

## Análise da repetibilidade em alguns descritores morfológicos para soja

### Analysis of the repeatability in some morphologic descriptors to soybean

Éder Matsuo<sup>I</sup> Tuneo Sedyama<sup>II</sup> Cosme Damião Cruz<sup>III</sup> Rita de Cássia Teixeira Oliveira<sup>IV</sup>

#### RESUMO

*Estudos envolvendo descritores adicionais têm sido de importância para o melhoramento genético de soja. Por isso, neste trabalho, objetivou-se estimar o coeficiente de repetibilidade do comprimento do hipocótilo, do epicótilo, do internódio entre o nó das folhas unifolioladas e da primeira folha trifoliolada, do pecíolo e da raque da primeira folha trifoliolada e determinar o número mínimo de avaliações necessário para prever o valor real dos genótipos. O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa, analisando-se 85 genótipos de soja em quatro experimentos, no delineamento inteiramente casualizado. A partir das estimativas dos coeficientes de repetibilidade e de determinação obtidos pelos métodos – da análise de variância, dos componentes principais e da análise estrutural –, foram calculados os números de avaliações necessárias. Concluiu-se que os comprimentos do hipocótilo, do epicótilo e do internódio requereram menor quantidade de medição em comparação com os comprimentos do pecíolo e da raque, para o mesmo nível de confiabilidade; e com 15 medições obteve-se 85% de confiabilidade para comprimento do hipocótilo pelos métodos ANOVA e AE(correl) e 90% para CP(correl) e CP(cov); 90% de confiabilidade para comprimento do epicótilo e do internódio pelos métodos ANOVA, CP(correl), CP(cov) e AE(correl); 80% de confiabilidade para comprimento da raque da primeira folha trifoliolada pelos métodos ANOVA, CP(correl), CP(cov) e AE(correl); e, para o comprimento do pecíolo da primeira folha trifoliolada, seriam necessárias 21 medições para confiabilidade de 80% pelos métodos ANOVA e AE(correl) e de 85% pelos CP(correl) e CP(cov).*

**Palavras-chave:** *Glycine max*, melhoramento de soja, número de avaliações, distinguibilidade.

#### ABSTRACT

*Studies involving additional descriptors has been important for soybean genetic improvement, so this study aimed to estimate the repeatability the length coefficient of hypocotyl, epicotyl, the internode between the unifoliated leaf nodes and the first trifoliate leaf, from the petiole and from the rachis of the first trifoliate leaf stage and determine the minimum number of evaluations needed to predict the real value of the genotypes. The study was conducted at the Universidade Federal de Viçosa, analyzing 85 soybean genotypes in four experiments in a completely randomized design. The numbers of necessary evaluations were calculated from the estimates of repeatability and coefficient of determination obtained by the methods of analysis of variance of the principal component and by the structural analysis. It was concluded that the lengths of the hypocotyl, epicotyl and the internode required fewer measurements compared with the length of the petiole and rachis to the same level of reliability, and with 15 measurements 85% of reliability was obtained for hypocotyl length by ANOVA and AE(correl) methods and 90% by CP(correl) and CP(cov) methods; 90% reliability was obtained for epicotyl and internode length by ANOVA, CP(correl), CP(cov) and AE(correl) method; 80% reliability was obtained for rachis length by ANOVA, CP(correl), CP(cov) and AE(correl) methods; and for petiole length, 21 measurements were needed for reliability by ANOVA and AE(correl) methods and 85% for CP(correl) and CP(cov) methods.*

**Key words:** *Glycine max*, soybean breeding, number of evaluation, distinguishability.

<sup>I</sup>Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: matsuoeder@yahoo.com.br. Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa, MG, Brasil.

<sup>III</sup>Departamento de Biologia Geral, UFV, Viçosa, MG, Brasil.

<sup>IV</sup>Bacuri Pesquisa e Melhoramento, Viçosa, MG, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento genético de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) têm atuado intensivamente no desenvolvimento de novas cultivares no Brasil, principalmente após 1.997, quando foi sancionada a Lei de Proteção de Cultivares (LPC) nº. 9.456, de 25 de abril de 1.997, regulamentada pelo Decreto nº. 2.366, de 5 de novembro de 1.997 (NETO et al., 2005). Para ser concedida a proteção de uma determinada cultivar, esta deverá atender a três requisitos básicos: ser distinta, homogênea e estável. É considerada cultivar distinta aquela que se distingue claramente de qualquer outra cuja existência na data do pedido de proteção seja reconhecida (FERRAZ & CAMPOS et al., 2009). Atualmente, são usados cerca de 38 descritores, entre obrigatórios e adicionais, para diferenciar cultivares de soja, entretanto, estes ainda são insuficientes para distinguir as cultivares, o que torna evidente a necessidade de ampliar a lista de descritores utilizados (NOGUEIRA et al., 2008). Estes autores identificaram o comprimento do hipocótilo e do epicótilo como sendo úteis na distinção de genótipos de soja. No entanto, na literatura, são poucas as informações mais detalhadas sobre a quantidade de plantas que deve ser mensurada, para se obter o valor real do indivíduo, com confiabilidade e otimização do tempo de avaliação, isto é, determinar o número de avaliações necessárias para se estimar a diferença entre os materiais avaliados, de forma que o genótipo selecionado mantenha sua característica nas gerações futuras. Segundo CRUZ et al. (2004) e FERREIRA et al. (2010), esta expectativa poderá ser comprovada pelo coeficiente de repetibilidade da característica estudada, sendo ele passível de estimação quando a medição do caráter for realizada repetidas vezes em determinado indivíduo.

A repetibilidade expressa o valor máximo que a herdabilidade pode atingir, pois expressa a proporção da variância fenotípica, que é atribuída às diferenças genéticas confundidas com os efeitos permanentes que atuam na cultivar ou progênie. Assim, a repetibilidade, à semelhança da herdabilidade, constitui instrumento indispensável para orientar os trabalhos de melhoramento (FERREIRA et al., 1999; CRUZ et al., 2004). Nesse sentido, valores altos da estimativa da repetibilidade do caráter indicam que é possível prever o valor real do indivíduo com um número relativamente pequeno de medições (CRUZ et al., 2004). A análise da repetibilidade tem sido realizada em diversas culturas como em soja (MATSUO et al., 2009, STORCK et al., 2009, CARGNELUTTI FILHO & GONÇALVES, 2011), em alfafa (FERREIRA et al., 2010), em araçazeiro

(DANNER et al., 2010), em macaúba (MANFIO et al., 2011) e em pitangueira (DANNER et al., 2010).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo estimar o coeficiente de repetibilidade de alguns descritores adicionais de soja e o número mínimo de avaliações necessário para prever o valor real dos genótipos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados, conduzidos e avaliados em casa de vegetação do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais (20°45'14" S; 42°52'54" W; 649m de altitude).

Foi analisado o total de 85 genótipos em quatro experimentos, no delineamento inteiramente casualizado, sendo cada unidade experimental constituída por uma planta. Para cada cultivar, foi utilizada uma amostra aleatória de sementes constituída de diferentes tamanhos, porém a profundidade do plantio foi padronizado em 3cm. Após a germinação, as plantas foram conduzidas conforme recomendações da cultura. No experimento 1, foram avaliados, no período de setembro a outubro de 2010, quatro genótipos (BRS Valiosa RR, Água-Marinha RR, UFVS 2010 e NK 7059 RR), os quais foram plantados em bandeja plástica (39x26x5cm) contendo solo com 1/3 de matéria orgânica. Para cada genótipo, foram avaliadas 100 plantas quanto ao comprimento do hipocótilo (CH) e do epicótilo (CE), no estádio V3 (FEHR & CAVINESS, 1977). No experimento 2, foram avaliados, no período de fevereiro a março de 2011, 14 genótipos de soja (BRC10-01, BRC10-02, BRC10-03, BRC10-04, BRC10-05, BRC10-06, BRC10-07, BRC10-08, BRC10-09, BCR10-10, BCR10-11, BCR10-12, Bossier e BRS Valiosa RR). No experimento 3, avaliaram-se, no período de fevereiro a março de 2011, 22 genótipos de soja (BCR1-295, BCR2-296, BCR3-297, BCR4-298, BCR5-299, BCR6-300, BCR7-301, BCR8-302, BCR9-303, BCR10-304, BCR11-305, BCR12-306, BCR13-307, BCR14-308, BCR15-309, BCR16-310, BCR17-311, BCR18-312, BCR19-313, BCR20-314, Bossier e MG/BR-46 (Conquista)). E, no experimento 4, 45 genótipos (BCR109B01, BCR127B01, BCR121B01, BCR203P, BCR119B01, BCR166P, DM 309, BCR123B01, BCR119P, BCR111B01, BCR124B01, BCR165P, BCR115B01, BCR112B01, BCR114B01, P98C81, BCR107B01, BCR152P, DM 339, BCR213P, BCR158P, BCR196P, BCR146P, MG/BR-46 (Conquista), BCR164P, BCR144P, Emgopa 313 (Anhanguera), BCR209P, UFV 18 (Patos de Minas), BCR104B01, BCR113B01, BCR105B01, BCR110E, BCR103F, BCR110A, BCR110B,

BCR110C, BCR110D, BCR105G, BCR113H, FT-Estrela, FT-12 (Nissei), UFV 16 (Capinópolis), BCR132390HM e BCR1346142HP) foram avaliados no período de setembro a novembro de 2006. Os genótipos dos experimentos 2, 3 e 4 foram cultivados em vaso contendo 3dm<sup>3</sup> de solo com 1/3 de matéria orgânica. Em cada genótipo, foram avaliadas cinco plantas quanto ao comprimento do hipocótilo (CH), no estádio V2, e do epicótilo (CE), do internódio entre o nó das folhas unifolioladas e da primeira folha trifoliolada (CI), do pecíolo da primeira folha trifoliolada (CPFT) e da raque da primeira folha trifoliolada (CRFT) no estádio V3. As mensurações foram realizadas utilizando-se paquímetro digital.

Inicialmente, procedeu-se à análise de variância, visando a identificar existência de variabilidade genética entre genótipos, com base nos caracteres analisados em cada experimento. Apenas para os caracteres em que foram constatadas diferenças significativas entre os genótipos ( $P < 0,05$ ) foi realizado o estudo de repetibilidade. Os coeficientes de repetibilidade ( $r$ ) foram estimados por meio dos métodos análise de variância (ANOVA); componentes principais com base nas matrizes de correlação [CP(correl)] e de variâncias e covariâncias fenotípicas [CP(cov)]; e análise estrutural, com base nas matrizes de correlação intraclasse [AE(correl)] e de variâncias e covariâncias [AE(cov)]. O número mínimo de medições necessário para prever o valor real dos indivíduos, com base nos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) pré-estabelecidos (0,80, 0,85, 0,90, 0,95 e 0,99), foi obtido conforme metodologia descrita por CRUZ et al. (2004). As análises estatísticas foram realizadas no Programa Genes: Biometria (CRUZ, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os caracteres CH, CE, CI e CPFT apresentaram efeitos de genótipos significativos ( $P < 0,05$ ) nos experimentos em que foram avaliados. Enquanto que, para CRFT, o efeito foi significativo ( $P < 0,05$ ) apenas nos experimentos 2 e 4 (Tabela 1). A significância observada indica que os genótipos de soja apresentam diferenças entre si, o que possibilita êxito na seleção de materiais promissores e reforça a importância de estudos de repetibilidade para se determinar o número mínimo de plantas a serem mensuradas para se prever o seu valor real. NOGUEIRA et al. (2008) também identificaram variabilidade em CH, CE, CPFT e CRFT, entre genótipos, em quatro épocas distintas de semeadura. Além disso, reportaram grande influência genética para a maioria das características nas diferentes épocas,

evidenciando pouco efeito ambiental sobre as características em questão.

Os coeficientes de repetibilidade, para o CH, variaram de 0,345 a 0,793 (Tabela 2). O menor valor foi obtido pelo método da ANOVA no experimento 1 e o maior pelo CP(cov) no Experimento 4. Enquanto, para o CE, o menor valor (0,478) foi obtido no experimento 2 pelo método da ANOVA e o maior (0,914) no experimento 4 pelos métodos CP(cov), CP(correl) e AE(cov). A magnitude dos coeficientes de determinação, tanto para CH quanto para CE, foram superiores ou iguais a 82% por todos os métodos nos quatro experimentos avaliados.

O CI apresentou, no experimento 2, o menor coeficiente de repetibilidade (0,428) pela AE(cov) e o maior (0,865) no experimento 3 pelo CP(correl), associados a coeficientes de determinação maiores que 79% no experimento 2, 96% no experimento 3 e 94% no experimento 4 (Tabela 2). Os coeficientes de repetibilidade estimados para CPFT apresentaram magnitude de 0,163 pela ANOVA a 0,257 pelo CP(correl), no experimento 2, de 0,482 pela ANOVA a 0,498 pelo CP(correl), no experimento 3 e de 0,634 pelo CP(cov) a 0,645 pelo CP(correl), no experimento 4. Os coeficientes de determinação variaram de 49,32% a 63,35% no experimento 2, de 82,2% a 85,5% no experimento 3 e de 89,6% a 90,00% no experimento 4. Enquanto que, para o CRFT, os coeficientes de repetibilidade variaram de 0,216 (ANOVA) a 0,260 [CP(correl)], no experimento 2, e de 0,533 [CP(cov)] a 0,553 [AE(correl)], no experimento 4; e os coeficientes de determinação apresentaram, no experimento 2, magnitude de 57,9% a 63,7% e, no experimento 4, variaram de 85,0% a 86,0% (Tabela 2).

Os coeficientes de repetibilidade e de predição do valor real para o CH e CE em genótipos de soja foram estudados por BOLDT et al. (2009). Os autores relataram que as estimativas dos coeficientes de repetibilidade para o CH foram baixas, variando de 0,439 a 0,453, enquanto que para o CE variaram de 0,613 a 0,634, com predição do valor real médio de 89,06%. Os resultados obtidos nos experimentos 1 e 2 do presente trabalho foram semelhantes ao de BOLDT et al. (2009), entretanto, a magnitude dos coeficientes de repetibilidade encontrados nos experimentos 3 e 4 foi superior. Essa diferença na magnitude dos valores de repetibilidade varia com a natureza do caráter, com as propriedades genéticas da população, com as condições em que os indivíduos se desenvolvem e se o genótipo do indivíduo, em que se realizam as medidas repetidas, encontra-se estabilizado (CRUZ et al., 2004).

As baixas estimativas dos coeficientes de repetibilidade, de maneira geral, inferiores a 0,4, resultam

Tabela 1 - Resumo da análise de variância de descritores morfológicos para soja [comprimento do hipocótilo (CH), do epicótilo (CE), do internódio entre o nó das folhas unifolioladas e da primeira folha trifoliolada (CI), do pecíolo da primeira folha trifoliolada (CPFT) e da raque da primeira folha trifoliolada (CRFT)], com informações adicionais de média geral, mínimo, máximo, desvio padrão, em mm, e coeficiente de variação (C.V.%) avaliados em quatro experimentos conduzidos em condições de casa de vegetação, Viçosa-MG.

F.V.	G.L.	CH	CE	CI	CPFT	CRFT
----- Experimento 1 (4 genótipos e 100 medições) -----						
Genótipos	3	443,65**	2863,92**	-	-	-
Resíduo	396	8,26	29,92	-	-	-
Média geral		24,72	48,91	-	-	-
Mínimo		12,96	31,23	-	-	-
Máximo		36,48	70,36	-	-	-
Desvio padrão		3,40	7,16	-	-	-
CV %		11,62	11,18	-	-	-
----- Experimento 2 (14 genótipos e 5 medições) -----						
Genótipos	13	45,88**	445,94**	541,59 **	238,71*	7,49*
Resíduo	56	8,01	79,97	109,77	120,99	3,15
Média geral		35,19	64,99	49,61	44,82	5,41
Mínimo		27,84	42,93	24,35	15,90	1,06
Máximo		42,97	98,52	96,59	68,65	11,23
Desvio padrão		3,89	12,20	13,82	11,97	1,99
CV %		8,04	13,75	21,12	24,54	32,81
----- Experimento 3 (22 genótipos e 5 medições) -----						
Genótipos	21	95,01**	306,35**	1023,57**	550,60**	7,30 <sup>ns</sup>
Resíduo	88	11,19	47,84	36,08	97,54	5,83
Média geral		31,94	58,95	42,96	48,13	6,01
Mínimo		19,42	41,33	14,71	10,97	1,32
Máximo		48,22	87,93	90,59	71,17	11,57
Desvio padrão		5,23	9,88	15,04	13,60	2,47
CV %		10,47	11,73	13,98	20,52	40,19
----- Experimento 4 (45 genótipos e 5 medições) -----						
Genótipos	44	595,39**	3341,78**	984,40**	329,37**	17,98**
Resíduo	180	30,50	63,58	55,61	34,15	2,68
Média geral		28,96	70,30	62,64	61,26	8,75
Mínimo		1,70	5,50	29,62	39,29	1,92
Máximo		62,00	125,00	114,40	86,04	14,42
Desvio padrão		11,89	26,60	15,43	9,60	2,38
CV %		19,06	11,34	11,90	9,54	18,71

\*\*\* Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

<sup>ns</sup>Não significativo.

em dificuldades para o melhorista identificar os melhores valores genotípicos a partir de análise das médias fenotípicas obtidas (FERREIRA et al., 1999). Segundo FARIAS NETO et al. (2002), essas estimativas indicam dissimilaridade na repetição do caráter entre uma avaliação e outra, e MATSUO et al. (2009) afirmaram que a seleção de linhagens com resistência ao oídio, com base nos resultados do grupo de genótipos adaptados no Estado de Goiás-2, não seria uma boa alternativa, uma vez que apresentaram coeficientes de repetibilidade inferiores a 0,4 e coeficientes de determinação variando de 68 a 73%.

Observou-se, de forma geral no presente trabalho, que quanto maior o número de genótipos maiores foram os resultados para coeficiente de repetibilidade (r) e menores os números de avaliações necessárias. No entanto, isso, provavelmente, ocorreu em função das propriedades genéticas dos genótipos analisados. Portanto, esta observação poderia não ser verdadeira, caso, no experimento 1, fosse verificado maior variância entre genótipos, o que, segundo CRUZ et al. (2004), mede as diferenças permanentes entre eles.

Para predizer o valor real CH em genótipos de soja, com confiabilidade de 80%, seriam necessárias

Tabela 2 - Resumo da análise de variância de descritores morfológicos para soja [comprimento do hipocótilo (CH), do epicótilo (CE), do internódio entre o nó das folhas unifolioladas e da primeira folha trifoliolada (CI), do pecíolo da primeira folha trifoliolada (CPFT) e da raque da primeira folha trifoliolada (CRFT)], com informações adicionais de média geral, mínimo, máximo, desvio padrão, em mm, e coeficiente de variação (C.V.%) avaliados em quatro experimentos conduzidos em condições de casa de vegetação, Viçosa-MG<sup>1</sup>.

Métodos <sup>1</sup>	CH		CE		CI		CPFT		CRFT	
	r	Det	r	Det	r	Det	r	Det	r	Det
----- Experimento 1 (4 genótipos e 100 medições) -----										
ANOVA	0,345	98,1	0,487	98,9	-	-	-	-	-	-
CP (cov)	0,588	99,3	0,682	99,5	-	-	-	-	-	-
CP (correl)	0,549	99,1	0,660	99,4	-	-	-	-	-	-
AE (correl)	0,363	98,2	0,609	99,3	-	-	-	-	-	-
AE (cov)	0,379	98,3	0,550	99,1	-	-	-	-	-	-
----- Experimento 2 (14 genótipos e 5 medições) -----										
ANOVA	0,486	82,5	0,478	82,0	0,440	79,7	0,163	49,32	0,216	57,9
CP (cov)	0,521	84,4	0,607	88,5	0,551	86,0	0,237	60,85	0,233	60,2
CP (correl)	0,545	85,6	0,511	83,9	0,524	84,6	0,257	63,35	0,260	63,7
AE (correl)	0,516	84,2	0,493	82,9	0,434	79,3	0,211	57,13	0,239	61,0
AE (cov)	0,497	83,1	0,503	83,5	0,428	78,9	0,197	55,01	0,222	58,7
----- Experimento 3 (22 genótipos e 5 medições) -----										
ANOVA	0,600	88,2	0,519	84,3	0,846	96,4	0,482	82,2	-	-
CP (cov)	0,633	89,6	0,522	84,5	0,862	96,9	0,542	85,5	-	-
CP (correl)	0,616	88,8	0,520	84,4	0,865	96,9	0,498	83,2	-	-
AE (correl)	0,612	88,7	0,519	84,3	0,864	96,9	0,490	82,7	-	-
AE (cov)	0,593	87,9	0,513	84,0	0,856	96,7	0,484	82,4	-	-
----- Experimento 4 (45 genótipos e 5 medições) -----										
ANOVA	0,787	94,8	0,912	98,1	0,768	94,3	0,639	89,8	0,541	85,4
CP (cov)	0,793	95,0	0,914	98,1	0,770	94,3	0,634	89,6	0,533	85,0
CP (correl)	0,792	95,0	0,914	98,1	0,772	94,4	0,645	90,0	0,542	85,5
AE (correl)	0,792	94,9	0,913	98,1	0,770	94,3	0,642	89,9	0,553	86,0
AE (cov)	0,786	94,8	0,914	98,1	0,769	94,3	0,640	89,8	0,549	85,8

<sup>1</sup>Metodologias de estimação do coeficiente de repetibilidade: ANOVA: Análise de variância com um fator; CP (cov): Componentes principais obtidos da matriz de covariâncias; CP (correl): Componentes principais obtidos da matriz de correlação; AE (correl): Análise estrutural com base no autovalor teórico da matriz de correlações ou correlação média; e AE (cov): Análise estrutural com base no autovalor teórico da matriz de covariância.

8, 4, 4 e 7 avaliações pelos métodos ANOVA, CP(correl), CP(cov) e AE(cov), respectivamente, considerando o maior valor dentro de cada método e entre experimentos. Caso houvesse a exigência de confiabilidade de 95%, seriam necessárias 37, 18, 16 e 34 avaliações pelos métodos ANOVA, CP(correl), CP(cov) e AE(cov) respectivamente (Tabela 3). Para o CE, seriam necessárias cinco avaliações com base no método da ANOVA, quatro com base nos CP(correl), quatro com base nos CP(cov) e cinco com base nos AE(cov) para confiabilidade de 80%, considerando o maior valor obtido entre os experimentos. Enquanto que, na necessidade de maior acurácia (confiabilidade de 95%), o número de medições seria 21, 18, 19 e 20 pelos métodos ANOVA, CP(correl), CP(cov) e AE(cov), respectivamente (Tabela 3).

O número de avaliações necessárias, para confiabilidade de 80%, para o CI variou de 1 pelos métodos da ANOVA, CP(correl), CP(cov) e AE(cov) a 6

pela ANOVA e AE(cov), nos experimentos 3 e 2, respectivamente. Enquanto que, para 95% de confiabilidade, o número de avaliações variou de 4, 3, 3 e 3 a 25, 16, 18 e 25 pela ANOVA, CP(correl), CP(cov) e AE(cov) para os experimentos 3 e 2, respectivamente (Tabela 4). Para o CPFT, seriam necessárias, no mínimo, 3 avaliações pelos métodos ANOVA, CP(correl), CP(cov) e AE(cov) no experimento 4 e, no máximo, 21 pela ANOVA no experimento 2, para obter o valor real do genótipo com 80% de confiabilidade. Para o CRFT, seriam necessárias de 4 a 15 avaliações pelo método da ANOVA, de 4 a 14 pelo CP(correl), de 4 a 12 pelo CP(cov) e de 4 a 13 pelo AE(cov), para obter confiabilidade de 80% (Tabela 4).

De maneira geral, com base nas estimativas de repetibilidade e confiabilidade de 95%, considerando a média dos métodos e dos experimentos, seriam necessárias 15 avaliações para comprimento do hipocótilo, 13 para comprimento do epicótilo, 10 para

Tabela 3 - Número de avaliações necessárias associada a diferentes coeficientes de determinação ( $R^2$ ), estimado para o comprimento do hipocótilo (CH) e do epicótilo (CE) em quatro experimentos, em Viçosa-MG, baseadas em diferentes metodologias<sup>1</sup>.

$R^2$	CH				CE			
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
	----- ANOVA -----							
0,80	7,6	4,2	2,7	1,1	4,2	4,4	3,7	0,4
0,85	10,8	6,0	3,8	1,5	6,0	6,2	5,2	0,6
0,90	17,1	9,5	6,0	2,4	9,5	9,8	8,3	0,9
0,95	36,1	20,1	12,7	5,1	20,1	20,8	17,6	1,8
0,99	187,9	104,7	66,1	26,7	104,5	108,2	91,6	9,6
	----- CP (correl) -----							
0,80	2,8	3,7	2,3	1,0	1,9	2,6	3,7	0,4
0,85	4,0	5,2	3,3	1,5	2,6	3,7	5,2	0,5
0,90	6,3	8,3	5,2	2,4	4,2	5,8	8,2	0,9
0,95	13,3	17,5	11,0	5,0	8,9	12,3	17,4	1,8
0,99	69,4	91,0	57,4	25,9	46,1	64,0	90,6	9,3
	----- CP (cov) -----							
0,80	3,3	3,3	2,5	1,1	2,1	3,8	3,7	0,4
0,85	4,6	4,7	3,5	1,5	2,9	5,4	5,2	0,5
0,90	7,4	7,5	5,6	2,4	4,6	8,6	8,3	0,9
0,95	15,6	15,9	11,9	5,0	9,8	18,2	17,5	1,8
0,99	81,2	82,8	61,8	26,0	50,9	94,6	91,3	9,4
	----- AE (cov) -----							
0,80	7,0	3,7	2,5	1,1	2,6	4,1	3,7	0,4
0,85	9,9	5,3	3,6	1,5	3,6	5,8	5,2	0,5
0,90	15,8	8,4	5,7	2,4	5,8	9,3	8,3	0,9
0,95	33,3	17,8	12,0	5,0	12,2	19,6	17,6	1,8
0,99	173,8	92,5	62,5	26,1	63,6	101,9	91,7	9,4

<sup>1</sup>Metodologias de estimação do coeficiente de repetibilidade: ANOVA: Análise de variância com um fator; CP (correl): Componentes principais obtidos da matriz de correlação; CP (cov): Componentes principais obtidos da matriz de covariâncias; e AE (cov): Análise estrutural com base no autovalor teórico da matriz de covariância.

comprimento do internódio, 34 para comprimento do pecíolo e 39 para comprimento da raque. Entretanto, deve ser ressaltado que foi observada variação do número de avaliações necessárias entre experimentos para o mesmo coeficiente de determinação nos caracteres analisados.

Pela análise da relação entre repetibilidade e número de medições, pode-se afirmar que: quando a repetibilidade é alta, o acréscimo do número de medições resultará em pouco acréscimo na precisão, em relação à que se teria se um indivíduo fosse avaliado por meio de uma única observação. Quando a repetibilidade é baixa, o aumento de medidas repetidas poderá resultar em acréscimo significativo de ganho de precisão; e, com níveis intermediários de repetibilidade, raramente é vantajoso fazer mais de três medidas em cada indivíduo para cada caráter (CRUZ et al., 2004; CARGNELUTTI FILHO & GONÇALVES, 2011). Segundo DANNER et al. (2010), os coeficientes de repetibilidade e determinação obtidos entre os

indivíduos selecionados de arcazeiro foram maiores em relação aos encontrados em pitangueira, porque os genótipos de arcazeiro apresentaram maior estabilidade fenotípica, devido à maior pressão de seleção e manejo empregado às plantas. Portanto, deve-se considerar a necessidade de mais estudos com o intuito de melhor entendimento sobre o efeito de genótipos, da influência das condições ambientais e da interação genótipos x ambientes para os descritores adicionais, visando à estimativa de coeficientes de repetibilidade, de determinação e do número de avaliações necessárias para se estimar a diferença entre os materiais avaliados.

## CONCLUSÃO

Os comprimentos do hipocótilo, do epicótilo e do internódio requereram menor quantidade de medição em comparação com os comprimentos do pecíolo e da raque, para o mesmo nível de confiabilidade.

Tabela 4 - Número de avaliações necessárias associada a diferentes coeficientes de determinação ( $R^2$ ), estimado para o comprimento do internódio entre o nó das folhas unifolioladas e da primeira folha trifoliolada (CI), do pecíolo da primeira folha trifoliolada (CPFT) e da raque da primeira folha trifoliolada (CRFT) em quatro experimentos, em Viçosa-MG, baseadas em diferentes metodologias<sup>1</sup>.

$R^2$	CI			CPFT			CRFT	
	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 2	Exp. 4
----- ANOVA -----								
0,80	5,1	0,7	1,2	20,6	4,3	2,3	14,5	3,5
0,85	7,2	1,0	1,7	29,1	6,1	3,3	20,6	5,0
0,90	11,4	1,6	2,7	46,2	9,7	5,2	32,7	7,9
0,95	24,1	3,5	5,7	97,6	20,5	11,0	69,0	16,6
0,99	125,8	18,1	29,6	508,7	106,6	57,3	359,7	86,7
----- CP (correl) -----								
0,80	3,3	0,6	1,2	12,9	3,4	2,2	13,2	3,4
0,85	4,6	0,9	1,7	18,2	4,8	3,1	18,7	4,8
0,90	7,3	1,4	2,7	28,9	7,6	5,0	29,7	7,6
0,95	15,5	3,0	5,6	61,1	16,0	10,5	62,7	16,1
0,99	80,6	15,9	29,3	318,4	83,5	54,6	326,6	83,8
----- CP (cov) -----								
0,80	3,6	0,6	1,2	11,6	4,0	2,2	11,4	3,2
0,85	5,1	0,9	1,7	16,4	5,7	3,2	16,1	4,6
0,90	8,2	1,4	2,7	26,0	9,1	5,0	25,6	7,3
0,95	17,2	3,0	5,7	55,0	19,1	10,6	54,0	15,4
0,99	89,8	15,5	29,5	286,4	99,6	55,3	281,4	80,0
----- AE (cov) -----								
0,80	5,2	0,6	1,2	15,0	4,2	2,3	12,8	3,3
0,85	7,4	0,9	1,7	21,3	5,9	3,2	18,1	4,7
0,90	11,7	1,4	2,7	33,8	9,4	5,1	28,7	7,4
0,95	24,7	3,0	5,7	71,3	19,8	10,7	60,6	15,6
0,99	128,9	15,6	29,7	371,4	103,2	55,7	315,8	81,4

<sup>1</sup>Metodologias de estimação do coeficiente de repetibilidade: ANOVA: Análise de variância com um fator; CP (correl): Componentes principais obtidos da matriz de correlação; CP (cov): Componentes principais obtidos da matriz de covariâncias; e AE (cov): Análise estrutural com base no autovalor teórico da matriz de covariância.

Com 15 medições, obteve-se 85% de confiabilidade para comprimento do hipocótilo pelos métodos ANOVA e AE(correl) e 90% para CP(correl) e CP(cov); 90% para comprimento do epicótilo e do internódio pelos métodos ANOVA, CP(correl), CP(cov) e AE(correl); 80% para comprimento da raque da primeira folha trifoliolada pelos métodos ANOVA, CP(correl), CP(cov) e AE(correl); e, para o comprimento do pecíolo da primeira folha trifoliolada, seriam necessárias 21 medições para confiabilidade de 80% pelos métodos ANOVA e AE(correl) e de 85% pelos CP(correl) e CP(cov).

#### AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq-Brasil) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro na realização deste trabalho.

#### REFERÊNCIAS

- BOLDT, A.S. et al. Repetibilidade da medição do comprimento do hipocótilo e do epicótilo para discriminação de genótipos de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA - MERCOSOJA, 5., 2009, Goiânia, GO. *Anais...* Londrina: Embrapa Soja, 2009. CD.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; GONÇALVES, E.C.P. Estimativa do número de repetições para a avaliação de caracteres de produtividade e de morfologia em genótipos de soja. *Comunicata Scientiae*, v.2, n.1, p.25-33, 2011. Disponível em: <<http://comunicata.ufpi.br/index.php/comunicata/article/view/81/53>>. Acesso em: 30 abr. 2011.
- CRUZ, C.D. et al. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.
- CRUZ, C.D. **Programa genes: biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382p.
- DANNER, M.A. et al. Repetibilidade de caracteres de fruto em araçazeiro e pitangueira. *Ciência Rural*, v.40, n.10, p.2086-

- 2091, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782010001000006&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782010001000006&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 30 abr. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782010005000163.
- FARIAS NETO, J.T. et al. Coeficientes de repetibilidade genética de caracteres em pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.731-733, 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452002000300042&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452002000300042&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 01 maio, 2011. doi: 10.1590/S0100-29452002000300042.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Iowa, Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 12p. (Special Report 80).
- FERRAZ e CAMPOS, S.R. et al. Registro e proteção de cultivares. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologia de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenas, 2009. Cap.17, p.235-246.
- FERREIRA, R.P. et al. Avaliação de cultivares de alfafa e estimativas de repetibilidade de caracteres forrageiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.6, p.994-1002, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X1999000600010&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X1999000600010&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 30 abr. 2011. doi: 10.1590/S0100-204X1999000600010.
- FERREIRA, R.P. et al. Determinação do coeficiente de repetibilidade e estabilização genotípica das características agronômicas avaliadas em genótipos de alfafa no ano de estabelecimento. **Revista Ceres**, v.57, n.5, p.642-647, 2010. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ceres/revistas/V57N005P52610.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2011.
- MANFIO, C.E. et al. Repetibilidade em características biométricas do fruto de macaúba. **Ciência Rural**, v.41, n.1, p.70-76, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782011000100012&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782011000100012&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 30 abr. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782011000100012.
- MATSUO, E. et al. Análise de repetibilidade da ocorrência de oídio em genótipos de soja. **Bioscience Journal**, v.25, n.2, p.87-98, 2009. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewArticle/6865>>. Acesso em: 30 abr. 2011.
- NETO, M.O.V. et al. Lei de proteção de cultivares. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. Cap.23, p.931-960.
- NOGUEIRA, A.P.O. et al. Novas características para diferenciação de cultivares de soja pela análise discriminante. **Ciência Rural**, v.38, n.9, p.2427-2433, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782008000900003&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000900003&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 30 abr. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782008005000025.
- STORCK, L. et al. Método de Papadakis e número de repetições em experimentos de soja. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.977-982, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782009000400004&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000400004&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 30 abr. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782009005000027.