

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

MODELAGEM MATEMÁTICA À INOVAÇÃO NA RECOMENDAÇÃO DE NITROGÊNIO NA BASE E COBERTURA À MELHORIA DE EFICIÊNCIA DE ABSORÇÃO DO NUTRIENTE NA PRODUTIVIDADE DA AVEIA¹
MATHEMATICAL MODELING FOR INNOVATION IN THE RECOMMENDATION OF NITROGEN IN THE BASE AND COVERAGE TO THE IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF NUTRIENT ABSORPTION IN THE PRODUCTION OF THE OAT

Dênis Sidinei Rossi², Karla Kolling³, Luana Henrichsen⁴, Adriana Roselia Krausig⁵, Douglas César Reginatto⁶, José Antonio Gonzalez Da Silva⁷

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

² Mestrando em Modelagem Matemática; UNIJUI, denisrossi0307@hotmail.com

³ Mestranda em Modelagem Matemática; UNIJUI, kolling.karla@gmail.com

⁴ Mestranda em Modelagem Matemática/bolsista CAPES; UNIJUI, luanabehnenh@gmail.com

⁵ Doutoranda em Modelagem Matemática/bolsista CAPES; UNIJUI, maryshelei@yahoo.com.br

⁶ Mestre em Modelagem Matemática; UNIJUI, reginattodouglas@gmail.com

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

INTRODUÇÃO

A produtividade da aveia está intimamente ligada ao manejo da adubação nitrogenada, onde, a dose e a época de aplicação do nitrogênio são fundamentais para incrementar o rendimento de grãos da cultura (FLORES et al., 2012). Em aveia, a indicação de cultivo sugere a adubação de nitrogênio em cobertura entre 30 a 60 dias após emergência, momentos onde os cereais necessitam maior aporte do nutriente (ARENHARDT et al. 2015). No entanto, a maior eficiência da adubação é diretamente dependente da quantidade fornecida na semeadura e em cobertura, e na cobertura, é dependente de adequada umidade do solo no momento da aplicação, condição nem sempre quando fornecido a adubação (ROCHA et al., 2008; SILVA et al., 2016). Portanto, alguns autores sugerem antecipação da adubação ou mesmo adubações mais tardias buscando aumento da produtividade (TEIXEIRA FILHO et al., 2011; ARENHARDT et al., 2015). Desta forma, o aumento do nitrogênio na semeadura com redução da cobertura pode proteger o nutriente pela reduzida exposição e quando combinado a época mais adequada, seja precoce ou tardia pode trazer resultados vantajosos. O objetivo do estudo é determinar por regressão a taxa de produtividade de biomassa dia^{-1} e a máxima eficiência técnica da produtividade de grãos nas condições de aplicação do nitrogênio na base com a época de fornecimento em cobertura.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em 2016 e 2017, no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR)/DEAg/UNIJUI, Augusto Pestana - RS.

O experimento foi delineado em blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um modelo

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

fatorial simples 3x4, representando três adubações nitrogenadas de base (0 (testemunha), 30 e 60 kg ha⁻¹) e quatro épocas de aplicação de adubação nitrogenada em cobertura (0, 10, 30 e 60 Dias Após a Emergência - DAE) no sistema de cultivo soja/aveia, utilizando a cultivar Brisasul. A dose de adubação nitrogenada fornecida a partir das indicações técnicas da cultura, pelo tipo de precedente cultural, teor de matéria orgânica do solo e da expectativa de rendimento de 4000 kg ha⁻¹.

A colheita para a estimativa do rendimento de grãos ocorreu de forma manual pelo corte das três linhas centrais de cada parcela, e direcionadas ao laboratório para correção da umidade de grãos e pesagem para estimativa da produtividade. Além disto, nos experimentos visando quantificar a biomassa total ao longo do desenvolvimento das plantas, a colheita do material vegetal foi realizada rente ao solo, a partir da coleta de um metro linear das três linhas centrais de cada parcela. Após, as amostras com a biomassa verde foram direcionadas a estufa de ar forçado a temperatura de 65°C até atingir peso constante, pesadas em balança de precisão para a estimativa da matéria seca total, convertida em kg ha⁻¹. Estas amostras foram obtidas por cortes feitos aos 30, 60, 90 e 120 (ponto de maturidade fisiológica da planta) dias após a emergência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2016 (Tabela 1), reduzidas precipitações nos momentos de aplicação de nitrogênio aos 10 e 30 dias após a emergência, porém, umidade de solo suficiente por chuvas que ocorreram em momentos anteriores. Este fato também foi observado na adubação de cobertura aos 60 dias após a emergência (Figura 1). As temperaturas máxima, mínima e média nesse ano agrícola ocorreram com certa estabilidade ao longo do ciclo. Embora as precipitações pluviométricas tenham sido mais reduzidas em relação aos demais anos, a adequada distribuição das chuvas com temperaturas mais amenas ao longo do desenvolvimento da planta promoveram uma média de produtividade de grãos de 3925 kg ha⁻¹, similar a expectativa desejada pela adubação nitrogenada de 4000 kg ha⁻¹. Tal condição, indica ano favorável ao cultivo de aveia.

Em 2017 (Figura 1), de modo geral, as temperaturas mínima, máxima e média foram superiores aos demais anos evidenciando forte instabilidade. Nas condições de adubação aos 10 e 30 dias após a emergência, a falta de umidade no solo era evidente pela não ocorrência de precipitação, com exceção da adubação aos 60 dias após a emergência. As elevadas temperaturas observadas, com constantes quedas e a reduzida umidade nos momentos de adubação, promoveram uma produtividade de grãos de 1979 kg ha⁻¹, muito inferior a expectativa desejada de 4000 kg ha⁻¹. Condição que justifica um ano desfavorável ao cultivo da aveia.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

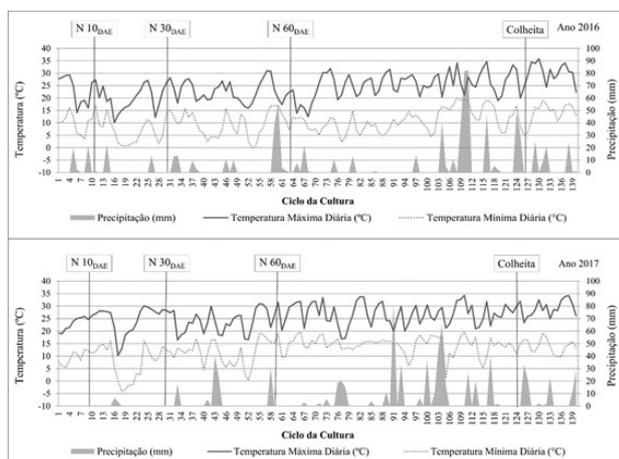


Figura 1. Dados de precipitação pluviométrica e temperatura mínima e máxima diária na cultura durante o ciclo de cultivo da aveia, nos anos de 2016 e 2017. Dados obtidos da estação meteorológica localizada no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural IRDeR/UNIJUI. Semeadura (2016) – 21/06; Semeadura (2017) – 22/06.

Na tabela 1, o ano favorável de cultivo (2016), sem uso de nitrogênio na base (semeadura), mostrou maior taxa de produtividade de biomassa (b1x) na adubação em cobertura aos 30 dias após a emergência, indicando também, nesta condição, a maior produtividade de biomassa total e de grãos. Por outro lado, no ano desfavorável (2017), a necessidade de antecipação de adubação em cobertura foi observada, pois a melhor combinação conjunta de taxa de biomassa, produtividade de biomassa total e de grãos foi obtida com a aplicação de nitrogênio aos 10 dias após a emergência. Na tabela 1, no uso de nitrogênio na base com 10 e 30 kg ha⁻¹, no ano favorável (2016) de cultivo, as maiores taxas de biomassa com produtividade biológica e de grãos também aconteceram quando houve com o fornecimento de nitrogênio aos 30 dias após a emergência. Por outro lado, no ano desfavorável (2017), também a antecipação se mostrou eficiente aos 10 dias após a emergência.

Na tabela 1, no ano favorável (2016), o fornecimento de nitrogênio em cobertura aos 10, 30 e 60 dias após a emergência não alteraram a produtividade de biomassa e grãos, embora a taxa de biomassa tenha sido mais expressiva com adubação aos 30 dias após a emergência. Em ano desfavorável de cultivo (2017) nenhuma das condições de adubação em cobertura promoveram resultados significativos em alterar a taxa de biomassa, biomassa total e de grãos de aveia. De modo geral, na tabela 1, independente das condições de ano agrícola, é observada uma tendência de redução da produtividade de grãos a medida em que se aumentam as doses de adubação de base, o que conseqüentemente reduz as doses de adubação em cobertura. Portanto, embora a dose total de nitrogênio aplicada para expectativa de produtividade de grãos de 4000 kg ha⁻¹ seja com fornecimento de 70 kg ha⁻¹ no sistema soja/aveia, as formas de particionamento da adubação de base e cobertura para contemplar a dose total alteram significativamente a produtividade da aveia.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

Tabela 1. Parâmetro de estimativa da taxa (b_{1x}) de biomassa e valores médios de produtividade de biomassa total e de grãos sob doses de nitrogênio na base e em cobertura no sistema soja/aveia em distintos anos de cultivo.

NE (dias)	2016				2017			
	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
10	105x	99	10969 a	3730 a	73x	98	6870 a	2495 a
30	111x	99	11192 a	4055 a	68x	99	6422 a	2006 b
60	97x	99	9073 b	2873 b	55x	97	5334 b	1862 b
N base (10 kg ha ⁻¹)								
0	92x	99	8586 d	2846 b	55x	94	5071 b	1504 c
10	85x	98	10349 b	3494 a	69x	97	6537 a	2274 a
30	123x	98	11445 a	3795 a	67x	96	6325 a	1951 b
60	101x	95	9415 c	3072 b	58x	99	5288 b	1886 b
N base (30 kg ha ⁻¹)								
0	104x	98	10004 a	3035 c	56x	98	5118 b	1722 c
10	113x	95	10666 a	3374 b	62x	95	5929 a	2200 a
30	118x	96	11118 a	3611 a	60x	97	5887 a	1941 b
60	110x	98	10585 a	3338 b	63x	95	5874 a	1900 b
N base (60 kg ha ⁻¹)								
0	107x	96	9817 a	2840 b	67x	98	5492 a	1778 a
10	114x	99	9898 a	3207 a	65x	99	5721 a	1912 a
30	121x	99	10361 a	3375 a	65x	94	5828 a	1881 a
60	112x	98	10275 a	3235 a	67x	96	5879 a	1830 a

NE – Nitrogênio época; PG – Produtividade de grãos; PB – Produtividade de biomassa total; R² – Coeficiente de determinação; b_{1x} – 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.

Na tabela 2, da equação de regressão no sistema soja/aveia, independente da condição de ano agrícola e das doses de adubação fornecidas na semeadura, o comportamento da produtividade de grãos em função da época de fornecimento do nutriente em cobertura mostra comportamento quadrático. Destaca-se que, o uso da dose ideal no parâmetro b_{1x} da equação quadrática pela simulação, indica redução da produtividade de grãos com o aumento da dose de nitrogênio na semeadura em ano desfavorável e favorável.

Tabela 2. Regressão para estimativa da época ideal de aplicação de nitrogênio à produtividade de grãos nos anos de cultivo no sistema soja/aveia.

N Base	FV	QM (PG)	Equação PG = $b_0 + b_1x + b_2x^2$	P (b_{1x})	R ²	Época Ideal	PG _E
						(dias)	(kg ha ⁻¹)
2016							
0	L	3388 ^{ns}	-	ns			
	Q	5172880*	2759 + 92,24x - 1,51x ²	*	95	31	4167
10	L	16548 ^{ns}	-	ns			
	Q	2092366*	2896 + 60,47x - 0,96x ²	*	97	31	3848
30	L	134399*	3240 + 4x	*	20		
	Q	527551*	3053 + 33,66x - 0,53x ²	*	98	32	3643
60	L	231420*	3033 + 5,25x	*	36		
	Q	363292*	2878 + 29,86x - 0,46x ²	*	94	32	3435
2017							
0	L	9610 ^{ns}	-	ns			
	Q	779579*	1693 + 37,13x - 0,59x ²	*	33	31	2277
10	L	31300 ^{ns}	-	ns			
	Q	383873*	1696 + 27,23x - 0,41x ²	*	34	33	2148
30	L	55 ^{ns}	-	ns			
	Q	119665*	1850 + 14,21x - 0,23x ²	*	25	31	2069
60	L	220 ^{ns}	-	ns			
	Q	24768*	1806 + 6,59x - 0,10x ²	*	60	33	1915

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 (b_{1x}) – Probabilidade do parâmetro de inclinação; * – 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.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No modelo de regressão linear a maior taxa de produtividade da aveia é obtida com a redução do nitrogênio em semeadura, aumentando a dose do nutriente em cobertura frente a dose total a ser fornecida. Além disso, a maior eficiência no fornecimento em cobertura se dá quando realizada ao redor de 30 dias após a emergência.

Palavras-chave: *Avena sativa*; otimização; regressão; densidade ideal; soja/aveia.

Keywords: *Avena sativa*; optimization; regression; ideal density; soybean / oats.

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**, v. 10, n. 48, p. 4322-4330, 2015.

FLORES, R. A. et al. Adubação nitrogenada e idade de corte na produção de matéria seca do capim-elefante no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.1282-1288, 2012.

ROCHA, F. A. et al. Modelo numérico do transporte de nitrogênio no solo. Parte II: Reações biológicas durante a lixiviação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.54-61, 2008.

SILVA, C. A. da et al. Fatores que afetam o desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 10, p. 1780-1788, 2016.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. et al. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.8, p. 797-804, 2011.