobertura ao redor de 30 dias após a emergência, independente da condição de ano agrícola no sistema de sucessão soja/aveia.

REFERÊNCIAS

- Costa, J. S.; Mantai, R. D.; Silva, J. A.; Scremin, O. B.; Arenhardt, E. G.; Lima, A. R. Single and split nitrogen dose in wheat yield indicators. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.22, p.16-21, 2018.
- Mantai, R. D.; Silva, J. A. G. da; Arenhardt, E. G.; Sausen, A. T. Z. R.; Binello, M. O.; Bianchi, V.; Silva, D. R. da; Bandeira, L. M. The dynamics of relation oat panicle with grain yield by nitrogen. *American Journal of Plant Sciences*, v.7, p.17-27, 2016.
- Mantai, R. D.; Silva, J. A. G. da.; Marolli, A.; Mamann, A. T. W. de.; Sawicki, S.; Krüger, C. A. M. B. Simulation of oat development cycle by photoperiod and temperature. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.21, p.3-8, 2017.
- Marolli, A.; Silva, J. A. G. da.; Romitti, M. V.; Mantai, R. D.; Scremin, O. B.; Frantz, R. Z.; Sawicki, S.; Arenhardt, E. G.; Gzergorczyk, M. E.; Lima, A. R. C. de. Contributive effect of growth regulator Trinexapac-Ethyl to oats yield in Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, v.12, p.795-804, 2017.
- Marolli, A.; Silva, J. A. G.; 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*, v.70, p.535-544, 2018.
- Silva, J. A. G., Wohlenberg, M. D., Arenhardt, E. G., Oliveira, A. C., Mazurkiewicz, G., Müller, M., Pretto, R. Adaptability and stability of yield and industrial grain quality with and without fungicide in Brazilian oat cultivars. *American Journal of Plant Sciences*, v.6, p.1560-1569, 2015.
- Souza, J. L. M. de; Gerstemberger, E.; Araujo, M. A. Calibração de modelos agrometeorológicos para estimar a produtividade da cultura do trigo, considerando sistemas de manejo do solo, em Ponta Grossa-PR. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.28, p.409-418, 2013.