

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

MODELO DE EBERHART & RUSSEL PARA A INOVAÇÃO NA IDENTIFICAÇÃO DE CULTIVARES DE AVEIA ESTÁVEIS E RESPONSIVAS ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS VISANDO A REDUÇÃO NO USO DE FUNGICIDA¹

EBERHART & RUSSEL MODEL FOR INNOVATION IN THE IDENTIFICATION OF OAT CULTIVARS STABLE AND RESPONSIVE FOR CLIMATE CHANGE FOR THE REDUCTION IN THE USE OF FUNGICIDE

Vanessa Pansera², Odenis Alessi³, Adriana Roselia Kraisig⁴, Ângela Teresinha Woschinski De Mamann⁵, Eldair Fabricio Dornelles⁶, José Antonio Gonzalez Da Silva⁷

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

² Doutoranda em Modelagem Matemática, bolsista CAPES, UNIJUI, vpansera@hotmail.com.

³ Doutorando em Modelagem Matemática, bolsista CAPES, UNIJUI, odenisalessi@hotmail.com.

⁴ Doutoranda em Modelagem Matemática, bolsista CAPES, UNIJUI, maryshelei@yahoo.com.br.

⁵ Doutoranda em Modelagem Matemática, UNIJUI, angelademamann@hotmail.com.

⁶ Mestre em Modelagem Matemática, UNIJUI, eldair.dornelles@gmail.com.

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

INTRODUÇÃO

Os modelos matemáticos estatísticos são uma importante ferramenta para analisar processos reais e podem auxiliar na tomada de decisões (MANTAI et al., 2016). Dentre eles, o modelo de adaptabilidade e estabilidade de Eberhart & Russel é importante na definição de cultivares e manejos mais estáveis, adaptados e produtivos (SILVA et al., 2015; KRÜGER et al., 2016).

A aveia é um cereal de múltiplos propósitos, dos quais se pode citar seu uso na rotação e sucessão de culturas, cobertura de solos, e alimentação animal e humana (MANTAI et al., 2016). No cultivo, buscando a produção de grãos com qualidade à indústria, é provável o ataque de doenças foliares causadas por fungos, sendo necessário o uso de agrotóxicos fungicidas para o garantir o controle e produção (OLIVEIRA et al., 2014). No entanto, na alimentação humana, a aveia é um produto consumido in natura, evidenciando a necessidade de grande cuidado no uso de agroquímicos pela contaminação dos grãos por resíduos (SILVA et al., 2015). Uma das formas de contornar o problema é o uso de cultivares mais resistente às doenças, que evidenciem a capacidade de menor uso de fungicida e que garantam maior intervalo possível entre a colheita e última aplicação (SILVA et al., 2015; DORNELLES, 2018).

O emprego de modelos de adaptabilidade e estabilidade considerando diferentes anos agrícolas favoráveis e desfavoráveis ao desenvolvimento das doenças, em diferentes condições de uso de fungicida, pode conjuntamente identificar cultivares mais produtivas, estáveis e adaptadas à redução de uso do agroquímico e ajustadas ao maior intervalo entre a colheita e última aplicação, na proposta de garantia de grãos mais saudáveis à alimentação. O objetivo do estudo é aplicar o

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

modelo de adaptabilidade e estabilidade de Eberhart & Russel na análise de cultivares de aveia mais ajustadas às alterações climáticas em distintos anos agrícolas e que mostrem capacidade de suportar menor uso de fungicida e maior intervalo entre a colheita e última aplicação.

METODOLOGIA

O modelo de Eberhart & Russel define-se através do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = b_{0i} + b_{1i}I_j + S_{ij}^2 + \bar{\epsilon}_{ij}, \quad (1)$$

em que Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j , b_{0i} é a média geral do genótipo i , b_{1i} é o coeficiente de regressão linear que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação do ambiente, I_j é o índice ambiental padronizado, S_{ij}^2 são os desvios da regressão linear, e $\bar{\epsilon}_{ij}$ é o erro experimental médio.

A adaptabilidade corresponde à capacidade das cultivares de responder favoravelmente a distintos estímulos do ambiente. Uma cultivar possui adaptabilidade ampla quando $b_{1i}=1$, adaptabilidade a ambientes favoráveis quando $b_{1i}>1$, e adaptabilidade a ambientes desfavoráveis quando $b_{1i}<1$. A estabilidade corresponde à previsibilidade das respostas de uma cultivar a diferentes condições do ambiente e é obtida pelo parâmetro que indica os desvios da regressão (S_{ij}^2).

O experimento foi em delineamento de blocos casualizados, com 3 repetições, envolvendo 22 cultivares de aveia recomendadas para cultivo no Brasil (Tabela 2) e três modos de aplicação de fungicida: uma aplicação aos 60 dias após a emergência (DAE), duas aplicações (uma aos 60 DAE e outra aos 75 DAE), e três aplicações (uma aos 60 DAE, outra aos 75 DAE e a última aos 90 DAE), considerando três anos agrícolas distintos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Tabela 1, em 2017, as temperaturas foram elevadas, favorecendo a ocorrência de doenças foliares, e a precipitação registrada durante o ciclo de cultivo foi acima da média histórica, com volume de chuvas elevado próximo à colheita, assim, a produtividade média obtida foi de 1861 kg ha^{-1} , abaixo de 50% da expectativa desejada de 4000 kg ha^{-1} , conforme adubação fornecida, indicando ano desfavorável ao cultivo da aveia (AD). Em 2016 as temperaturas foram mais reduzidas, dificultando o desenvolvimento de doenças fúngicas, e a precipitação apesar de estar abaixo da média histórica ocorreu de maneira distribuída. Neste ano, a produtividade média das cultivares foi de 3854 kg ha^{-1} , próxima da expectativa desejada, indicando ano favorável ao cultivo (AF). Em 2015, as temperaturas e precipitação foram intermediárias e a produtividade de grãos foi de 2444 kg ha^{-1} , indicando ano intermediário (AI) ao cultivo da aveia.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

Tabela 1 – Temperaturas e precipitação pluviométrica no ciclo do cultivo da aveia e a produtividade de grãos em distintos anos.

Mês	Temperatura °C			Precipitação (mm)		Fungicida/PG (kg ha ⁻¹)				Classe
	Mín	Máx	Média	25 anos*	Ocorrida	SF	CF ₁	CF ₂	CF ₃	
2017										
Maio	14,04	22,44	18,24	149,7	434,3					
Junho	10,7	21,8	16,25	162,5	146,3					
Julho	8,3	24,42	16,36	135,1	10,75	1149	1869	2116	2310	AD
Agosto	11,4	23,7	17,55	138,2	117,8					
Setembro	15,36	27,07	21,22	167,4	161,5					
Outubro	13,7	26,8	20,25	156,5	304,0					
Total	-	-	-	909,4	1174,65					
2016										
Maio	11,09	20,77	15,93	149,7	55,8					
Junho	4,7	19,3	12,00	162,5	9,8					
Julho	8,5	21,55	15,03	135,1	80,50	3200	3814	4072	4331	AF
Agosto	9,4	22,5	15,95	138,2	160,0					
Setembro	8,44	22,82	15,63	167,4	56,3					
Outubro	12,3	24,8	18,55	156,5	325,8					
Total	-	-	-	909,4	688,20					
2015										
Maio	13,11	22,72	17,92	149,7	181,3					
Junho	9,56	21,47	15,52	162,5	228,3					
Julho	10,5	20,59	15,55	135,1	211,5	1229	2086	3055	3406	AI
Agosto	13,3	24,8	19,05	138,2	86,8					
Setembro	12,73	20,93	16,83	167,4	127,3					
Outubro	14,7	25,2	19,95	156,5	161,8					
Total	-	-	-	909,4	997,00					

Dados da estação meteorológica localizada no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR/UNIJUI) em 2015, 2016 e 2017. AF= ano favorável ao cultivo; AI= ano intermediário ao cultivo; AD= ano desfavorável ao cultivo; PG= produtividade de grãos; Mín= média da temperatura mínima; Máx= média da temperatura máxima; *= Histórico de precipitação pluviométrica nos meses de maio a outubro dos últimos 25 anos; médias seguidas pelas mesmas letras na coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo pelo modelo de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

As cultivares URS Altiva, URS Brava, URS Guará, URS Corona, FAEM 006, FAEM 4 Carlasul, IPR Afrodite e UPFPS Farroupilha evidenciaram produtividade elevada nas três condições de aplicação de fungicida. As cultivares URS Guará, FAEM 006 e UPFPS Farroupilha se aproximaram significativamente das condições de um genótipo ideal, com adaptabilidade geral e estabilidade frente aos três anos de cultivo, com uma, duas e três condições de aplicação de fungicida. Destaca-se na condição de uma aplicação de fungicida, a cultivar URS Guará com adaptabilidade específica a anos favoráveis e a cultivar UPFPS Farroupilha de adaptabilidade específica a anos desfavoráveis, e na condição de duas aplicações de fungicida, a cultivar FAEM 006 obteve adaptabilidade específica a anos desfavoráveis.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

Tabela 2 – Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em cultivares de aveia pelas condições de ano agrícola na produtividade com três condições de aplicação de fungicida (60 DAE; 60/75 DAE; 60/75/90 DAE).

Cultivar	PG (kg ha ⁻¹) (60 DAE)			PG (kg ha ⁻¹) (60/75 DAE)			PG (kg ha ⁻¹) (60/75/90 DAE)		
	b ₀	b ₁	S ²	b ₀	b ₁	S ²	b ₀	b ₁	S ²
URS Altiva	2655 a	0,71*	264401*	3273 a	1,28*	71408*	3604 a	1,19*	4590828*
URS Brava	2643 a	0,96 ^{ns}	80182*	3084 a	1,10 ^{ns}	7525 ^{ns}	3399 a	1,13 ^{ns}	402842*
URS Guará	2629 a	1,18*	-15726 ^{ns}	3135 a	1,09 ^{ns}	-14991 ^{ns}	3430 a	1,06 ^{ns}	-17106 ^{ns}
URS Estampa	2477 b	0,97 ^{ns}	278551*	2684 b	1,08 ^{ns}	21252 ^{ns}	2923 b	1,02 ^{ns}	135542*
URS Corona	2978 a	1,48*	54696*	3410 a	1,32*	437021*	3622 a	1,24*	174604*
URS Torena	2483 b	0,83*	154386*	2962 b	0,86 ^{ns}	16757 ^{ns}	3172 b	0,94 ^{ns}	147207*
URS Charrua	2770 a	1,08 ^{ns}	325537*	3097 a	1,05 ^{ns}	-20028 ^{ns}	3102 b	1,04 ^{ns}	-14699 ^{ns}
URS Guria	2564 b	0,64*	327555*	2991 b	0,67*	270118*	3282 b	0,57*	42524*
URS Tarimba	2295 b	1,34*	-18590 ^{ns}	2821 b	1,39*	-937 ^{ns}	3313 b	1,25*	56671*
URS Taura	2347 b	0,82*	6034 ^{ns}	2757 b	1,12 ^{ns}	477860*	3296 b	1,21*	504719*
URS 21	2561 b	0,83*	-15674 ^{ns}	2894 b	0,87 ^{ns}	39696*	3005 b	0,79*	-14679 ^{ns}
FAEM 007	2609 b	1,26*	1083752*	3410 a	1,24*	290673*	3449 a	1,17*	509076*
FAEM 006	2696 a	0,90 ^{ns}	27506 ^{ns}	3248 a	0,81*	-17958 ^{ns}	3596 a	0,97 ^{ns}	-18980 ^{ns}
FAEM 5 Chiarasul	2332 b	1,14 ^{ns}	349404*	3103 a	0,76*	89450*	3433 a	0,83*	276451*
FAEM 4 Carlasul	2920 a	0,96 ^{ns}	112516*	3467 a	0,65*	-18228 ^{ns}	3617 a	0,50*	6825 ^{ns}
Brisasul	2582 b	1,03 ^{ns}	34762 ^{ns}	3248 a	1,07 ^{ns}	110469*	3593 a	1,42*	-18115 ^{ns}
Barbarasul	2586 b	1,29*	-7388 ^{ns}	3278 a	1,35*	149379*	3504 a	1,44*	16233 ^{ns}
URS Fapa Slava	2328 b	0,84*	43862*	2891 b	0,79*	56001*	3065 b	0,6*	-13748 ^{ns}
IPR Afrodite	2671 a	1,5*	254084*	3298 a	1,18*	304613*	3710 a	1,29*	223040*
UPFPS Farroupilha	2892 a	0,76*	-13644 ^{ns}	3254 a	0,85 ^{ns}	-19669 ^{ns}	3474 a	0,92 ^{ns}	-13143 ^{ns}
UPFA Ouro	2440 b	0,58*	15548 ^{ns}	2771 b	0,67*	-18097 ^{ns}	3127 b	0,64*	50089*
UPFA Gaudéria	2522 b	0,81*	-16093 ^{ns}	2707 b	0,81*	-9325 ^{ns}	2970 b	0,77*	46499*

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade de erro; * = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} = não significativo; PG = produtividade de grãos; b₀ = média geral da cultivar; b₁ = coeficiente de regressão linear; S² = desvios da regressão; 60 DAE = uma aplicação de fungicida aos 60 DAE; 60/75 DAE = duas aplicações de fungicida uma aos 60 DAE e outra aos 75 DAE; 60/75/90 DAE = três aplicações de fungicida uma aos 60 DAE, outra aos 75 DAE e a última aos 90 DAE.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo de adaptabilidade e estabilidade de Eberhart & Russel é indicado na identificação de cultivares ideais para cultivo. As cultivares URS Guará, FAEM 006 e UPPFS Farroupilha apresentam características bastante próximas de um genótipo ideal, com estabilidade e adaptáveis

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: VIII Seminário de Inovação e Tecnologia

a alterações climáticas de distintos anos agrícolas, em condições que se utilizam manejos que promovem redução no uso de fungicida e maior intervalo entre a colheita e última aplicação.

Palavras-chave: *Avena sativa*; métodos matemáticos; segurança alimentar.

Keywords: *Avena sativa*; mathematical methods; food security.

REFERÊNCIAS

DORNELLES, E. F. **Modelagem matemática da elaboração de grãos de aveia mais saudáveis à alimentação pela redução de uso de fungicida e maior intervalo entre a colheita e última aplicação.** 2018. 139 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2018.

KRÜGER, C. A. M. B. et al. Rapeseed population arrangement defined by adaptability and stability parameters. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 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

OLIVEIRA, E. A. de P. et al. Foliar fungicide and environments on the physiological quality of oat seeds. **Journal of Seed Science**, p. 15-24, 2014.

SILVA, J. A. G. da, et al. Adaptability and stability of yield and industrial grain quality with and without fungicide in Brazilian oat cultivars. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 9, p. 1560-1569, 2015.