

ESTABILIDADE DO RENDIMENTO DE GRÃOS EM AVEIA: EFEITO DO USO DE FUNGICIDAS¹

LUIZ CARLOS FEDERIZZI, JOSÉ FERNANDES BARBOSA NETO, FERNANDO IRAJÁ FELIX DE CARVALHO²,
LUIZ VOLNEY MATOS VIAU³, JONES LEAL SEVERO, ELMAR LUIZ FLOSS⁴, ANTONIO ALVES⁵,
JULIANO ALMEIDA⁶ e AVAHY CARLOS DA SILVA⁷

RESUMO - Vinte genótipos de aveia (*Avena sativa* L.) foram avaliados quanto à estabilidade de rendimento de grãos e efeito da aplicação de fungicida na interação genótipo x ambiente, em quatro locais do sul do Brasil, durante os anos agrícolas de 1986, 1987 e 1988. Foram adotados os parâmetros desenvolvidos por Eberhart & Russell (1966) (\hat{x} , \hat{b} e Sd), com análise considerando três modelos: com aplicação de fungicida, sem aplicação de fungicida, e modelo completo. Os resultados indicaram a ocorrência de uma forte interação genótipo x ambiente, porém sem nenhum genótipo que apresentasse estabilidade de rendimento de grãos, principalmente em consequência dos grandes desvios da regressão observados. A aplicação de fungicida determinou um incremento na média do rendimento de grãos, mas não afetou a interação genótipo x ambiente. Com base nos resultados, é possível indicar as variedades UPF 7 e UFRGS 7 para cultivo no sul do Brasil, uma vez que apresentam alto rendimento de grãos e insensibilidade a alterações de ambiente; por outro lado, UPF 6 e UFRGS 10 poderiam ser mais apropriadas para os agricultores, pois respondem satisfatoriamente a melhorias de ambiente.

Termos para indexação: interação genótipo x ambiente, ambiente, insensibilidade, *Avena sativa*.

YIELD STABILITY OF OAT GRAIN: EFFECT OF THE USE OF FUNGICIDES

ABSTRACT - Twenty oat (*Avena sativa* L.) genotypes were evaluated for grain yield stability and the effect of fungicide application on the genotype x environment (GxE) interaction in four locations in southern Brazil during 1986, 1987 and 1988. Eberhart & Russell's (1966) parameters (\hat{X} , \hat{b} and Sd) were adopted and analyses were performed according to three models: with fungicide application, without fungicide application, and, complete model. Results indicated a strong GxE interaction, although no genotype showed stable grain yield performance, as shown by the high regression deviations observed. Fungicide application caused an increase in mean grain yield performance, but did not affect the GxE interaction. UPF 7 and UFRGS 7 appear to be good genotypes for southern Brazil because they are productive and insensitive to environmental changes; on the other hand, UPF 6 and UFRGS 10 could be more useful for farmers, since they respond positively to the environmental improvements.

Index terms: genotype x environment interaction, environment, insensitivity, *Avena sativa*.

¹ Aceito para publicação em 14 e outubro de 1992.

² Eng.-Agr., Ph.D., Dep. de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 90001-970 Porto Alegre, RS.

³ Eng.-Agr., Centro de Treinamento Cotrijui, CEP 98700 Ijuí, RS.

⁴ Eng.-Agr., Faculdade de Agronomia, Universidade de Passo Fundo, CEP 99052-630 Passo Fundo, RS.

⁵ Eng.-Agr., Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), CEP 88001 Florianópolis, SC.

⁶ Eng.-Agr., Cooperativa Agrária Entre-Rios, 85100 Guarapuava, PR.

⁷ Eng.-Agr., Instituto Agrônomo do Paraná, IAPAR, Ponta Grossa, PR.

INTRODUÇÃO

A análise da interação genótipo x ambiente (G x E) tem sido sugerida como um meio de auxiliar os melhoristas na avaliação de genótipos-elite em programas de melhoramento (Finlay & Wilkinson 1963, Eberhart & Russell 1966). Esta interação assume importância fundamental em regiões de alta variação de ambiente, onde os genótipos podem apresentar comportamentos distintos em face de diferentes condições.

Diversos trabalhos discutindo os efeitos da interação G x E têm sido publicados: Carvalho et al. (1983) apresentaram que alterações no desempenho de rendimento de grãos em trigo eram devidas a fatores de ambiente, da mesma maneira que a variação de ano para ano afetava o rendimento relativo de grãos de aveia no sul do Brasil (Carvalho et al. 1982).

Um modelo de dois parâmetros foi sugerido por Finlay & Wilkinson (1963) como forma de identificar estabilidade genética, a média (\bar{X}) e o coeficiente de regressão linear (\hat{b}) do genótipo sobre ambientes distintos. Uma cultivar com valor elevado de média e um coeficiente de regressão igual a zero ($\hat{b} = 0$) seria interpretada como estável, isto é, insensível a modificações de ambiente, o que pode ser chamado de estabilidade estática (Becker & Leon 1988).

Por outro lado, a melhoria no manejo das culturas, refletindo em maiores investimentos, deve resultar em incremento do desempenho econômico: desta forma, um conceito de estabilidade utilizando três parâmetros, desenvolvido por Eberhart & Russell (1966), parece ser mais promissor na identificação de genótipos superiores numa amplitude de ambientes. A média (\bar{X}), o coeficiente de regressão linear (\hat{b}) e os desvios da regressão (Sd), parecem ser valiosos na determinação da interação G x E, pois fornecem um meio para avaliar o desempenho de novos genótipos. Neste modelo, um genótipo estável deveria apresentar média elevada, coeficiente de regressão linear igual à unidade ($\hat{b} = 1.0$) e desvios da regressão zero (Sd = 0). Esta estabilidade é denominada dinâmica, e é de maior utilidade para a recomendação de novas cultivares (Carvalho et al. 1983).

Outro modelo propôs separar a interação G x E em duas partes (ambientes superiores e inferiores), estimando dois coeficientes de regressão linear para cada cultivar (Verna et al. 1978). Com base neste modelo, um genótipo superior seria o que apresentasse coeficiente de regressão linear igual a zero ($\hat{b} = 0$) em ambientes ruins, e igual a um ($\hat{b} = 1.0$) nos ambientes bons, supondo-se que a variação genética em maus ambientes seria diferente daquela em bons ambientes.

Recentemente, pesquisadores têm apontado que situações imprevisíveis causando estresse no

desenvolvimento das plantas poderiam modificar a estabilidade das cultivares, uma vez que todos os modelos propostos estão baseados nas variações de ambiente que ocorreram no passado, sendo, portanto, inúteis para prever o comportamento destes genótipos no futuro. A quebra de resistência a moléstias poderia ser um bom exemplo para o fracasso da análise da interação G x E, e assim sendo, é fundamental que a análise de estabilidade utilize um grande número de ambientes, a fim de que o genótipo tenha desempenho médio o mais representativo possível. Entretanto, isto se torna difícil, dada a pequena duração de um genótipo em ambientes variáveis, principalmente por causa de moléstias (Borlaug 1981). Desta forma, a utilização de fungicidas tem sido sugerida como maneira de incrementar a estabilidade genotípica em ambientes com alta incidência de patógenos.

Os experimentos aqui apresentados foram realizados com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de fungicidas na estabilidade de genótipos de aveia no sul do Brasil, empregando o modelo de Eberhart & Russell (1966).

MATERIAL E MÉTODOS

Vinte genótipos de aveia (Tabela 1) desenvolvidos pelas Universidades de Passo Fundo e Federal do Rio Grande do Sul foram avaliados quanto à estabilidade do rendimento de grãos em quatro áreas de produção (Eldorado do Sul, RS, Passo Fundo, RS, Augusto Pestana, RS e Entre-Rios, PR), durante os anos de 1986, 1987 e 1988. Dois experimentos, com e sem fungicida, foram conduzidos em cada local, exceto em Augusto Pestana, em 1988, onde não foi aplicado fungicida, perfazendo um total de 23 ambientes diferentes.

Os experimentos foram instalados utilizando o delineamento de blocos ao acaso, com seis repetições. Em três repetições ao acaso foram realizadas duas aplicações do fungicida propiconazole 0,5 l/ha. Cada parcela era composta por quatro linhas de 5,0 m, com espaços, entre si, de 0,20 m, tendo sido colhidas somente as duas linhas centrais. Todos os experimentos foram semeados na época adequada, na última semana de maio e primeira quinzena de junho. Nestes locais, a ocorrência de ferrugem-da-folha-da-aveia, causada pelo fungo *Puccinia coronata avenae*, é recorrente e anual. Foram realizadas leituras da ocorrência da ferrugem-da-folha em todos os locais e anos (dados não mostrados no trabalho); a ocorrência do fungo pode ser comprovada

TABELA 1. Genealogia dos genótipos de aveia testados no sul do Brasil durante os anos de 1986, 1987 e 1988. Porto Alegre, 1991.

Genótipo	Genealogia
UPF 1 ¹	FLA x 63-46 (AB113)
UPF 2	X 2505-4
UPF 3	Coronado x X1779-2
UPF 4	X 2055-1
UPF 5	X 2185-1 x ILL-151
UPF 6	Cooker 1214 x Lang
UPF 7	TCFP x X2503-1
UPF 8	X 2505-4 x OTEE
UPF 9	79BYL3109 Texas
UFRGS 1	DAL x CDA 292
UFRGS 2	DAL x CDA.292
UFRGS 4	DAL x CDA 292
UFRGS 5	Cooker 234 x RIT 130
UFRGS 6	Swan x X2616-2
UFRGS 7	X 1205 x FLA 1093
UFRGS 8	OA 338 x X2682-1
UFRGS 9	Double/S (4 Parents)
UFRGS 10	c 1217 X (Coronado x BCRA)
Coronado	-
Suregrain	-

¹ UPF = variedades desenvolvidas pela Universidade de Passo Fundo UFRGS = variedades desenvolvidas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

pela diferença na média dos experimentos com e sem fungicidas. A análise da variância considerou o efeito de genótipos fixo e os demais aleatórios. Os parâmetros de estabilidade foram estimados conforme o modelo de Eberhart & Russell (1966), sendo consideradas três estimativas separadamente: todos os ambientes, ambientes sem fungicida, e ambientes com fungicida. O índice ambiental foi estimado separadamente para cada modalidade de análise.

O rendimento de grãos foi comparado com o teste de Tukey, e a significância dos desvios da regressão linear foi determinada através do F-teste (Steel & Torrie 1980). A hipótese de que o coeficiente de regressão linear não era diferente de um ($\hat{b} = 1,0$) foi determinada pelo t-teste. O coeficiente de determinação (R^2) foi obtido pelo método apresentado por Steel & Torrie (1980).

RESULTADOS

A análise de variância do experimento completo revelou que todos os fatores principais (ano, local, fungicida e genótipos) foram altamente significativos, bem como as interações, com exceção das interações ano x fungicida x genótipo, e local x fungicida x genótipo (Tabela 2).

Na análise da variância relativa aos experimentos com e sem fungicidas, os fatores principais e as interações foram altamente significativos (Tabela 2). De todas as interações envolvendo o fator genótipo, a de maior efeito foi ano x genótipo; as demais tiveram valores similares (Tabela 2).

O rendimento médio de grãos, o coeficiente de regressão linear e os desvios da regressão, estão apresentados na Tabela 3. A aplicação de fungicidas revelou aumento médio no rendimento de grãos de 712 kg/ha. Quatro genótipos podem ser indicados como altamente produtivos nas três análises realizadas (UPF 6, UPF 7, UFRGS 7 e UFRGS 10). As cultivares UPF2, UPF4 e Suregrain foram as piores em rendimento de grãos, os demais genótipos tiveram comportamento intermediário ao redor da média geral.

Os coeficientes de regressão b observados quanto aos genótipos foram muito similares, quando comparados às três análises realizadas (Tabela 3), tendo mantido a magnitude e a significância. Quanto ao coeficiente de regressão, em todas as análises foram obtidos quatro grupos de genótipos: o primeiro grupo, com $b = 0$, valor NS, com um único genótipo UFRGS 8; o segundo grupo, com $b < 1$, com os genótipos UPF 4, UPF 7, UFRGS 7, UFRGS 9; o terceiro grupo, com $b = 1$, constituído dos genótipos UPF 3, UPF 5, UPF 6, UPF 8, UFRGS 2, UFRGS 10; o quarto grupo, com $b > 1$, com os genótipos UPF 1, UPF 9, UFRGS 1, UFRGS 5, UFRGS 6, Coronado e Suregrain.

Quanto ao terceiro parâmetro, os desvios da regressão e maioria dos genótipos revelaram valores altamente significativos, independentemente da aplicação, ou não, do fungicida. O único genótipo que apresentou valores dos desvios da regressão não-significativo foi o UPF 3, mas com baixo rendimento de grãos (Tabela 3).

Quanto ao coeficiente de determinação (Tabela 4), os valores foram similares em relação às análises completas, com e sem fungicida, e foram de grande magnitude, com exceção do genótipo UFRGS 8 (que teve b não-significativo) e para os genótipos UFRGS 7 e UFRGS 9, que revelaram valores intermediários.

A análise da estabilidade do rendimento de grãos está apresentada nas Figs. 1, 2 e 3, para os experimentos completos, sem fungicida e com fungicida respectivamente. Ocorreram poucas mudanças de posicionamento dos genótipos nas três condições de ambiente testadas, sendo que os genótipos que apresentaram média de rendimento superiores UFRGS 10, UFRGS 7, UPF 6 e UPF 7, apresentaram $b = 1$, com exceção da UFRGS 7, e todos revelaram desvios da regressão significativos. Nenhum genótipo estudado revelou estabilidade conforme a definição de Eberhard & Russell (1966).

DISCUSSÃO

O ambiente no sul do Brasil é altamente variável, do que resulta uma forte interação $G \times E$, como foi detectado pela análise da variância. Carvalho et al. (1982), trabalhando com aveia em diferentes locais e anos, apontaram que a variação devida ao fator ano era de maior importância para a determinação da estabilidade de rendimento de grãos neste cereal, sendo o fator local de pequena contribuição. Entretanto, os presentes resultados indicaram a influência de ambas as fontes de variação (ano e local), causando modificações no comportamento dos genótipos. As cultivares estudadas podem ter provocado esta resposta diferencial, assim como a inclusão de um novo local fora do Rio Grande do Sul (Entre-Rios, PR), enquanto análises anteriores só utilizaram locais no Rio Grande do Sul, os quais são teoricamente mais similares. Assim sendo, a utilização de diferentes

TABELA 2. Valores e significância do quadrado médio para repetições, anos, locais, fungicida, variedade e suas interações. Porto Alegre, 1991.

Causas da variação	Quadrado médio		
	Completo	Sem fungicida	Com fungicida
Repetição	2268477,6**	674314,4**	1647895,8**
Ano (A)	92989597,1**	73976025,3**	34076706,2**
Local (L)	58489454,0**	34137457,3**	23181677,9**
Fungicida (F)	184121549,7**	-	-
Genótipo (G)	11187756,2**	7419561,0**	4587584,4**
A x L	18093020,9**	14618192,4**	21317864,5**
A x F	15063134,3**	-	-
L x F	1708839,6**	-	-
A x L x F	5148070,3**	-	-
A x G	1556579,7**	989929,1**	713225,2**
L x G	861770,6**	420650,1**	619247,1**
F x G	819389,2**	-	-
A x L x G	752772,2**	478014,7**	513819,7**
A x F x G	146574,6NS	-	-
L x F x G	178127,2NS	-	-
A x L x F x G	184110,8**	-	-

** = Significância a 1% de probabilidade ($P < 0,01$).

NS = Não-significativo.

C.V. (%) 16,9 (completo)

18,2 (sem fungicida)

15,6 (com fungicida).

locais e anos parece ser bastante importante para a determinação da interação G x E e para a recomendação de novas variedades aos agricultores.

A análise de três parâmetros não possibilitou a indicação de um genótipo superior em estabilidade de rendimento de grãos, pois nenhuma cultivar preencheu as pressuposições do modelo de Eberhart & Russell (1966). Quatro genótipos apresentaram rendimento de grãos consistentemente superiores (UPF 6, UPF 7, UFRGS 7 e UFRGS 10), produzindo um desvio-padrão acima da média geral. O coeficiente de regressão linear demonstrou que os genótipos estudados apresentaram comportamento distinto em diferentes ambi-

entes. A cultivar UFRGS 8 poderia ser indesejável para os agricultores, dada a sua insensibilidade a melhorias de ambiente ($\hat{b} = 0$), produzindo resultados similares (um pouco acima da média) em cada local e ano analisados. Entretanto, no sul do Brasil este comportamento parece ser promissor, tendo em vista a freqüência com que ocorre a ferrugem-da-folha, desde que a média de rendimento de grãos seja consistentemente superior em relação aos outros genótipos disponíveis.

Tecnicamente, os genótipos com $\hat{b} = 1,0$ são os mais apropriados para os agricultores, uma vez que respondem satisfatoriamente aos incrementos no ambiente. Três dos melhores genótipos quanto

TABELA 3. Rendimento de grãos (X = kg/ha), coeficiente de regressão (b) e desvios da regressão (Sd) para genótipos testados conforme modelos completo e com efeito de fungicida isolado, em quatro locais, durante 1986, 1987 e 1988. Porto Alegre, 1991.

Genótipo	Completo			Sem fungicida			Com fungicida		
	x	b	Sd	x	b	Sd	x	b	Sd
UPF 1	2173	1,13*	224826**	1928	1,15*	174486**	2441	1,31*	227203**
UPF 2	1679 I	1,13	329641**	1425 I	1,22*	267277**	1955 I	1,20	366482**
UPF 3	2394	1,01	111974	1990	1,00	75972	2834	0,95	148416
UPF 4	1839 I	0,66*	250532**	1526	0,65*	240117**	2181 I	0,55*	253279**
UPF 5	2248	1,07	239504**	1812	1,11	152039**	2724	0,89	309886**
UPF 6	2757 S	0,97	333933**	2433 S	0,95	217420**	3111 S	1,02	481732**
UPF 7	2766 S	0,81*	285977**	2503 S	0,84	273227**	3052 S	0,79*	317062**
UPF 8	2078	1,02	205733**	1678	0,96	192118**	2515	1,06	223719
UPF 9	2235	1,18*	321698**	1810	1,22*	357704**	2699	1,08	294753**
UFRGS 1	2200	1,21*	231959**	1772	1,25*	207441**	2666	1,13	268003**
UFRGS 2	2114	1,00	234815**	1694	1,01	186486**	2572	0,86	277905**
UFRGS 4	2279	0,93	173086	1872	0,96	180650**	2723	0,76*	140688
UFRGS 5	2005	1,20*	331534**	1502	1,19*	353454**	2554	1,07	298705**
UFRGS 6	2011	1,31*	235719**	1519	1,23*	136754	2547	1,37*	348339**
UFRGS 7	3064 S	0,63*	351663**	2823 S	0,66*	379868**	3328 S	0,55*	337580**
UFRGS 8	2512	0,37NS	586993**	2292	0,29NS	600285**	2753	0,34NS	583478**
UFRGS 9	2578	0,56*	374109**	2407 S	0,48*	331837**	2765	0,73*	422576**
UFRGS 10	3080 S	0,96	326076**	2862 S	1,00	385069**	3318 S	1,07	244794**
Coronado	1978	1,40*	152985	1581	1,40*	154138**	2411	1,51*	137316
Suregrain	1803 I	1,35*	307496**	1549	1,44*	194363**	2081 I	1,53*	321246**
Média (*)	2290			1949			2661		
Desvio-padrão (s)	396			448			364		

* = Significativamente diferente de 1,0 a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

** = Significativamente diferente de zero a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

$$S = \bar{X} + s.$$

$$I = \bar{X} - s.$$

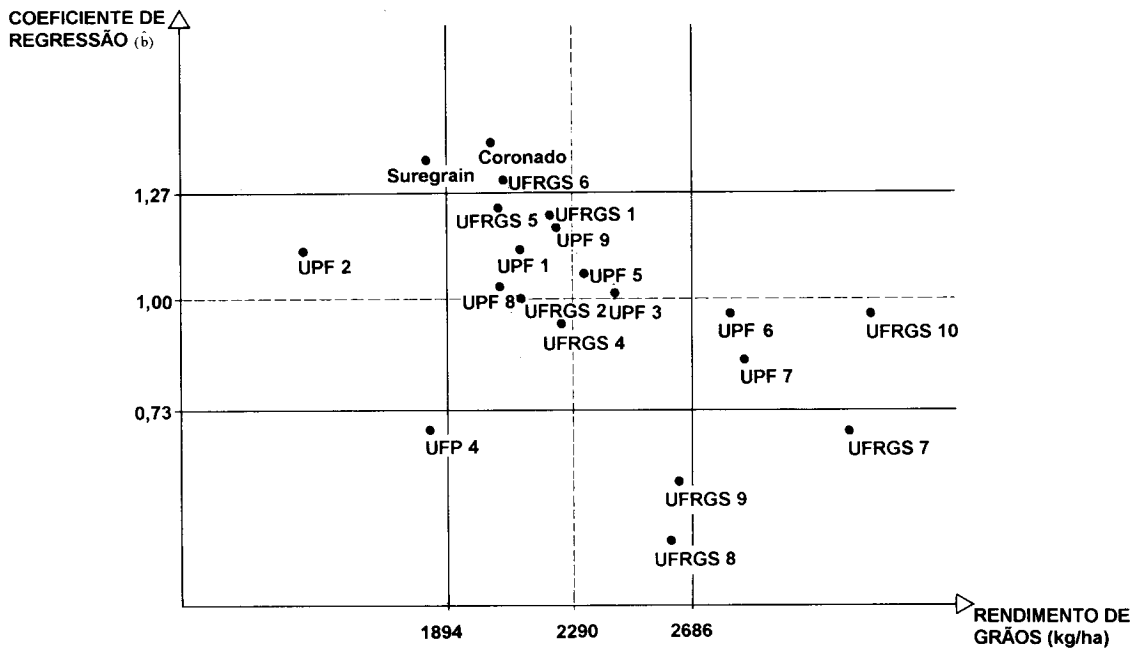


FIG. 1. Relação entre rendimento de grãos e coeficiente de regressão para 20 genótipos de aveia, testados em quatro locais, durante 1986, 1987 e 1988; modelo completo, Porto Alegre, 1991.

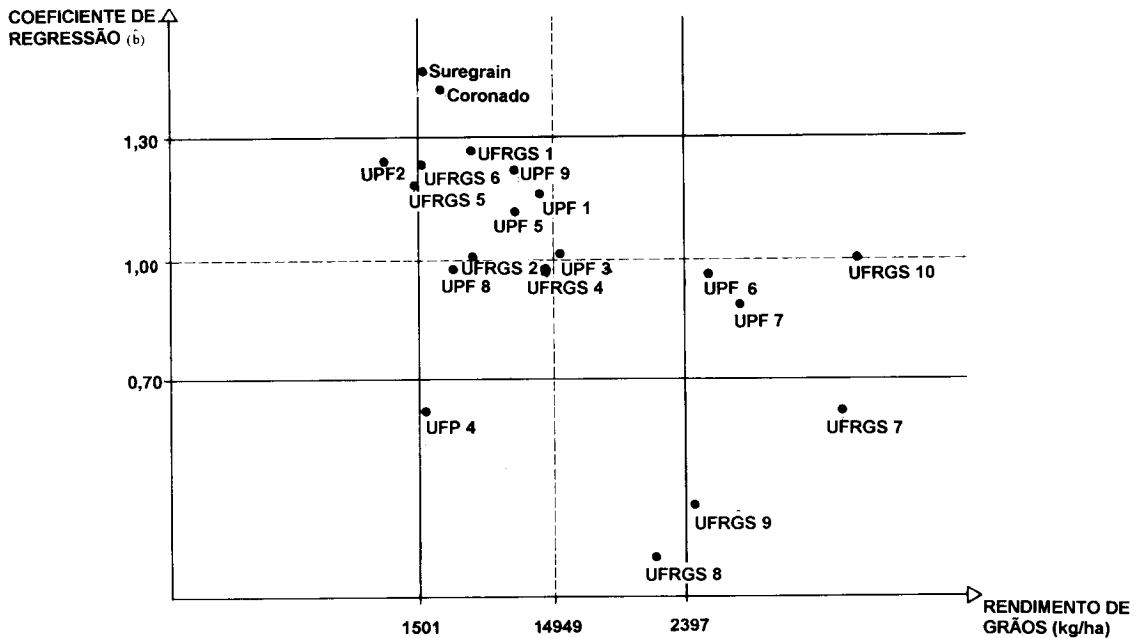


FIG. 2. Relação entre rendimento de grãos e coeficiente de regressão para 20 genótipos de aveia, testados em quatro locais, durante 1986, 1987 e 1988; modelo sem aplicação de fungicida, Porto Alegre, 1991.

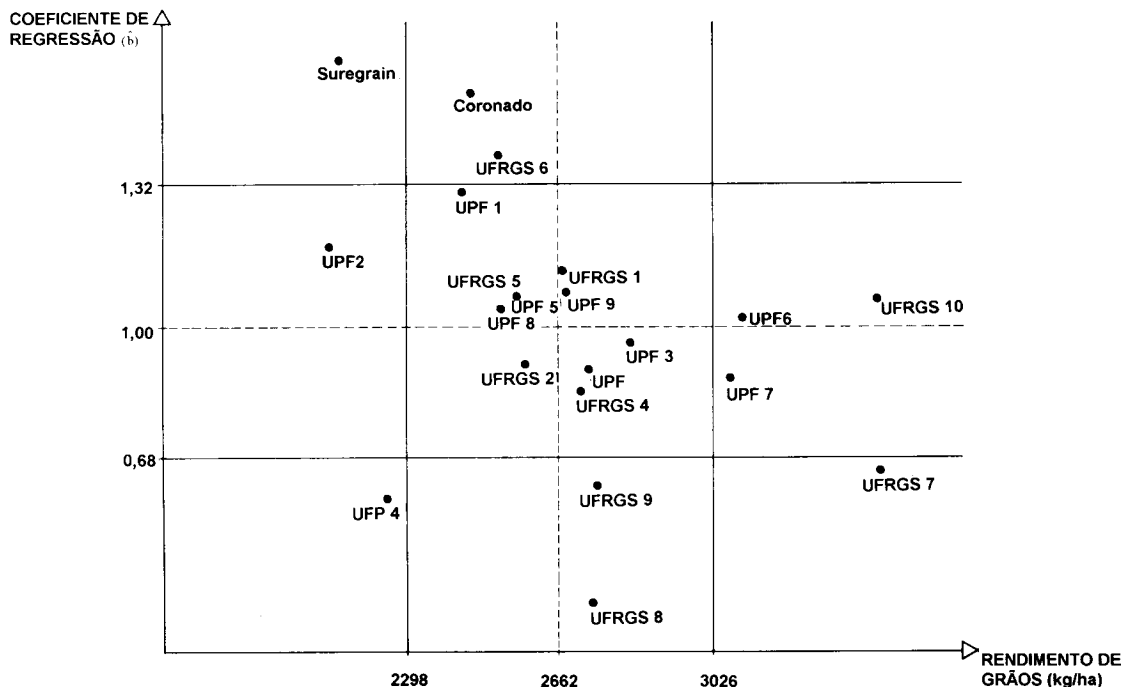


FIG. 3. Relação entre rendimento de grãos e coeficiente de regressão para 20 genótipos de aveia, testados em quatro locais, durante 1986, 1987 e 1988; modelo com aplicação de fungicida, Porto Alegre, 1991.

ao rendimento de grãos estão neste grupo: UPF 6, UPF 7 e UFRGS 10. A cultivar UFRGS 7 com $b < 1$ demonstrou excelente rendimento de grãos, sendo bastante interessante para o cultivo em ambientes com situações de estresse, visto que produz acima da média geral, com pequenas modificações às alterações de ambiente. É possível que no sul do Brasil este tipo de variedade seja preferencial, uma vez que o fator ano é altamente variável e incontrolável, fornecendo genótipos menos sensíveis a modificações de ambiente. Quando o coeficiente de regressão linear foi superior à unidade ($\hat{b} > 1,0$), as variedades estudadas apresentaram um pequeno potencial para o rendimento de grãos, o que indica que a seleção para genótipos altamente sensíveis ao ambiente não é uma boa estratégia.

O terceiro parâmetro de Eberhart & Russell (1966) está relacionado com o erro na escolha da regressão linear para descrever o comportamento de um genótipo. Nesta análise, todas as variedades, com exceção da UPF 3, que teve baixos ren-

dimentos, demonstraram grandes desvios da regressão. Pelos resultados obtidos, não foi possível a recomendação de nenhuma cultivar, com base na análise de estabilidade. Provavelmente, o parâmetro S_d é de menor importância nas condições de ambiente do sul do Brasil, por não discriminar os genótipos, desde que outros trabalhos também detectaram desvios significativos da regressão (Carvalho et al. 1982, Carvalho et al. 1983), possivelmente devido à característica de alta variabilidade do ambiente na região.

A utilização de fungicida como meio de incrementar a estabilidade do rendimento de grãos não demonstrou ser importante. O desempenho relativo dos genótipos não modificou com a aplicação de fungicidas; o rendimento de grãos foi o único parâmetro afetado. Desta forma, se o comportamento dos genótipos foi o mesmo com as variações do ambiente no caso aplicação de fungicida, a resposta da estabilidade dos genótipos é uma característica genética específica de cada cultivar, como o observado em trigo (Carvalho et al. 1983).

TABELA 4. Coeficiente de determinação (R^2) de rendimento de grãos para genótipos de aveia testados em quatro locais durante 1986, 1987 e 1988. Porto Alegre, 1991.

Genótipo	R^2		
	Completo	Sem fungicida	Com fungicida
UPF 1	0,82	0,86	0,81
UPF 2	0,75	0,81	0,68
UPF 3	0,88	0,91	0,77
UPF 4	0,58	0,58	0,40
UPF 5	0,79	0,86	0,59
UPF 6	0,69	0,77	0,54
UPF 7	0,64	0,67	0,52
UPF 8	0,80	0,79	0,73
UPF 9	0,77	0,77	0,68
UFRGS 1	0,83	0,86	0,72
UFRGS 2	0,77	0,81	0,59
UFRGS 4	0,80	0,80	0,69
UFRGS 5	0,77	0,76	0,68
UFRGS 6	0,85	0,90	0,75
UFRGS 7	0,47	0,47	0,33
UFRGS 8	0,15	0,10	0,10
UFRGS 9	0,40	0,35	0,41
UFRGS 10	0,69	0,67	0,72
Coronado	0,91	0,91	0,90
Suregrain	0,82	0,89	0,80

Assim sendo, a aplicação de fungicida em aveia não assegura estabilidade de rendimento de grãos, mas contribui intensamente no incremento da produção de grãos.

CONCLUSÕES

1. Os genótipos UPF 6, UPF 7, UFRGS 7 e UFRGS 10 revelaram os melhores rendimentos de grãos, independentemente da aplicação de fungicidas.

2. Nenhum genótipo avaliado apresentou estabilidade genética do rendimento de grãos quan-

do foi utilizado o modelo de três parâmetros, mesmo com o controle de moléstias.

3. A aplicação de fungicida não modificou a expressão de estabilidade dos genótipos testados.

AGRADECIMENTOS

À Quaker Indústria Alimentícia, ao CNPq e à FAPERGS, pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- BECKER, H.C.; LEON, J. Stability analysis in plant breeding. Berlin. **Plant Breeding**, v.101, p.1-23, 1988.
- BORLAUG, N.E. Increasing and stabilizing food production. In: PLANT BREEDING II. Ames: The Iowa State University Press, 1981. v.2, p.467-492.
- CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C.; NODARI, R.O.; FLOSS, E.; GANDIM, L.C. Analysis of stability parameters and of genotype x environment interaction in oats grain yield in Rio Grande do Sul (Brasil). **Revista Brasileira de Genética**, v.5, p.517-532, 1982.
- CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C.; NODARI, R.O.; STORCK, L. Comparison among stability models in evaluating genotypes. **Revista Brasileira de Genética**, v.6, p.667-691, 1983.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, p.36-40, 1966.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.14, p.742-754, 1963.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.M. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980. p.633.
- VERNA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, v.53, p.89-91, 1978.