

## Tamanho de amostra de caracteres de genótipos de soja

### Sample size of the characters in soybeans genotypes

Alberto Cargnelutti Filho<sup>I\*</sup> Dilson Henrique Ramos Evangelista<sup>II</sup>  
Elaine Cristine Piffer Gonçalves<sup>III</sup> Lindolfo Storck<sup>I</sup>

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho de amostra necessária para avaliar caracteres de genótipos de soja (*Glycine max* L.) e verificar a variabilidade do tamanho de amostra entre genótipos e entre experimentos. Para tanto, 28 genótipos de soja foram avaliados em cinco experimentos conduzidos em Jaboticabal, Estado de São Paulo (latitude 21°15'22"S, longitude 48°18'18" W e 595m de altitude), nos anos agrícolas de 2002 a 2005. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, e foram avaliados os caracteres altura de planta na maturação e de inserção de primeira vagem, número de nós por planta, de ramos por planta e de vagens por planta em seis plantas amostradas aleatoriamente na parcela. Há variabilidade da estimativa do tamanho de amostra entre genótipos quanto ao número de nós por planta e entre experimentos quanto à altura de planta na maturação, ao número de nós por planta, de ramos por planta e de vagens por planta. Para melhorar a precisão da avaliação de caracteres em plantas de soja, deve-se usar maior número de repetições e, pelo menos, 12 plantas por unidade experimental.

**Palavras-chave:** *Glycine max* L., planejamento experimental, amostragem, precisão experimental.

#### ABSTRACT

The aim of this research was to determine the sample size of characters in different soybeans (*Glycine max* L.) genotypes and to verify its variability among genotypes and experiments. Twenty-eight soybeans genotypes were evaluated in five experiments conducted in Jaboticabal, São Paulo State, Brazil (latitude 21°15'22"S, longitude 48°18'18" W, altitude 595m), in agricultural years from 2002 to 2005.

Randomized blocks design with three repetitions was installed to evaluate the following characters: plant height at maturity, height of first pod insertion, number of nodes per plant, number of branches per plant and number of pods per plant, in six plants sampled at random in each plot. It was found variability in the sample size among genotypes in relation to the number of nodes per plant. When the five experiments were compared, results also show variability of the sample size in relation to plant height at maturity, number of nodes per plant, number of branches per plant and number of pods per plant. To improve the experimental precision in the evaluation of characters in soybeans plants it is recommended to increase the number of repetitions and use, at least, twelve plants per plot.

**Key words:** *Glycine max* L., experimental planning, sampling, experimental precision.

#### INTRODUÇÃO

Em programas de melhoramento genético de soja, são avaliados diversos caracteres em vários genótipos visando à seleção de genótipos superiores. Para isso, nos experimentos, a mensuração em todas as plantas (indivíduos) da área útil da unidade experimental é adequada para estimar o caráter em avaliação. No entanto, é comum a medição em uma parte das plantas da unidade experimental (amostra) para minimizar o excesso de mão-de-obra, tempo, recursos financeiros e humanos. Assim, a amostra deve ser representativa das plantas da unidade experimental.

<sup>I</sup>Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: cargnelutti@pq.cnpq.br. \*Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Curso de Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>III</sup>Agência Paulista de tecnologia dos Agronegócios, Alta Mogiana, Colina, SP, Brasil.

O tamanho de amostra é diretamente proporcional à variabilidade dos dados populacionais e ao grau de confiança desejado na estimativa e inversamente proporcional ao erro permitido, fixado *a priori* pelo pesquisador. A relação entre os erros experimental (variação entre as parcelas) e amostral (variação entre as plantas dentro da parcela) permite inferir quanto à adequabilidade do aumento do número de repetições ou do tamanho de amostra para melhoria da precisão experimental (RAMALHO et al., 2000; BARBIN, 2003; STORCK et al., 2006). Quando o erro experimental é significativamente superior ao erro amostral, o aumento do número de repetições do experimento é adequado. Caso contrário, pode-se melhorar a precisão experimental aumentando-se, também, o número de indivíduos por parcela (tamanho de amostra) (STORCK et al., 2006).

Na área de planejamento experimental, pesquisas para estudar o tamanho de parcela e/ou tamanho de amostra e/ou número de repetições têm sido realizados em grandes culturas, tais como a soja (STORCK et al., 1982; ESTEFANEL et al., 1984; MARTIN et al., 2005c; MARTIN et al., 2007), o feijão (ESTEFANEL et al., 1996; CARGNELUTTI FILHO et al., 2008), o sorgo (LOPES et al., 2005; SILVA et al., 2005) e o milho (PALOMINO et al., 2000; MARTIN et al., 2005a; MARTIN et al., 2005b; STORCK et al., 2007). Além disso, estudos também têm sido realizados em olerícolas, tais como o pimentão (LÚCIO et al., 2003), o pepino (LORENTZ et al., 2004), a alface (MARODIM et al., 2000) e a abóbora italiana (SOUZA et al., 2002). Esses estudos, de maneira geral, evidenciam melhoria da precisão experimental com a apropriação do dimensionamento do planejamento experimental, obtido por meio da utilização de adequado tamanho e forma de parcelas, número de repetições e de amostras.

Em programas de melhoramento, é comum avaliar igual número de indivíduos na parcela (tamanho de amostra) para estimar parâmetros de diversos caracteres dos genótipos sob avaliação nos experimentos (locais, anos e épocas). Em caso de homogeneidade de variâncias entre caracteres, genótipos e experimentos, estimativas com mesma precisão são obtidas a partir de tamanho de amostra único. No entanto, em presença de heterogeneidade de variâncias entre caracteres, genótipos e experimentos, as estimativas obtidas a partir de um mesmo tamanho de amostra apresentam precisão diferenciada. Assim, para obtenção de estimativas com a mesma precisão, há necessidade de estimar um tamanho de amostra específico para caráter, genótipo e experimento.

A amostragem de seis plantas por parcela e a utilização de três repetições (blocos) para avaliar a altura de planta na maturação, a altura de inserção de primeira vagem, o número de nós por planta, o número de ramos por planta e o número de vagens por planta são comuns em ensaios de soja. No entanto, o tamanho de amostra desses caracteres é importante e pouco conhecido. Além disso, supõem-se presença de variabilidade entre caracteres, genótipos e experimentos. Visando melhorar a precisão experimental, o objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho de amostra para avaliar caracteres de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e verificar sua variabilidade entre genótipos e entre experimentos (épocas e anos de avaliação).

## MATERIAL E MÉTODOS

Vinte e oito genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) do programa de melhoramento do Departamento de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), em Jaboticabal, São Paulo (SP), foram avaliados em cinco experimentos conduzidos em área experimental da FCAV/UNESP (latitude 21°15'22"S, longitude 48°18'18"W e 595m de altitude). Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2002 a 2005 com semeadura nos meses de maio ou junho (época da safrinha) e em novembro ou dezembro (época da safra). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas foram compostas de duas fileiras de 4m de comprimento, espaçadas de 0,50m. As avaliações foram realizadas nos três metros centrais das linhas, desconsiderando-se 0,5m em cada extremidade da fileira (área útil = 3m<sup>2</sup>). A densidade de semeadura foi ajustada por meio de desbaste para 25 e 20 plantas por metro linear, respectivamente, para experimentos conduzidos na safrinha e na safra. O solo foi preparado com arações e gradagens, e a adubação de 250kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 4-20-20 (NPK) foi realizada no sulco da semeadura. Os tratamentos culturais, como controle de insetos e de plantas invasoras, foram realizados sempre que necessário, de maneira que a cultura não sofresse competição.

A altura de planta na maturação (APM) e de inserção de primeira vagem (APV) foi obtida por medições feitas em seis plantas, tomadas aleatoriamente, na área útil da parcela (3m<sup>2</sup>). A APM foi estimada por meio da distância, em centímetros, entre a superfície do solo e a extremidade da haste principal da planta e a APV, pela distância, em centímetros, entre a superfície do solo e o ponto de inserção de primeira vagem. Nessas seis plantas, foi contado, também, o

número de nós por planta (NNP), avaliado pela contagem do número de nós do ramo principal, o número de ramos por planta (NRP) e o número de vagens por planta (NVP).

Os caracteres APM, APV, NNP, NRP e NVP, avaliados em cada experimento, foram submetidos à análise de variância e teste F a 5% de significância segundo o delineamento em blocos completos ao acaso com amostragem nas parcelas. A partir dos dados das seis plantas amostradas em cada unidade experimental (parcela) de cada genótipo, em cada experimento, foi estimado o tamanho de amostra (n) para os caracteres APM, APV, NNP, NRP e NVP, usando a expressão,

$$n = t_{\alpha/2}^2 CV^2 / D^2$$

conforme demonstrado em MARTIN et al. (2005b), em que o CV é o coeficiente de variação entre as seis plantas - em percentagem; D é a semi-amplitude do intervalo de confiança - em percentagem, para a média (estabeleceu-se D=5%, D=10%, D=20%, D=30% e D=40%); e t é o valor crítico da distribuição t, ao nível de 5% (bilateral) de significância. Assim, foram obtidas 25 variáveis (tamanho de amostra) formadas pela combinação dos cinco caracteres (APM, APV, NNP, NRP e NVP) com os níveis de precisão de 5% (D5), 10% (D10), 20% (D20), 30% (D30) e 40% (D40) da média estimada na unidade experimental.

Essas 25 variáveis (tamanho de amostra) foram submetidas à análise de variância conjunta, considerando genótipos e experimentos de efeito fixo e testes de F aproximado. As médias dos efeitos principais de genótipos e experimentos foram comparadas pelo teste de Scott Knott (RAMALHO et al., 2000) a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 2001) e do aplicativo Office Excel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito de genótipos foi significativo em relação à altura de planta na maturação (APM), ao número de nós por planta (NNP), ao número de ramos por planta (NRP) e ao número de vagens por planta (NVP) em 60%, 60%, 40% e 60% dos experimentos, respectivamente, evidenciando presença de variabilidade genética e possibilidade de identificação de genótipos superiores. Por outro lado, não houve efeito de genótipos quanto à altura de inserção de primeira vagem (APV) em nenhum dos cinco experimentos, o que revela ausência de variabilidade no germoplasma avaliado (Tabela 1).

Em 14 dos 25 casos (cinco caracteres x cinco experimentos) não houve efeito significativo de genótipos. Além disso, entre os 14, oito casos (57%)

estiveram associados à presença de interação bloco x genótipo (erro experimental), evidenciando a necessidade de aumentar o número de repetições para melhorar a discriminação dos genótipos (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados para caracteres de feijão (CARGNELUTTI FILHO et al., 2008). MARTIN et al. (2005) concluíram que, para as cultivares de soja ('BRS 137' e 'Fepagro-RS 10'), o número de repetições que confere uma precisão adequada é igual a sete, e o tamanho ótimo de parcela é de 3,96m<sup>2</sup>.

O erro experimental (variação entre parcelas) foi significativo em 80%, 40%, 60%, 40% e 40% dos experimentos, respectivamente, em relação aos caracteres APM, APV, NNP, NRP e NVP (amostragem foi eficiente). Nesses 13 casos, o aumento do número de repetições é apropriado para melhorar a precisão experimental (BARBIN, 2003; STORCK et al., 2006). Já nos demais casos (12), o efeito do erro experimental não foi significativo, revelando que a amostragem foi ineficiente. Como consequência, o aumento do tamanho da amostra é adequado para a melhoria da precisão experimental (STORCK et al., 2006). Portanto, o redimensionamento do uso de três repetições (blocos) e a amostragem de seis plantas por parcela para avaliar os caracteres APM, APV, NNP, NRP e NVP são convenientes para melhorar a precisão experimental.

Experimentos de campo com coeficiente de variação experimental (CVe) inferior a 10%, entre 10% e 20%, entre 20% e 30% e superiores a 30% são classificados, respectivamente, como de alta, média, baixa e muito baixa precisão experimental por GOMES (1990). Para a cultura de soja, LÚCIO et al. (1999) apresentam a seguinte classificação do CVe: muito baixo (CVe ≤ 5%), baixo (5% < CVe < 9%), médio (9% ≤ CVe ≤ 15%), alto (15% < CVe ≤ 19%) e muito alto (CVe > 19%), conferindo, respectivamente, muito alta, alta, média, baixa e muito baixa precisão experimental. Assim, 92% dos casos (cinco caracteres x cinco experimentos) apresentaram CVe superior a 15%, o que confere baixa e muito baixa precisão experimental (LÚCIO et al., 1999). Esse fato pode levar à seleção inadequada de genótipos.

O coeficiente de variação experimental (CVe) médio dos cinco experimentos foi 24,97%, 24,08%, 23,70%, 55,46% e 36,62%, respectivamente, para os caracteres APM, APV, NNP, NRP e NVP. Já o coeficiente de variação amostral (CVa) médio dos cinco experimentos foi 12,91%, 21,09%, 15,84%, 42,56% e 25,83%, respectivamente, para os caracteres APM, APV, NNP, NRP e NVP. Esses resultados evidenciam menor variabilidade dentro de unidades experimentais do que entre unidades experimentais e mostram, de maneira geral, a necessidade de maior número de repetições para melhoria da precisão experimental (BARBIN, 2003).

Tabela 1 - Graus de liberdade (GL) e quadrado médio para as causas de variação da análise de variância, média, coeficiente de variação experimental (CVe) e coeficiente de variação amostral (CVa) para caracteres de plantas de 28 genótipos de soja avaliados em cinco experimentos.

Causas de variação	GL	Experimento <sup>(1)</sup>				
		1	2	3	4	5
----- Quadrado Médio -----						
----- Altura de planta na maturação -----						
Bloco	2	135,93 <sup>ns</sup>	1327,64 <sup>ns</sup>	474,02 <sup>ns</sup>	227,88 <sup>ns</sup>	49,53 <sup>ns</sup>
Genótipo	27	319,48*	804,11*	922,77 <sup>ns</sup>	830,13*	257,74 <sup>ns</sup>
Erro exp	54	171,27 <sup>ns</sup>	424,78*	987,68*	226,18*	202,22*
Erro am	420	174,75	48,72	77,30	86,42	134,75
Média		79,89	67,59	75,56	81,14	79,67
CVe (%)	-	16,38	30,49	41,59	18,54	17,85
CVa (%)	-	16,55	10,33	11,64	11,46	14,57
----- Altura de inserção de primeira vagem -----						
Bloco	2	0,65 <sup>ns</sup>	31,01 <sup>ns</sup>	11,86 <sup>ns</sup>	5,99 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>
Genótipo	27	5,64 <sup>ns</sup>	11,12 <sup>ns</sup>	23,68 <sup>ns</sup>	7,30 <sup>ns</sup>	8,61 <sup>ns</sup>
Erro exp	54	5,53 <sup>ns</sup>	11,24*	16,25*	6,00 <sup>ns</sup>	6,56 <sup>ns</sup>
Erro am	420	6,68	5,84	6,81	6,82	7,02
Média		12,01	12,14	12,69	11,99	12,19
CVe (%)	-	19,58	27,60	31,76	20,43	21,01
CVa (%)	-	21,52	19,89	20,56	21,77	21,73
----- Número de nós por planta -----						
Bloco	2	8,93 <sup>ns</sup>	4,92 <sup>ns</sup>	86,80*	12,55 <sup>ns</sup>	4,47 <sup>ns</sup>
Genótipo	27	15,07*	9,06 <sup>ns</sup>	36,22 <sup>ns</sup>	121,18*	14,78*
Erro exp	54	3,87 <sup>ns</sup>	8,52*	23,77*	9,77*	7,10 <sup>ns</sup>
Erro am	420	10,56	1,49	2,43	3,11	7,39
Média		12,94	10,33	15,39	11,78	15,84
CVe (%)	-	15,21	28,26	31,67	26,53	16,82
CVa (%)	-	25,12	11,81	10,13	14,96	17,16
----- Número de ramos por planta -----						
Bloco	2	5,20 <sup>ns</sup>	9,94 <sup>ns</sup>	53,39*	0,19 <sup>ns</sup>	2,70 <sup>ns</sup>
Genótipo	27	7,60*	12,06*	12,13 <sup>ns</sup>	2,74 <sup>ns</sup>	3,23 <sup>ns</sup>
Erro exp	54	4,26 <sup>ns</sup>	5,51*	10,50*	2,00 <sup>ns</sup>	2,91 <sup>ns</sup>
Erro am	420	3,35	1,71	3,20	2,50	2,68
Média		4,07	3,17	5,01	3,40	3,69
CVe (%)	-	50,76	74,07	64,62	41,57	46,26
CVa (%)	-	45,01	41,32	35,68	46,44	44,36
----- Número de vagens por planta -----						
Bloco	2	385,88 <sup>ns</sup>	193,37 <sup>ns</sup>	9202,06*	380,10 <sup>ns</sup>	2,59 <sup>ns</sup>
Genótipo	27	275,40 <sup>ns</sup>	319,76*	1053,88 <sup>ns</sup>	437,73*	545,39*
Erro exp	54	215,07 <sup>ns</sup>	133,45*	1150,19*	141,47 <sup>ns</sup>	112,40 <sup>ns</sup>
Erro am	420	164,73	48,75	318,12	247,76	213,15
Média		48,96	22,11	43,12	99,75	102,91
CVe (%)	-	29,95	52,25	78,66	11,92	10,30
CVa (%)	-	26,21	31,58	41,37	15,78	14,19

<sup>(1)</sup> Experimentos: 1) semeadura em maio de 2002; 2) semeadura em maio de 2003; 3) semeadura em novembro 2003; 4) semeadura em novembro 2004; e 5) semeadura em dezembro 2004. <sup>(2)</sup> \*Efeito significativo pelo teste F em nível de 5% de probabilidade de erro. <sup>ns</sup> Não-significativo.

Entre os caracteres, o NRP e NVP apresentam, nessa ordem, maiores valores médios de CVe e CVa, o que comprova maior variabilidade desses caracteres em relação aos demais (APM, APV, NNP), tanto entre parcelas, quanto entre plantas dentro de parcelas. Os resultados evidenciam ainda que, para esses caracteres (NRP e NVP), haveria necessidade de maior número de repetições e de tamanho de amostra quando comparados aos demais caracteres (APM, APV, NNP). De maneira geral, os resultados sugerem a necessidade de rever as técnicas experimentais utilizadas para a soja, como a adequação do planejamento quanto ao tamanho da parcela, ao número de repetições e ao tamanho de amostra (STORCK et al., 1982; ESTEFANEL et al., 1984; MARTIN et al., 2005c; MARTIN et al., 2007), pois são importantes para maior precisão nas estimativas.

Em relação ao tamanho de amostra dos caracteres APM, APV, NNP, NRP e NVP, não houve interação genótipo  $\times$  experimento, indicando que o comportamento dos genótipos não varia com os experimentos (Tabela 2). Já o efeito de genótipos foi significativo ( $P \leq 0,05$ ) apenas em relação ao NNP, e o efeito de experimentos foi significativo (em relação aos caracteres APM, NNP, NRP e NVP (Tabela 2), o que demonstra variabilidade do tamanho de amostra entre genótipos e entre experimentos.

Quanto ao tamanho de amostra para o NNP, os genótipos foram separados em dois grupos por meio

do teste de Scott Knott (Tabela 3). Os genótipos 20, 25, 26, 27 e 28 compõem o grupo com maior variabilidade entre as plantas dentro da parcela, necessitando maior número de plantas para estimativa com uma mesma precisão, quando comparado esse grupo aos demais 23 genótipos do grupo dois. Variabilidade da estimativa do tamanho de amostra foi constatada em três cultivares de soja ('IAS-2', 'Bragg' e 'Hardee') quanto aos caracteres altura de planta, altura de inserção do primeiro legume, diâmetro do caule, número de nós no caule, número de legumes no caule, número de grãos no caule e peso de grão no caule (ESTEFANEL et al., 1984) entre 14 cultivares de feijão quanto à altura de inserção de última vagem, ao número de vagens por planta e ao número de sementes por planta (CARGNELUTTI FILHO et al., 2008), entre as cultivares de feijão 'Iraí' e 'Macanudo' (ESTEFANEL et al., 1996) e em caracteres de genótipos de milho (MARTIN et al., 2005b; STORCK et al., 2007).

Quanto aos caracteres APM, APV, NRP e NVP, o tamanho de amostra (número de plantas) médio representa todos os genótipos. A amostragem de três, oito, 32 e 13 plantas por unidade experimental, respectivamente, para APM, APV, NRP e NVP, resultam em estimativas da média de genótipo com uma precisão de 20% da média (D20) (Tabela 3). Esses resultados confirmam as inferências anteriores em relação ao maior tamanho de amostra necessário para os caracteres NRP

Tabela 2 - Graus de liberdade (GL), valor calculado do teste F e respectivo p-valor (entre parênteses) das causas de variação, coeficiente de variação (CV) e relação entre o maior e o menor quadrado médio residual entre os experimentos ( $QMr^+ / QMr^-$ ) da análise de variância conjunta em relação aos tamanhos de amostra de caracteres avaliados em plantas de 28 genótipos de soja obtidas em cinco experimentos.

Caráter	-----Causas de variação-----				CV (%)	$QMr^+ / QMr^-$
	Bloco/Experimento	Genótipo (G)	Experimento (E)	GxE		
	GL = 10	GL = 27	GL = 4	GL=108		
Altura de planta na maturação	1,290 (0,2356)	0,790 (0,7645)	25,02647 (0,00003)	1,154 (0,1790)	67,53	5,0697
Altura de inserção de primeira vagem	1,235 (0,2688)	0,848 (0,6858)	1,12624 (0,39761)	1,112 (0,2467)	60,44	1,3399
Número de nós por planta	0,745 (0,6818)	2,666 (0,0000)	170,18674 (0,00000)	1,223 (0,0991)	63,51	6,0492
Número de ramos por planta	0,441 (0,9256)	1,294 (0,1558)	12,29235 (0,00071)	0,955 (0,6021)	81,67	4,1221
Número de vagens por planta <sup>(1)</sup>	0,2331 (0,9923)	0,4601 (0,9883)	107,9440 (0,0000)	0,9410 (0,5826)	145,56	61,9483

\* Significativo a 5% de probabilidade de erro (aproximado). <sup>ns</sup> Não-significativo. <sup>(1)</sup> Graus de liberdade de GxE = 46 e do resíduo = 98 devido à correção.

Tabela 3 - Tamanho de amostra (número de plantas) de 28 genótipos de soja para uma semi-amplitude do intervalo com 95% de confiança, igual a 5% (D5), 10% (D10), 20% (D20), 30% (D30) e 40% (D40) da média em relação aos caracteres altura de planta na maturação (APM), altura de inserção de primeira vagem (APV) e número de nós por planta (NNP) avaliados em cinco experimentos.

Genótipo	-----APM-----					-----APV-----					-----NNP-----					
	D5	D10	D20	D30	D40	D5	D10	D20	D30	D40	D5	D10	D20	D30	D40	
1	JB95-50021-1	38	10	3	2	1	124	31	8	4	2	32 b	8 b	2 b	1 b	1 b
2	JB95-50021-2	40	10	3	2	1	92	23	6	3	2	73 b	19 b	5 b	3 b	2 b
3	JB94-0413-1	47	12	3	2	1	136	34	9	4	3	70 b	18 b	5 b	2 b	2 b
4	JB94-0413-2	48	12	3	2	1	103	26	7	3	2	74 b	19 b	5 b	3 b	2 b
5	JB94-0306-1	46	12	3	2	1	90	23	6	3	2	64 b	16 b	4 b	2 b	1 b
6	JB94-0306-2	48	12	3	2	1	125	32	8	4	2	73 b	19 b	5 b	3 b	2 b
7	JB95-50027-1	42	11	3	2	1	123	31	8	4	2	57 b	15 b	4 b	2 b	1 b
8	JB95-50027-2	52	13	4	2	1	101	26	7	3	2	68 b	17 b	5 b	2 b	2 b
9	Conquista	47	12	3	2	1	116	29	8	4	2	55 b	14 b	4 b	2 b	1 b
10	JB94-0310-1	42	11	3	2	1	133	34	9	4	3	68 b	17 b	5 b	2 b	2 b
11	JB94-0310-2	43	11	3	2	1	134	34	9	4	3	67 b	17 b	5 b	2 b	2 b
12	JB95-10031-1	42	11	3	2	1	158	40	10	5	3	55 b	14 b	4 b	2 b	1 b
13	JB95-10031-2	60	15	4	2	1	105	27	7	3	2	65 b	17 b	5 b	2 b	2 b
14	JB95-90023-1	59	15	4	2	1	115	29	8	4	2	78 b	20 b	5 b	3 b	2 b
15	JB95-90023-2	37	10	3	2	1	107	27	7	3	2	55 b	14 b	4 b	2 b	1 b
16	JB95-40021	51	13	4	2	1	117	30	8	4	2	40 b	10 b	3 b	2 b	1 b
17	JB95-10035	55	14	4	2	1	136	34	9	4	3	79 b	20 b	5 b	3 b	2 b
18	Vencedora	29	8	2	1	1	128	32	8	4	2	59 b	15 b	4 b	2 b	1 b
19	JB94-0201	51	13	4	2	1	105	27	7	3	2	65 b	17 b	5 b	2 b	2 b
20	JB94-0210	49	13	4	2	1	114	29	8	4	2	100 a	25 a	7 a	3 a	2 a
21	JB95-40026	43	11	3	2	1	99	25	7	3	2	59 b	15 b	4 b	2 b	1 b
22	JB95-20028	47	12	3	2	1	101	26	7	3	2	61 b	16 b	4 b	2 b	1 b
23	JB95-130025	47	12	3	2	1	137	35	9	4	3	73 b	19 b	5 b	3 b	2 b
24	JB95-100029	50	13	4	2	1	114	29	8	4	2	77 b	20 b	5 b	3 b	2 b
25	JB93-54323	34	9	3	1	1	120	30	8	4	2	86 a	22 a	6 a	3 a	2 a
26	JB95-10038	41	11	3	2	1	136	34	9	4	3	115 a	29 a	8 a	4 a	2 a
27	JB95-10037	50	13	4	2	1	121	31	8	4	2	104 a	26 a	7 a	3 a	2 a
28	FT-Estrela	41	11	3	2	1	89	23	6	3	2	107 a	27 a	7 a	3 a	2 a
	Média	46	12	3	2	1	117	30	8	4	2	71	18	5	2	2

\* Médias não seguidas de mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott em nível de 5% de probabilidade de erro (aproximado). Valores iguais com letras diferentes devido ao arredondamento sem nenhuma casa decimal.

e NVP em relação aos demais, para uma mesma precisão e ainda que haja variabilidade do tamanho de amostra entre os caracteres, conforme constatado em soja por ESTEFANEL et al. (1984), em feijão por CARGNELUTTI FILHO et al. (2008), em milho por MARTIN et al. (2005b) e STORCK et al. (2007).

Por meio do teste de Scott Knott, em relação ao tamanho de amostra entre os cinco experimentos, houve formação de três, quatro, dois e quatro grupos, respectivamente, quanto aos caracteres APM, NNP, NRP e NVP. A variabilidade das condições ambientais, específicas de cada experimento, pode explicar tais resultados. Já o tamanho de amostra para estimar a APV não diferiu entre os experimentos. Esses resultados

denotam presença de variabilidade do tamanho de amostra entre os experimentos, como constatado em soja (ESTEFANEL et al., 1984), em feijão (CARGNELUTTI FILHO et al., 2008), em pimentão (LÚCIO et al., 2003), em pepino (LORENTZ et al., 2004) e em abóbora italiana (SOUZA et al., 2002).

De maneira geral, os resultados evidenciam que, do ponto de vista de técnicas experimentais, os pesquisadores devem considerar o caráter, o genótipo e o experimento ao dimensionar o tamanho de amostra para uma avaliação precisa desses caracteres de soja. A área útil da parcela (3m<sup>2</sup>) tem aproximadamente 150 e 120 plantas, respectivamente, para a época da safra e safrinha. Então, estimativas com precisão inferior a 5%, de modo geral, são impraticáveis.

Considerando que o tamanho de amostra médio contempla, em geral, um maior número de casos, poder-se-ia optar pelo maior número médio de tamanho de amostra dentre os caracteres observados. Nesse caso, o tamanho de amostra para NRP seria de oito, 15 e 32 plantas por parcela para uma precisão de 40% (D40), 30% (D30) e 20% (D20), respectivamente (Tabelas 3, 4 e 5). Padronizando o mesmo tamanho de amostra para avaliar esses caracteres, maior precisão nas estimativas é obtida em relação à APM, diminuindo gradativamente na seguinte ordem: NNP, APV, NVP e NRP. Em amostragem de 12 plantas por unidade experimental (dobro da utilizada), a precisão obtida será, aproximadamente, de 30% (D30) para o NRP, de 20% (D20) para NVP e APV, 15% para NNP e 10% (D10) para APM (Tabelas 3 e 4).

## CONCLUSÕES

Há variabilidade da estimativa do tamanho de amostra entre genótipos quanto ao número de nós por planta e entre experimentos quanto à altura de planta na maturação, ao número de nós por planta, ao número de ramos por planta e ao número de vagens por planta. Para melhorar a precisão da avaliação de caracteres em plantas de soja, deve-se usar maior número de repetições e, pelo menos, 12 plantas por unidade experimental.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de Produtividade em Pesquisa a Alberto Cargnelutti Filho e a Lindolfo Storck.

Tabela 4 - Tamanho de amostra (número de plantas) de 28 genótipos de soja para uma semi-amplitude do intervalo com 95% de confiança, igual a 5% (D5), 10% (D10), 20% (D20), 30% (D30) e 40% (D40) da média em relação aos caracteres número de ramos por planta (NRP) e número de vagens por planta (NVP) avaliados em cinco experimentos.

Genótipo	D5	D10	D20	D30	D40	D5	D10	D20	D30	D40	
	-----NRP-----					-----NVP-----					
1	JB95-50021-1	464	116	29	13	8	246	62	16	7	4
2	JB95-50021-2	422	106	27	12	7	181	46	12	6	3
3	JB94-0413-1	619	155	39	18	10	158	40	10	5	3
4	JB94-0413-2	374	94	24	11	6	203	51	13	6	4
5	JB94-0306-1	446	112	28	13	7	208	52	13	6	4
6	JB94-0306-2	640	160	40	18	10	125	32	8	4	2
7	JB95-50027-1	490	123	31	14	8	127	32	8	4	2
8	JB95-50027-2	663	166	42	19	11	262	66	17	8	5
9	Conquista	563	141	36	16	9	191	48	12	6	3
10	JB94-0310-1	695	174	44	20	11	173	44	11	5	3
11	JB94-0310-2	516	129	33	15	9	182	46	12	6	3
12	JB95-10031-1	569	143	36	16	9	179	45	12	5	3
13	JB95-10031-2	437	110	28	13	7	256	64	16	8	4
14	JB95-90023-1	528	132	33	15	9	280	70	18	8	5
15	JB95-90023-2	675	169	43	19	11	109	28	7	4	2
16	JB95-40021	530	133	34	15	9	235	59	15	7	4
17	JB95-10035	424	106	27	12	7	214	54	14	6	4
18	Vencedora	521	131	33	15	9	328	82	21	10	6
19	JB94-0201	412	103	26	12	7	194	49	13	6	4
20	JB94-0210	840	210	53	24	14	211	53	14	6	4
21	JB95-40026	523	131	33	15	9	257	65	17	8	5
22	JB95-20028	492	123	31	14	8	172	43	11	5	3
23	JB95-130025	363	91	23	11	6	215	54	14	6	4
24	JB95-100029	438	110	28	13	7	165	42	11	5	3
25	JB93-54323	401	101	26	12	7	197	50	13	6	4
26	JB95-10038	488	122	31	14	8	201	51	13	6	4
27	JB95-10037	319	80	20	9	5	221	56	14	7	4
28	FT-Estrela	309	78	20	9	5	114	29	8	4	2
	Média	506	127	32	15	8	200	50	13	6	4

Tabela 5 - Tamanho de amostra (número de plantas) de 28 genótipos de soja para uma semi-amplitude do intervalo com 95% de confiança, igual a 5% (D5), 10% (D10), 20% (D20), 30% (D30) e 40% (D40) da média em relação aos caracteres altura de planta na maturação, altura de inserção de primeira vagem, número de nós por planta, número de ramos por planta e número de vagens por planta avaliadas em cinco experimentos.

Experimento		-----Altura de planta na maturação-----					-----Altura de inserção de primeira vagem-----					
Época	Mês/Ano	D5*	D10	D20	D30	D40	D5	D10	D20	D30	D40	
1	Safrinha	Maio/2002	74 a	19 a	5 a	3 a	2 a	120	30	8	4	2
2	Safrinha	Maio/2003	27 c	7 c	2 c	1 c	1 c	102	26	7	3	2
3	Safra	Novembro/2003	36 c	9 c	3 c	1 c	1 c	117	30	8	4	2
4	Safra	Novembro/2004	35 c	9 c	3 c	1 c	1 c	125	32	8	4	2
5	Safra	Dezembro/2004	56 b	14 b	4 b	2 b	1 b	122	31	8	4	2
	Média		46	12	3	2	1	117	30	8	4	2
		-----Número de nós por planta-----					-----Número de ramos por planta-----					
Época	Mês/Ano	D5	D10	D20	D30	D40	D5	D10	D20	D30	D40	
1	Safrinha	Maio/2002	162 a	41 a	11 a	5 a	3 a	537 a	135 a	34 a	15 a	9 a
2	Safrinha	Maio/2003	35 d	9 d	3 d	1 d	1 d	499 a	125 a	32 a	14 a	8 a
3	Safra	Novembro/2003	29 d	8 d	2 d	1 d	1 d	329 b	83 b	21 b	10 b	6 b
4	Safra	Novembro/2004	48 c	12 c	3 c	2 c	1 c	601 a	151 a	38 a	17 a	10 a
5	Safra	Dezembro/2004	79 b	20 b	5 b	3 b	2 b	563 a	141 a	36 a	16 a	9 a
	Média		71	18	5	2	2	506	127	32	15	8
		-----Número de vagens por planta-----										
Época	Mês/Ano	D5	D10	D20	D30	D40						
1	Safrinha	Maio/2002	181 c	46 c	12 c	6 c	3 c					
2	Safrinha	Maio/2003	258 b	65 b	17 b	8 b	5 b					
3	Safra	Novembro/2003	441 a	111 a	28 a	13 a	7 a					
4	Safra	Novembro/2004	67 d	17 d	5 d	2 d	2 d					
5	Safra	Dezembro/2004	54 d	14 d	4 d	2 d	1 d					
	Média		200	50	13	6	4					

\* Médias não seguidas de mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott em nível de 5% de probabilidade de erro (aproximado). Valores iguais com letras diferentes devido ao arredondamento sem nenhuma casa decimal.

## REFERÊNCIAS

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônomicos**. Arapongas: Midas, 2003. 208p.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra de caracteres de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v.38, p.635-642, 2008. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782008000300007&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000300007&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt). Doi: 10.1590/S0103-84782008000300007.

CRUZ, C.D. **Programa GENES - versão windows. Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

ESTEFANEL, V. et al. Tamanho da amostra para estimar características agrônomicas da soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.14, p.221-229, 1984.

ESTEFANEL, V. et al. Tamanho da amostra para avaliação de componentes do rendimento na cultura do feijoeiro. **Ciência Rural**, v.26, p.367-370, 1996.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba, São Paulo: Nobel 1990. 468 p.

LOPES, S.J. et al. Tamanho de parcela para produtividade de grãos de sorgo granífero em diferentes densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.525-530, 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2005000600001&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2005000600001&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Doi: 10.1590/S0100-204X2005000600001.

LORENTZ, L.H. et al. Variação temporal do tamanho de amostra para experimentos em estufa plástica. **Ciência Rural**, v.34, p.1043-1049, 2004.

LÚCIO, A.D. et al. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.5, p.99-103, 1999.

LÚCIO, A.D. et al. Tamanho da amostra e método de amostragem para avaliação de características do pimentão em estufa plástica. **Horticultura Brasileira**, v.21, p.180-184, 2003.



- MARODIM, V.S. et al. Delineamento experimental e tamanho de amostra para alface cultivada em hidroponia. **Ciência Rural**, v.30, p.779-781, 2000.
- MARTIN, T.N. et al. Bases genéticas de milho e alterações no plano experimental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.35-40, 2005a. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2005000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2005000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Doi: 10.1590/S0100-204X2005000100005.
- MARTIN, T.N. et al. Metodologia experimental para rendimento de grãos de soja em condições de restrição de espaço. **Bragantia**, v.66, p.521-526, 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052007000300020&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052007000300020&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Doi: 10.1590/S0006-87052007000300020.
- MARTIN, T.N. et al. Plano amostral em parcelas de milho para avaliação de atributos de espigas. **Ciência Rural**, v.35, p.1257-1262, 2005b.
- MARTIN, T.N. et al. Tamanho ótimo de parcela e número de repetições em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência Rural**, v.35, p.271-276, 2005c.
- PALOMINO, E.C. et al. Tamanho da amostra para avaliação de famílias de meios-irmãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n. 7, p.1433-1439, 2000. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2000000700018&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2000000700018&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Doi: 10.1590/S0100-204X2000000700018.
- RAMALHO, M.A.P. et al. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.
- SILVA, P.S.L. et al. Sample size for the estimation of some sorghum traits. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, p.149-160, 2005.
- SOUZA, M.F. et al. Tamanho da amostra para peso da massa de frutos, na cultura da abóbora italiana em estufa plástica. **Agrociência**, v.8, p.123-128, 2002.
- STORCK, L. et al. Comparação de métodos de estimativa do índice de heterogeneidade do solo e do tamanho ótimo de parcela em experimento com soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.12, p.189-202, 1982.
- STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 2006. 198p.
- STORCK, L. et al. Sample size for single, double and three-way hybrid corn ear traits. **Scientia Agricola**, v.64, p.30-35, 2007.