

AVALIAÇÃO DA PRECISÃO EXPERIMENTAL EM ENSAIOS DE COMPETIÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA

Experimental precision evaluation of soybean cultivar yield trials

Lindolfo Storck¹, Alberto Cargnelutti Filho², Alessandro Dal'Col Lúcio²,
Evandro Luiz Missio³, Sérgio de Assis Librelotto Rubin³

RESUMO

Foram usados os dados de produtividade de grãos, de 216 ensaios de competição de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], realizados no Estado do Rio Grande do Sul, nos anos agrícolas 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006, com o objetivo de avaliar a acurácia seletiva e outras 15 estatísticas como medidas do grau de precisão experimental dos ensaios de soja. Os valores mínimo, máximo, média, desvio padrão e coeficiente de variação foram obtidos para 16 estatísticas de cada ensaio. A estatística acurácia seletiva, $AS=(1-1/F)^{1/2}$, foi correlacionada com as demais estatísticas. Para cada faixa de precisão (baixa, moderada, alta e muito alta), segundo a estatística AS, foi obtida a frequência simples e relativa de ensaios para as diferentes categorias (ciclo, ano, significância entre blocos e entre genótipos) e no geral. Segundo esta estatística, 76,4% dos ensaios de competição de cultivares de soja têm precisão alta e muito alta e apenas 6,9% tem precisão baixa. A estatística acurácia seletiva é adequada para avaliar a precisão experimental dos ensaios de competição de genótipos de soja. Descartar ensaios apenas por ter coeficiente de variação muito alto é uma atitude desaconselhável.

Termos para indexação: *Glycine max* (L.) Merrill, Acurácia Seletiva, qualidade dos ensaios, coeficiente de variação.

ABSTRACT

Data of 216 soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] yield trials conducted in the State of Rio Grande do Sul during the 2003/04, 2004/05 and 2005/06 were used in order to evaluate the selective accuracy and other 15 statistics as a measurement of the degree of experimental precision of soybean yield trials. The minimum, maximum, average standard deviation and variation coefficient were obtained of 16 statistics in each experiment. The statistics selective accuracy, $SA=(1-1/F)^{1/2}$, was correlated with all others. For each precision class (low, moderate, high and very high) according to the selective accuracy, the simple and relative frequency were obtained for each different categories (growth duration, year, significance among blocks and among genotypes) and general frequencies. According to these selective accuracy statistics, 76.4% of the soybean yield trials have a high and very high degree of precision whereas and only 6.9% have a low precision. The statistics selective accuracy is adequate to evaluate the experimental precision of soybean yield trials. It is not advisable to discard results of experiments for having a variation coefficient considered as too high.

Index terms: *Glycine max* (L.) Merrill, Selective Accuracy, quality of trials, variation coefficient.

(Recebido em 13 de janeiro de 2009 e aprovado em 3 de junho de 2009)

INTRODUÇÃO

Pequenos aumentos de produtividade de grãos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], obtidos com a seleção adequada dos genótipos nos programas de melhoramento genético, são importantes. No entanto, em razão da falta de uma medida adequada do grau de precisão experimental na avaliação dos genótipos sob seleção, pequenos acréscimos (diferenças) podem não ser identificados e os ensaios serem descartados incorretamente.

Para melhorar a precisão experimental, o pesquisador deve estar atento para o correto planejamento, condução e análise dos dados. Nesse sentido, abordagens sobre as fontes de erro experimental, ou seja, fontes que causam variabilidade entre as observações nas unidades experimentais de um mesmo

tratamento, e o uso de técnicas experimentais adequadas são amplamente descritos em textos (Gómez & Gómez, 1984; Banzatto & Kronka, 1996; Steel et al., 1997; Ramalho et al., 2005; Storck et al., 2006). Também, em estudos recentes, há aplicações de diferentes métodos para a determinação de técnicas experimentais e para diferentes culturas (Rossetti, 2002; Viana et al., 2002; Henrique Neto et al., 2004; Lopes et al., 2005; Martin et al., 2005; Oliveira et al., 2005, 2006; Storck et al., 2006; Lima et al., 2007; Catapatti et al., 2008).

O coeficiente de variação experimental (CVe) é uma estatística tradicionalmente usada, pelos pesquisadores, para avaliar a precisão experimental (Gomes, 1990; Oliveira et al., 2009). Com base no CVe de 480 ensaios de competição de genótipos de soja, Lúcio et al. (1999) identificaram

¹Universidade Federal de Santa Maria/UFSM – Departamento de Fitotecnia – Avenida Roraima – s/n – Camobi – 97105-900 – Santa Maria, RS – lindolfo@smail.ufsm.br

²Universidade Federal de Santa Maria/UFSM – Departamento de Fitotecnia – Santa Maria, RS

³Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária/FEPAGRO – Júlio de Castilhos, RS

precisão média, para os ensaios com o CVe na faixa de 9 a 15%, havendo influência de algumas formas de manejo na cultura sobre a precisão experimental. Além do CVe, o coeficiente de precisão experimental ($CPe = CVe/\sqrt{J}$) que também considera o número de repetições (J) e a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey em percentagem da média (DMS) que considera o número de repetições e tratamentos e os graus de liberdade do erro (Storck et al., 2006) também são usadas na avaliação da precisão experimental. Cargnelutti Filho & Storck (2007) destacaram que o CVe e a DMS, estão associados à média e à variância residual e são estatísticas adequadas para avaliar o grau de precisão experimental de ensaios com médias semelhantes. Ressaltaram ainda que os maiores valores das estatísticas herdabilidade, coeficiente de determinação, valor do teste F para cultivar, e o índice de diferenciação de Fasoulas estão associados a maiores variabilidades genéticas e menores variâncias residuais, e independem da média do ensaio e são adequadas para medir o grau da precisão de experimentos em geral.

Aplicação conveniente da estatística acurácia seletiva (AS) para avaliar a qualidade de um experimento é destacada em trabalho de Resende & Duarte (2007). Essa estatística, corresponde a correlação linear entre os valores genotípicos e fenotípicos, é estimada por $AS = (1 - 1/F)^{1/2}$, em que F é o valor do teste F para genótipo. A estatística AS não depende apenas da magnitude do erro experimental e do número de repetições, mas também da proporção entre as variações de natureza genética e residual associadas ao caráter em avaliação. Para valores de F menor do que um não existe AS e o experimento não tem utilidade. Para valores de F muito grande (tendendo ao infinito) os valores de AS tendem a unidade, casos em que existem diferenças significativas entre os genótipos. Resende & Duarte (2007) sugeriram que a AS é muito alta quando for maior do que 0,90 ($F \geq 5,2632$). O significado da estatística AS pode ser observado, também, pelas diferentes formas em que pode ser estimado. Assim, $AS = \left(\frac{Jh^2}{1 + (J-1)h^2} \right)^{0,5}$ ou

$$AS = \left(\frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_e^2 / J} \right)^{0,5} \quad \text{ou} \quad AS = \left(\frac{1}{1 + (\hat{\sigma}_e^2 / J) / \hat{\sigma}_g^2} \right)^{0,5}$$

em que $\hat{\sigma}_g^2 = (QM_g - QM_e)/J$ é o estimador da variância genotípica entre cultivares, $\hat{\sigma}_e^2 = QM_e$ é o estimador da variância residual, J é o número de repetições e $h^2 = \hat{\sigma}_g^2 / (\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_e^2)$ é o coeficiente de herdabilidade. A acurácia seletiva também depende da relação entre $CV_g = 100 \hat{\sigma}_g^2 /$ média e CVe, pois $CV_r = CV_g / CV_e$ e $AS = \left(1 - \frac{1}{1 + J CV_r^2} \right)^{0,5}$

ou seja, a acurácia depende da proporção entre os coeficientes de variação genético e experimental, proposto por Vencovsky (1987), e do número de repetições.

Não foram encontradas publicações referentes a aplicações da estatística AS para um grande número de ensaios de soja e outras culturas. Assim, neste trabalho, objetivou-se avaliar a acurácia seletiva e outras estatísticas como medidas do grau de precisão experimental dos ensaios de competição de genótipos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], em relação à produtividade de grãos.

MATERIALE MÉTODOS

Foram usados os resultados de produtividade de grãos de soja (kg ha⁻¹, ajustado a 13% de umidade) de 216 ensaios de competição de genótipos, executados no delineamento blocos completos ao acaso com número de repetições, variando entre três e quatro e de genótipos variando entre 10 e 20. As unidades experimentais foram compostas por quatro filas de seis metros de comprimento e 0,4 m entre filas (4,0 m² de área útil). Os ensaios foram classificados quanto ao ciclo em precoce, médio, tardio e preliminar (mistura de genótipos de ciclos precoce, médio e tardio). Foram executados nos anos agrícolas 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006 em locais do Estado do Rio Grande do Sul e coordenados pela FUNDACEP e pela FEPAGRO.

Em cada ensaio, foi procedida a análise de variância e anotando o valor do quadrado médio de bloco (QM_b), quadrado médio de genótipo (QM_g), quadrado médio do erro (QM_e), valor do teste F para genótipo (F), média geral do ensaio (\hat{m}), coeficiente de variação experimental (CVe), coeficiente de variação genético (CVg), variância genotípica (Vg), herdabilidade (h²) e a razão $CV_r = 100 CV_g / CV_e$, conforme Cruz (2001).

A seguir, em cada ensaio, estimou-se a diferença mínima significativa entre os genótipos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D), por meio da expressão:

$D = q_{\alpha(n;GLE)} \sqrt{QM_e / J}$ na qual $q_{\alpha(n;GLE)}$ é o valor crítico para o uso do teste de Tukey, n é o número de genótipos e GLe é o número de graus de liberdade do erro; e J é o número de repetições. Estimou-se, também, a diferença mínima significativa entre os genótipos, pelo teste de Tukey, expresso em percentagem da média (DMS), cuja estimativa foi obtida por. $DMS = 100 * D / \hat{m}$ Determinou-se o valor da estatística R², designada por coeficiente de determinação (Cargnelutti Filho & Storck, 2007), expressa por $R^2 = QM_g / (QM_g + QM_e)$. A amplitude total das médias (H) foi estimada pela diferença entre as médias do genótipo com maior produtividade e a com menor produtividade ($H =$ média máxima – média mínima).

Definiu-se, a seguir, para cada ensaio, o índice de diferenciação de Fasoulas (IF) (Fasoulas, 1983). O valor de IF foi estimado pela expressão $IF = ((200/n(n-1)) \sum_{i=1}^n m_i$, na qual n o número total de genótipos e m_i o número de médias as quais o i-ésimo genótipo supera estatisticamente, após a aplicação do teste de Tukey, fornecendo o percentual de diferenças estatísticas entre as médias que o método de comparação múltiplas de médias (Tukey) consegue detectar. Foi estimada a estatística que avalia a quantidade de vezes em que uma sequência de médias pode diferir significativamente, $HD=H/D$ (Storck et al., 2000). Por fim, foi estimada a acurácia seletiva (Resende & Duarte, 2007) como sendo $AS=(1-1/F)^{1/2}$, em que F é o valor do teste F para genótipos.

Assim, foram obtidas 16 estatísticas (AS, \hat{m} , QM_b , QM_g , QM_e , CVe, CVg, CVr, R^2 , F, h^2 , D, DMS, H, IF e HD) para cada ensaio. Foram identificados os valores extremos (mínimo e máximo) de cada estatística, estimada a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação, bem como o coeficiente de correlação linear de Pearson entre a estatística AS e as demais. Foi realizado o teste de normalidade de Lilliefors (Sprent & Smeeton, 2007) para todas as variáveis.

Foram determinadas as frequências simples e relativa de ensaios com AS nas faixas de precisão baixa, moderada, alta e muito alta, conforme classificação de Resende & Duarte (2007). Após, os 216 ensaios foram separados em categorias de acordo com o ciclo (precoce, médio, tardio e preliminar), o ano agrícola (2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006), a significância do teste F entre blocos (não heterogêneos e heterogêneos) e a significância do teste F entre genótipos (não diferentes e diferentes) e repetido a determinação da frequência simples e relativa nessas categorias. As análises estatísticas foram realizadas no programa GENES (Cruz, 2001) e no aplicativo Office Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No geral, a frequência de ensaios com acurácia seletiva baixa ($AS \leq 0,5$) é bastante baixa, apenas 6,9% (Tabela 1), que somado a faixa de AS moderada ($\geq 0,50$ e $< 0,70$) atinge o total de 23,6%, ou seja, 76,4% dos ensaios têm precisão alta ($\geq 0,70$ e $< 0,90$) e muito alta ($\geq 0,90$). Ao somar as frequências dos ensaios das faixas de precisão alta e muito alta, observa-se superioridade para os ensaios de ciclo tardio e pouca diferença entre os ciclos precoce e médio e valor intermediário para os ensaios preliminares. Os ensaios realizados no ano agrícola de 2005/2006 apresentaram acurácia seletiva nas faixas alta e muito alta com menor frequência que nos dois anos anteriores, aparentemente sem motivo conhecido.

Quando os blocos são heterogêneos, observa-se 6,3% de ensaios a mais nas faixas de AS alta e muito alta se comparado com blocos não heterogêneos. Essa diferença poderia ser explicada pelo uso desnecessário de bloco, o qual reduz os graus de liberdade do erro sem a correspondente redução na soma de quadrado do erro, aumentando o quadrado médio do erro e, por consequência, reduzindo o valor do F para genótipo e a estatística AS.

As estatísticas h^2 , R^2 , CVr, HD, F, IF e CVg têm correlação linear positiva acima de 0,66 com a estatística AS (Tabela 2). Nesse grupo não estão incluídos o CVe e a DMS, estatísticas correlacionadas com a média e úteis apenas em casos de ensaios com média semelhante (Cargnelutti Filho & Storck, 2007). Das sete estatísticas bem correlacionadas com AS (h^2 , R^2 , CVr, HD, F, IF e CVg), quatro (h^2 , R^2 , F e IF) estão associados a maiores variabilidades genéticas e menores variâncias residuais e independem da média do ensaio, sendo adequadas para a classificação da precisão de experimentos em geral, conforme estudo de Cargnelutti Filho & Storck (2007). As demais três estatísticas (CVr, HD e CVg) também estão associados a maiores variabilidades genéticas, reforçando a qualificação da estatística AS para descrever a precisão experimental. Resende & Duarte (2007) mostraram que, além da relação entre AS e F, existem as relações não-lineares de AS com h^2 e de AS com CVr. Por isso, a correlação linear entre AS e F, entre AS e h^2 e entre AS e CVr é apenas alta.

A correlação de AS com a média ($r=-0,20$) é negativa e significativa, mas de magnitude desprezível, pois o coeficiente de determinação ($r^2=0,04$) indica que apenas 4% da variação da estatística AS é decorrentes das variações na média de produtividade (condições ambientais expressa pela precipitação, adubação, etc). Nesse caso, a significância deve-se ao grande número de dados e a inexpressiva correlação entre AS e a média é uma propriedade muito positiva para que AS seja adequada para classificar os ensaios quanto a sua precisão experimental.

Segundo o teste de Lilliefors (Sprent & Smeeton, 2007), das 16 estatísticas, apenas a média, R^2 , h^2 e D ajustaram-se à distribuição normal ($p>0,01$) (Tabela 2). Para o CVe, a falta de normalidade também foi observada em experimentos de soja (Lúcio et al., 1999; Carvalho et al., 2003). Na cultura do milho, Cargnelutti Filho & Storck (2007) constataram que, das 14 estatísticas, o CVe, a DMS e a amplitude das médias (H) ajustaram-se à distribuição normal. Assim, a ocorrência da normalidade do CVe, para estabelecer os limites de precisão, depende do conjunto de dados e da cultura. Por isto, a substituição da média

pela mediana e desvio padrão pelo pseudo-sigma foi usada para estabelecer os limites de precisão experimental (Costa et al., 2002, Carvalho et al., 2003). Por outro lado, estabelecer valores críticos precisos, com base numa distribuição de probabilidade adequada, referentes a estatísticas como o CVe e DMS, que não tem boas propriedades, em pouco ajuda na classificação da precisão experimental. Pois, Cargnelutti Filho & Storck (2007) constataram que o CVe e DMS está associado à média e a variância residual, sendo estatística adequada para classificação de experimentos com médias semelhantes.

Nos 44 ensaios (20,4%), com diferenças não significativas entre os genótipos, observa-se que a maioria (97,7%) tem baixa e moderada acurácia seletiva, sendo que apenas 2,3% têm AS alta (Tabela 1). Por outro lado, observa-se 95,4% de ensaios com acurácia alta e muito alta, no grupo de ensaios com diferença entre os genótipos. A associação positiva ($r = 0,73$) entre AS e F ($F = QM_g / QM_c$), provavelmente, explica esses resultados (Tabela 2).

Separando os 15 ensaios (6,9% dos 216 ensaios) com AS baixa (Tabela 3), constata-se que, neste grupo, de forma coerente, não há diferença entre os genótipos. No entanto, a média do CVe desse grupo (13,9%) é muito próxima da média geral (13,3%) dos CVe. O fato de este grupo ter os CVe relativamente baixos se deve aos valores de produtividade desse mesmo grupo serem 22% superiores a média geral, mostrando que o aumento da média reduz o CVe. Pelo critério de AS, esses ensaios têm baixa precisão como de fato tem, pois a média dos valores de D deste grupo ($\bar{D} = 0,99$) são maiores do que a média geral ($\bar{D} = 0,74$). Usando como critério, descartar 5% dos ensaios com os maiores CVe, ou seja $P(CVe > c) = 0,95$, pela distribuição normal temos que

$c = m + dp * 1,64$ em que m e dp são a média e o desvio padrão dos valores dos CVe (Storck et al., 2006). Neste caso, como $m = 13,3$ e $dp = 4,5$ (Tabela 2) temos $c = 20,7$ e $P(CVe > 20,7) = 0,95$. Nenhum dos 15 ensaios de baixa precisão pelo critério de AS seria descartado em se utilizando o critério do CVe muito alto.

Tabela 1 – Frequência simples (f_i) e relativa (fr_i) de ensaios nas faixas de precisão baixa, moderada, alta e muito alta, de acordo com a acurácia seletiva, no geral e em categorias de acordo com o ciclo (precoce, médio, tardio e preliminar), o ano agrícola (2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006), a significância do teste F entre blocos (não heterogêneos e heterogêneos) e a significância do teste F entre genótipos (não diferentes e diferentes) de 216 ensaios de avaliação da produtividade de grãos de soja, no Rio Grande do Sul.

Categoria	Faixas de acurácia seletiva (AS)								Total
	$\leq 0,5$		$0,5 < AS \leq 0,7$		$0,7 < AS \leq 0,9$		$> 0,9$		
	f_i	fr_i (%)	f_i	fr_i (%)	f_i	fr_i (%)	f_i	fr_i (%)	
Geral	15	6,9	36	16,7	135	62,5	30	13,9	216
Ciclo precoce	3	12,5	5	20,8	10	41,7	6	25,0	24
Ciclo médio	3	13,6	4	18,2	12	54,6	3	13,6	22
Ciclo tardio	0	0	2	9,1	16	72,7	4	18,2	22
Ensaio preliminar ⁺	9	6,1	25	16,8	97	65,6	17	11,5	148
Ano 2003/04	6	6,4	9	9,7	66	71,0	12	12,9	93
Ano 2004/05	1	1,6	11	18,0	33	54,2	16	26,2	61
Ano 2005/06	8	12,9	16	25,8	36	58,1	2	3,2	62
Blocos não heterogêneos	14	9,1	25	16,3	97	63,5	17	11,1	153
Blocos heterogêneos	1	1,6	11	17,5	38	60,3	13	20,6	63
Genótipos não diferentes	15	34,1	28	63,6	1	2,3	0	0	44
Genótipos diferentes	0	0	8	4,6	134	78,0	30	17,4	172

⁺ Os genótipos usados não tem o ciclo identificado, é uma mistura.

Tabela 2 – Coeficiente de correlação linear (r) entre a acurácia seletiva (AS) e outras estatísticas, valores mínimo, máximo, média, desvio-padrão (dp) e coeficiente de variação (CV) referentes a 216 ensaios de competição de genótipos de soja, em relação à produtividade de grãos.

Estatísticas	r	Mínimo	Máximo	Média	dp	CV
1.Acurácia seletiva (AS)	-	0,36	0,96	0,774	0,13	17,4
2.Média (t ha ⁻¹)	-0,20*	0,44	3,48	1,93 ^N	0,64	33,0
3.Quadrado Médio de Bloco (QMb)	-0,11*	0,001	1,824	0,162	0,255	157,4
4.Quadrado Médio de Genótipo (QMg)	0,28*	0,023	0,993	0,194	0,141	72,7
5.Quadrado Médio do erro (QMe)	-0,39*	0,006	0,255	0,066	0,046	69,3
6.Coefficiente de variação experimental (CVe)	-0,23*	3,5	33,9	13,3	4,5	34,4
7.Coefficiente de variação genético (CVg)	0,66*	2,7	30,1	10,5	4,9	46,8
8.CVr = 100 CVe/CVg	0,87*	22,2	214,4	83,3	38,4	2,61
9.R ² = QMg/(QMg+QMe)	0,96*	53,4	93,7	73,7 ^N	9,8	13,3
10.F = QMg/QMe	0,73*	1,14	14,8	3,62	2,54	70,1
11.Herdabilidade (h ²)	0,99*	0,13	0,93	0,61 ^N	0,19	31,0
12.Diferença min signif teste Tukey (D)	-0,43*	0,24	1,53	0,74 ^N	0,27	36,2
13.DMS = 100*D/média	-0,23*	10,5	104,6	40,1	13,9	34,7
14.Amplitude das médias de genótipos (H)	0,27*	0,27	2,05	0,87	0,31	35,5
15.Índice de diferenciação de Fasoulas (IF)	0,66*	0,00	40,52	5,22	7,68	147,1
16.HD = Amplitude/D	0,79*	0,63	2,56	1,25	0,41	32,6

* Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro;

^N Distribuição normal pelo teste de Lilliefors em nível de 1% de probabilidade

Tabela 3 – Acuracia seletiva (AS), médias de produtividade de grãos (t ha⁻¹), coeficiente de variação experimental (CVe), diferença mínima significativa pelo teste de Tukey (D) e hipótese adotada do teste F para diferença entre genótipos (H₀ e H₁) para os ensaios de soja com precisão baixa pelo critério AS ≤ 0,5.

Ensaio	AS	Média	CVe	D	Hipótese
54	0,43	2,437	17,0	1,289	H ₀
55	0,50	2,218	15,1	1,044	H ₀
82	0,46	2,306	11,6	0,832	H ₀
94	0,48	2,942	12,1	1,110	H ₀
110	0,49	2,956	10,3	0,946	H ₀
112	0,40	2,375	14,0	1,032	H ₀
114	0,45	3,152	13,2	1,297	H ₀
116	0,50	3,356	11,9	1,238	H ₀
117	0,36	3,044	12,0	1,097	H ₀
169	0,42	1,298	12,3	0,396	H ₀
171	0,42	1,297	14,7	0,586	H ₀
178	0,48	1,801	16,5	0,917	H ₀
180	0,37	1,687	15,8	0,825	H ₀
202	0,39	2,100	16,1	1,042	H ₀
207	0,45	2,480	16,1	1,210	H ₀
Média dos 15	0,44	2,36	13,9	0,99	100% H ₀
Média dos 216	0,77	1,93	13,3	0,74	20% H ₀

Analisando outros 15 ensaios (Tabela 4), os quais se enquadram na condição $P(CVe > 20,7) = 0,95$, ou seja, ensaios de precisão muito baixos pelo critério de CVe muito alto, observa-se que 67% destes apresentam diferenças significativas entre os genótipos e a média de AS esta próximo da média geral de AS e nenhum $AS \leq 0,5$. Nesse grupo, os valores altos dos CVe são decorrentes dos valores baixos da produtividade de grãos, pois os valores de D são coerentes com a média geral desta estatística. Doze dos 15 ensaios deste grupo (80%) são do mesmo local (total de oito locais) não preferencial para o cultivo da soja. Assim, mesmo sob ambiente desfavorável (média menor) os ensaios cumprem a finalidade de discriminar os genótipos para aquele ambiente em particular, pois em 67% dos ensaios as diferenças entre genótipos são significativas e nenhum com precisão baixa.

Assim, descartar ensaios pelo critério de CV muito alto é uma prática desaconselhável por incluir ensaios em que existem diferenças significativas entre os genótipos e, portanto, cumprem com a finalidade da experimentação.

Tabela 4 – Acurácia seletiva (AS), médias de produtividade de grãos ($t\ ha^{-1}$), coeficiente de variação experimental (CVe), diferença mínima significativa pelo teste de Tukey (D) e hipótese adotada para diferença entre genótipos (H_0 e H_1) referentes aos ensaios de soja com precisão baixa pelo critério de $P(CVe > 20,7) = 0,95$.

Ensaio	AS	Média	CVe	D	Hipótese
14	0,62	1,391	24,3	1,052	H_0
77	0,79	2,113	23,3	1,527	H_1
165	0,83	1,149	21,4	0,746	H_0
193	0,91	0,541	23,5	0,392	H_0
194	0,83	0,463	30,4	0,434	H_0
196	0,86	0,609	24,1	0,453	H_1
197	0,70	0,535	27,9	0,454	H_0
198	0,80	0,667	21,6	0,379	H_1
199	0,92	0,442	23,1	0,268	H_1
200	0,80	0,602	24,4	0,386	H_1
220	0,67	0,958	33,9	1,002	H_1
221	0,79	0,901	22,4	0,622	H_1
223	0,56	0,821	28,1	0,708	H_1
225	0,65	1,141	27,5	0,951	H_1
228	0,86	2,392	21,1	1,531	H_1
Média dos 15	0,77	0,98	25,1	0,73	33% H_0
Média dos 216	0,74	1,93	13,3	0,74	20% H_0

CONCLUSÕES

A estatística acurácia seletiva é adequada para avaliar a precisão experimental dos ensaios de competição de genótipos de soja; segundo a estatística acurácia seletiva, 76,4% dos ensaios de competição de cultivares de soja têm precisão alta e muito alta e apenas 6,9% tem precisão baixa; e, descartar ensaios apenas por ter coeficiente de variação muito alto é uma atitude desaconselhável.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa aos três primeiros autores. À FEPAGRO e FUNDACEP pela cessão dos dados e aos pesquisadores que auxiliaram na realização dos experimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.1, p.17-24, 2007.

CARVALHO, C.G.P.; ARRABAL ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A.; KIHIL, R.A.S.; OLIVEIRA, M.F.; HIROMOTO, D.M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.2, p.187-193, 2003.

CATAPATTI, T. R.; GONÇALVES, M. C.; SILVA NETO, M. R.; SOBROZA, R. Tamanho de amostra e número de repetições para avaliação de caracteres agrônômicos em milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n. 3, p.855-862, maio/jun., 2008.

COSTA, N.H.A.D.; SERAPHIN, J.C.; ZIMMERMANN, F.J.P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.243-249, 2002.

CRUZ, C.D. **Programa GENES**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648p.

- FASOULAS, A.C. Rating cultivars and trials in applied plant breeding. **Euphytica**, Dordrecht, v.32, n.3, p.939-943, 1983.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel 1990. 468p.
- GOMEZ, K.A.; GOMEZ, A.A. **Statistical procedures for agricultural research**. 2.ed. New York: J.Wiley, 1984. 680p.
- HENRIQUES NETO, D.; SEDIYAMA, T.; SOUZA, M.A.S.; CECON, P.R.; YAMANAKA, C.H.; SEDIYAMA, M.A.N.; VIANA, A.E.S. Tamanho de parcelas em experimentos com trigo irrigado sob plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.517-524, 2004.
- LIMA, J. F. de; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. da S.; FARIA, G. A. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com plantas de mamoeiro em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.5, p.1411-1415, set./out., 2007.
- LOPES, S.J.; STORCK, L.; LÚCIO, A.D.; LORENTZ, L.H.; LOVATO, C.; DIAS, V.O. Tamanho de parcela para produtividade de grãos de sorgo granífero em diferentes densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, p.525-530, 2005.
- LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; BANZATTO, D.A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.5, p.99-103, 1999.
- MARTIN, T.N.; DUTRA, L.M.C.; JAUER, A.; STORCK, L. Tamanho ótimo de parcela e número de repetições em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, p.271-276, 2005.
- OLIVEIRA, S.J.R.; STORCK, L.; LOPES, S.J.; LÚCIO, A.D.; FEIJÓ, S.; DAMO, H.P. Plot size and experimental unit relationship in exploratory experiments. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, p.585-589, 2005.
- OLIVEIRA, S.J.R.; STORCK, L.; LÚCIO, A.D.; LOPES, S.J.; MARTINI, L.F.D. Índice de heterogeneidade, coeficiente de variação e tamanho ótimo de parcelas em batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, p.1710-1716, 2006.
- RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 322p.
- OLIVEIRA, R. L. de; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, M. J. B. de; REIS, R. L. dos. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n. 1, p.113-119, jan./fev., 2009.
- RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, n.3, p.182-194, 2007.
- ROSSETTI, A.G. Influência da área da parcela e do número de repetições na precisão de experimentos com arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.433-438, 2002.
- SPRENT, P.; SMEETON, N.C. **Applied nonparametric statistical methods**. 4.ed. Boca Raton: Chapman & Hall, 2007. 530p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKY, D.A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3.ed. New York: McGraw Hill Book, 1997. 666p.
- STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 2006. 198p.
- STORCK, L.; LOPES, S.J.; MARQUES, D.G.; TISOTT, C.A.; ROS, C.A. Análise de covariância para melhoria da capacidade de discriminação em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1311-1316, 2000.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Eds.). **Melhoramento e produção de milho**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.137-214, 795p.
- VIANA, A.E.S.; SEDIYAMA, T.; CECON, P.R.; LOPES, S.C.; SEDIYAMA, M.A.N. Estimativas de tamanho de parcela em experimentos com mandioca. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, p.58-63, 2002.