

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

**MODELOS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE COMO PROPOSTA INOVADORA NA INDICAÇÃO DO FORNECIMENTO DE NITROGÊNIO À PRODUTIVIDADE DA AVEIA<sup>1</sup>**  
**ADAPTABILITY AND STABILITY MODELS AS AN INNOVATIVE PROPOSAL IN THE INDICATION OF THE SUPPLY OF NITROGEN TO THE PRODUCTIVITY OF THE OAT**

**Anderson Marolli<sup>2</sup>, Rúbia Diana Mantai<sup>3</sup>, Osmar Brunelau Scremin<sup>4</sup>, Eldair Fabricio Dornelles<sup>5</sup>, Ângela Teresinha Woschinski De Mamann<sup>6</sup>, José Antonio Gonzalez Da Silva<sup>7</sup>**

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

<sup>2</sup> Doutorando em Modelagem Matemática, UNIJUI, marollia@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Doutoranda em Modelagem Matemática, UNIJUI, rdmantai@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Doutorando em Modelagem Matemática, UNIJUI, osmarcremin@hotmail.com

<sup>5</sup> Mestrando em Modelagem Matemática, UNIJUI, eldair.dornelles@gmail.com

<sup>6</sup> Doutoranda em Modelagem Matemática, UNIJUI, angelademamann@hotmail.com

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

### **Introdução**

A aveia tem assumido forte expressão no sul do Brasil, principalmente pela alta demanda de seus derivados para produção de alimentos (HAWERROTH et al., 2015; MANTAI et al., 2016). O incremento da produtividade de grãos de aveia é dependente do potencial genético das cultivares, tecnologias de manejo, clima e solo favoráveis (SILVA et al., 2016). Dentre as tecnologias de manejo, a adubação com nitrogênio, por ser o nutriente mais absorvido pelos cereais, ganha destaque sobre a expressão da produtividade de grãos (MAROLLI et al., 2017).

ARENHARDT et al. (2015) sugere que em cereais a aplicação de nitrogênio deve ser fracionada, ou seja, parte no momento da semeadura (base) e o restante para completar a dose total em cobertura. TEIXEIRA FILHO et al. (2010) ainda destacam que a adubação de base protege o nitrogênio dos raios solares e mantém o nutriente mais próximo às raízes. Para SILVA et al. (2016), a eficiência do nitrogênio aplicado em cobertura é diretamente dependente das condições de umidade do solo e temperaturas, condições nem sempre obtidas no momento da adubação. Quanto à época ideal para a aplicação em cobertura, ARENHARDT et al. (2015) e BREZOLIN et al. (2017) enfatizam que existe um grande intervalo para tomada de decisão do momento apropriado, pois segundo a recomendação técnica, a adubação nitrogenada deve ocorrer entre o início do afilhamento (estádio V3) e o início do alongamento (estádio V6), intervalo ao redor de 30 a 60 dias após a emergência. FLORES et al. (2012) ainda destacam que a produtividade de grãos de aveia também é dependente da interação entre genótipo e ambiente, este fato fica evidenciado quando um genótipo inserido em diferentes ambientes não apresenta o

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

mesmo desempenho (KRUGER et al., 2016). Na presença da interação, torna-se necessário a estratificação ambiental ou o uso de cultivares e/ou manejos que promovam ampla adaptabilidade com estabilidade (EBERHART & RUSSELL, 1966; DE CARVALHO, 2011). Modelos de adaptabilidade e estabilidade têm sido empregados no melhoramento de plantas e no manejo de culturas como algodão, arroz, milho, trigo e aveia (ARENHARDT et al., 2015; SILVA et al., 2016). Tais modelos buscam através da quantificação de seus parâmetros, definir a resposta dos genótipos frente às condições específicas de cada ambiente (BENIN et al., 2005; MANTAI et al., 2016). A adaptabilidade é a capacidade que um genótipo tem de aproveitar os efeitos ambientais, de maneira a assegurar alto nível de produtividade, e a estabilidade está relacionada com a manutenção da produtividade ou de sua previsibilidade com os ambientes diversos (GONÇALVES et al., 2009; KRUGER et al., 2016).

O uso dos modelos de adaptabilidade e estabilidade, já consolidados em outras espécies para identificação de manejos mais eficientes de nitrogênio, constituem uma proposta inovadora para a promoção da produtividade de grãos de aveia branca. Desta forma, o objetivo do estudo é utilizar os modelos de adaptabilidade e estabilidade de Wricke e Eberhart & Russel, para identificação do manejo mais eficientes no fornecimento de nitrogênio na semeadura e em cobertura voltado à maximização da produtividade de grãos.

### **Materiais e Métodos**

O trabalho foi desenvolvido a campo nos anos agrícolas de 2015, 2016 e 2017, em Augusto Pestana, RS, Brasil. A semeadura foi realizada com semeadora-adubadora em sistema soja/aveia na composição da parcela com 5 linhas de 5 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,20 m, formando a unidade experimental de 5 m<sup>2</sup>. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um esquema fatorial 3x4, sendo três adubações nitrogenadas de base (0 - testemunha, 30 e 60 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro épocas de aplicação de adubação nitrogenada em cobertura (0, 10, 30 e 60 Dias Após a Emergência - DAE), a cultivar utilizada foi Brisasul. A dose de adubação nitrogenada fornecida nas diferentes épocas em cobertura foi definida respeitando as indicações técnicas da cultura da aveia, pelo tipo de precedente cultural, teor de matéria orgânica do solo e da expectativa de produtividade de grãos de 4 t ha<sup>-1</sup>. Durante a execução do estudo foram efetuadas duas aplicações do fungicida tebuconazole de nome comercial FOLICUR® CE na dosagem de 750 mL ha<sup>-1</sup>. Além disso, o controle de plantas daninhas foi efetuado com herbicida metsulfuron-metil de nome comercial ALLY® na dose de 4g ha<sup>-1</sup> e capinas adicionais sempre que necessário. A colheita dos experimentos para a estimativa da produtividade de grãos ocorreu de forma manual, pelo corte das três linhas centrais de cada parcela, que foram trilhadas com colheitadeira estacionária e direcionadas ao laboratório para correção da umidade de grãos e pesagem para estimativa da produtividade de um hectare.

Foi realizada análise de variância para detecção dos efeitos principais e de interação, em seguida os dados obtidos foram submetidos a análise de médias, a qual serviu de base para a classificação da interação das doses em três grupos, superior, mediano e inferior. Para a produtividade de grãos, utilizou-se o seguinte critério de diferenciação; inferior: produtividade de grãos inferior à média geral menos um desvio padrão (DP); mediano: produtividade de grãos no

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

intervalo de menos um DP e mais um DP em relação à média geral e; superior: produtividade de grãos superior à média geral mais um desvio padrão. Na identificação da melhor combinação da dose de nitrogênio na base com a época do fornecido em cobertura, os dados foram submetidos ao modelo de adaptabilidade e estabilidade de Eberhart & Russell, este modelo baseia-se na análise de regressão linear simples, que mede a resposta de cada dose de nitrogênio frente às variações ambientais, sendo o coeficiente de regressão linear ( $\beta_i$ ) a medida da adaptabilidade e os desvios da regressão ( $\sigma_{d_i}$ ) a medida da estabilidade. Além disso, foi realizado o agrupamento de médias por Scott & Knott, na classificação das doses de nitrogênio aplicadas quanto a produtividade média de grãos apresentada no modelo de Eberhart & Russell. Para o teste de ecovalência, utilizou-se o modelo Wricke, este modelo decompõe a soma dos quadrados da interação em partes atribuídas a cada genótipo, considerando como a mais estável aquela com menor estimativa de ecovalência ( $W_i$ ). As análises estatísticas foram realizadas com o software GENES (CRUZ, 2013).

### Resultados e Discussão

Na Tabela 1, da média da produtividade de grãos em função das doses de nitrogênio aplicado na base e da época de aplicação em cobertura, quando não ocorre aplicação de nitrogênio na base, independente da condição de ano agrícola, o fornecimento de nitrogênio aos 10 dias após a emergência promove superioridade sobre a produtividade de grãos em relação as demais combinações. Porém, em ano intermediário e favorável ao cultivo a combinação de 0 base e 30 época e a combinação 10 base e 30 época também evidenciam resultados superiores a média mais um desvio padrão. Enquanto que a combinação 30 base e 30 época apresenta resultados superiores apenas em anos intermediários ao cultivo da aveia.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

Tabela 1. Média da produtividade de grãos em função das doses de nitrogênio, épocas de fornecimento e dos anos de cultivo.

N Base (kg ha <sup>-1</sup> )	N Época (dias)	PG (kg ha <sup>-1</sup> )		
		2015 (AI)	2016 (AF)	2017 (AD)
0	0	2016 <sup>I</sup>	2649 <sup>I</sup>	1421 <sup>I</sup>
0	10	3224 <sup>S</sup>	3730 <sup>S</sup>	2496 <sup>S</sup>
0	30	3525 <sup>S</sup>	4056 <sup>S</sup>	2006
0	60	2330	2873 <sup>I</sup>	1862
10	0	2059 <sup>I</sup>	2846 <sup>I</sup>	1505 <sup>I</sup>
10	10	3094	3495	2274 <sup>S</sup>
10	30	3440 <sup>S</sup>	3795 <sup>S</sup>	1951
10	60	2314	3073	1887
30	0	2104 <sup>I</sup>	3036	1722
30	10	2825	3375	2201
30	30	3393 <sup>S</sup>	3611	1942
30	60	2355	3339	1901
60	0	2369	2840	1778
60	10	2690	3207	1912
60	30	3138	3375	1882
60	60	2410	3236	1831
Média		2705	3283	1911
Média + 1DP		3233	3675	2174
Média - 1DP		2177	2891	1648

N – Nitrogênio; PG – Produtividade de grãos; AI – Ano intermediário; AF – Ano favorável; AD – Ano desfavorável; DP – Desvio padrão; <sup>S</sup> – Superior à média mais um desvio padrão; <sup>I</sup> – Inferior à média mais um desvio padrão.

Na Tabela 2, estão apresentados os parâmetros do modelo de adaptabilidade e estabilidade por Eberhart & Russel para obtenção do índice ambiental e do modelo de Wricke, para estimativa da ecovalência na identificação de manejos ecologicamente mais estáveis. As maiores médias de produtividade de grãos com adaptabilidade geral e estabilidade pelo modelo de Eberhart & Russel, foram obtidas nas combinações: 0 base e 10 época, 0 base e 30 época e 10 base e 30 época, porém, apenas a combinação 0 base e 10 época apresentou 0 base e 10 época pelo modelo de Eberhart & Russel parâmetro  $b_i < 1$  e o mais reduzido valor de  $\omega_i$ , significando estabilidade de produtividade de grãos indicado por ambos os modelos

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

Tabela 2. Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em função do nitrogênio e épocas de aplicação sobre a produtividade de grãos.

N Base (kg ha <sup>-1</sup> )	N Época (dias)	PG <sub>M</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Eberhart & Russel			Wricke	
			b <sub>1</sub>	S <sub>ij</sub> <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	ω <sub>i</sub>	ω <sub>i</sub> (%)
0	0	2029 d	0,89 <sup>ns</sup>	-4878 <sup>ns</sup>	99	85158	1,47
0	10	3150 a	0,90 <sup>ns</sup>	-13660 <sup>ns</sup>	100	38446	0,66
0	30	3196 a	1,52*	59265*	97	1311865	22,65
0	60	2355 c	0,73*	-4627 <sup>ns</sup>	98	318542	5,50
10	0	2137 d	0,96 <sup>ns</sup>	18912 <sup>ns</sup>	96	136789	2,36
10	10	2954 b	0,90 <sup>ns</sup>	-5316 <sup>ns</sup>	99	73709	1,27
10	30	3062 a	1,38*	103801*	94	1005514	17,36
10	60	2424 c	0,84 <sup>ns</sup>	30739*	94	270180	4,66
30	0	2287 c	0,93 <sup>ns</sup>	80896*	90	398425	6,88
30	10	2800 b	0,85 <sup>ns</sup>	-11791 <sup>ns</sup>	100	92382	1,59
30	30	2982 b	1,25*	141732*	91	865242	14,94
30	60	2531 c	1,02 <sup>ns</sup>	80934*	91	380197	6,56
60	0	2329 c	0,77*	-13414 <sup>ns</sup>	100	199780	3,45
60	10	2603 c	0,95 <sup>ns</sup>	-13245 <sup>ns</sup>	100	13462	0,23
60	30	2798 b	1,12 <sup>ns</sup>	87363*	92	457159	7,89
60	60	2492 c	1,01 <sup>ns</sup>	22584 <sup>ns</sup>	96	145600	2,51

Médias seguidas pelas mesmas letras constituem um grupo estatisticamente homogêneo pelo teste de Skott & Knott com uma probabilidade de erro de 5%; PG<sub>M</sub> – média da produtividade de grãos; N - Nitrogênio; b<sub>1</sub> - Coeficiente de adaptabilidade; S<sub>ij</sub><sup>2</sup> - Desvios de regressão; R<sup>2</sup> - Coeficiente de determinação, obtido pelo método de Eberhart & Russell (1966); ω<sub>i</sub> - Coeficiente de estabilidade obtido pelo método de Wricke (1965); \* - Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; <sup>ns</sup> - Não significativo pelo teste F.

### Considerações finais

Os modelos de adaptabilidade e estabilidade de Wricke e Eberhart & Russel possibilitaram a identificação do comportamento das doses e épocas de aplicação do nitrogênio. Assim, independente da condição de ano agrícola, a interatividade das doses de nitrogênio com adaptabilidade e estabilidade na maximização da produtividade de grãos foi obtida pela combinação sem nitrogênio na base com fornecimento aos 10 dias após emergência.

**Palavras-chave:** Avena Sativa; Modelagem; Tecnologia; Manejo.

**Keywords:** Avena Sativa; Modeling; Technology; Management.

### 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.
- BENIN, G. et al. Early generation selection strategy for yield and yield components in white oat. Scientia Agrícola, v.62, n.4, p.357-365, 2005.

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

- BREZOLIN, A.P. et al. Wheat yield obtained from nitrogen dose and fractionation. *African Journal of Agricultural Research*, v.12, n.8, p.566-576, 2017.
- CRUZ, C.D. -GENES- A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.35, p.271-276, 2013.
- DE CARVALHO, H.W.L. et al. Adaptabilidade e estabilidade de milho no nordeste brasileiro. *Revista Científica Rural*, v.13, n.1, p.15-29, 2011.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, Madison, v.6, p.36-40, 1966.
- 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.
- GONÇALVES, P.deS. et al. Prediction of Hevea progeny performance in the presence of genotype-environment interaction. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.52, p.25-33, 2009.
- HAWERROTH, M.C. et al. Correlations among industrial traits in oat cultivars grown in different locations of Brazil. *Australian Journal of Crop Science*, v.9, n.12, p.1182-1187, 2015.
- KRUGER, C.A.M.B. et al. Arranjo populacional em canola definido pelos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.20, n.1, p.36-41. 2016.
- MANTAI, R.D. et al. Simulation of oat grain (*Avena sativa*) using its panicle components and nitrogen fertilizer. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.40, p.3975-3983, 2016.
- MAROLLI, A. et al. Contributive effect of growth regulator Trinexapac-Ethyl to oats yield in Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, v.12, n.10, p.795-804, 2017.
- SILVA, J.A.G.da et al. A eficiência do nitrogênio em aveia na produtividade de grãos com estabilidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.20, n.12, p.1095-1100, 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.
- WRICKE, G. Zur Berechnung der Okovalenz bei Sommerweizen und Hafer. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*, v.52, p.127-138, 1965.