

DISSIMILARIDADE GENÉTICA ENTRE LINHAGENS AVANÇADAS DE FEIJOEIRO

GENETIC DISSIMILARITY AMONG DRY BEAN ADVANCED LINES

RIBEIRO, Nerinéia D.¹, POSSEBON, Sandro B.², STROSCHEIN, Marcos R. D.²

RESUMO

Os objetivos do trabalho foram: (a) avaliar quais são os caracteres agromorfológicos que se constituem como melhores descritores, (b) realizar agrupamento em função da dissimilaridade genética; e (c) definir quais são as combinações híbridas mais promissoras para a obtenção de populações segregantes em feijão do grupo comercial preto. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2000/01, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, e os tratamentos consistiram de 24 genótipos de feijão. Vinte e dois caracteres agromorfológicos foram avaliados, mas apenas oito foram mais eficientes para a identificação das diferenças genéticas no germoplasma considerado. Os resultados obtidos permitem concluir que os caracteres - número de dias para a floração, número de dias para a colheita, rendimento de grãos, altura de inserção do primeiro legume ao solo, número de legumes por planta, número de grãos por planta, número de grãos por legume e peso de 100 grãos - são os que mais contribuem para a dissimilaridade genética entre os genótipos avaliados. Populações segregantes com variabilidade genética superior podem ser obtidas com hibridações entre os genótipos CI-9849 x CI-9690, CI-9849 x CI-9844 e CI-9849 x CNFP-7560.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., descritores agromorfológicos, componentes principais, agrupamento, variabilidade genética.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o melhoramento do feijoeiro comum baseia-se principalmente na hibridação de cultivares e/ou linhagens a fim de gerar populações segregantes, nas quais é realizada a seleção de genótipos superiores. Nos últimos anos, tem-se observado a utilização de poucos genitores para a composição das cultivares, o que tem contribuído para o desenvolvimento de germoplasma aparentado (homogêneo) (MACHADO et al., 2000; RIBEIRO, 2001; RIBEIRO & STORCK, 2003).

Sendo assim, estudos sobre dissimilaridade genética tornam-se de grande utilidade para a identificação de genitores que, quando cruzados, possibilitem maior probabilidade de recuperar genótipos com variabilidade superior nas gerações segregantes. Em vista disso, os métodos preditivos (análise multivariada) têm sido utilizados com eficiência no direcionamento dos cruzamentos na cultura do feijoeiro comum (COIMBRA & CARVALHO, 1999; COIMBRA et al., 1999; MACHADO et al., 2000; RIBEIRO, 2001; RIBEIRO et al., 2001; RIBEIRO & STORCK, 2002; ; RIBEIRO & STORCK, 2003).

A correta escolha de genitores, em um programa de melhoramento de plantas autógamas, é importante na maximização de sua eficiência, pela economia de recursos

que pode proporcionar (ANTUNES et al., 1998). Ainda mais em feijoeiro, onde a técnica de hibridação controlada é trabalhosa e bastante meticulosa (BORÉM, 1999), dificultando, muitas vezes, o sucesso na obtenção de progresso genético.

Nesse contexto, linhagens avançadas do Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (EVCU), constitui-se em fonte de germoplasma importante por serem originadas de diferentes programas de melhoramento de feijoeiro no país. Em vista disso os objetivos deste trabalho foram: (a) avaliar quais são os caracteres agromorfológicos que se constituem como melhores descritores, (b) realizar agrupamento em função da dissimilaridade genética; e (c) definir quais são as combinações híbridas mais promissoras para a obtenção de populações segregantes com variabilidade genética superior.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, no ano agrícola 2000/01, em solo da Unidade de Mapeamento Santa Maria (Brunizem Hidromórfico).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os genótipos avaliados de feijão preto foram em número de 24, sendo 22 linhagens avançadas de diferentes procedências e dois padrões (testemunhas): TPS Nobre e Diamante Negro.

As parcelas foram compostas de quatro fileiras, com 4m de comprimento, espaçadas de 0,50 m. A área útil foi formada pelas duas fileiras centrais, desprezando 0,50 m das extremidades, compreendendo 3 m². A semeadura foi realizada em 07/11/2000, com densidade ajustada de acordo com o hábito de crescimento de cada genótipo (CEPEF, 2000).

O preparo do solo foi realizado de forma convencional e as adubações foram baseadas na análise química do solo, seguindo as Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ROLAS, 1995). O controle de insetos foi efetuado com aplicação de Metamidofós (Metamidofós Fersol, na dose de 750 ml/ha) e para a eliminação de plantas invasoras usou-se o herbicida Fluazifop-p-butyl (Fusilade, na dose de 850 ml/ha) e o arranquio manual de plantas remanescentes. Esses tratamentos culturais e a irrigação foram realizados sempre que necessário, de forma a não prejudicar o desenvolvimento normal da cultura. Não se fez controle de doenças, a fim de se verificar a ocorrência de patógenos nos genótipos.

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97.105-900. Santa Maria, RS. E-mail: nerineia@ccr.ufsm.br (Autor para correspondência).

² Acadêmico do Curso de Agronomia da UFSM, bolsista do PET/Sesu e PIBIC/CNPq, respectivamente.

(Recebido para publicação em 04/12/01)

Os caracteres agromorfológicos avaliados foram: número de dias para a emergência (EM), número de dias para a floração (FLOR), número de dias para a colheita (CICLO), estande inicial (EI), grau de incidência de antracnose (*Colletotrichum lindemulianum*) nas folhas (ANF) e nos legumes (ANL), grau de incidência de crestamento bacteriano comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) nas folhas (CBF) e nos legumes (CBL), grau de incidência de ferrugem (*Uromyces appendiculatus*) nas folhas (FF) e nos legumes (FL), acamamento (ACA), nota geral de adaptação (NG) e estande final (EF). Essas avaliações foram baseadas nos estádios de desenvolvimento da cultura, segundo a escala proposta pelo CIAT (1987). As avaliações de grau de incidência de doenças nas folhas foram efetuadas no florescimento, enquanto que, nos legumes foram avaliados na fase de maturação fisiológica. O rendimento de grãos (REND) foi determinado a 13% de umidade (kg/ha) e a cor do tegumento dos grãos (COR), foi medida através do sistema L – a – b, determinado com o colorímetro, marca Minolta, modelo CR – 310, logo após a colheita. O eixo vertical 'L' avalia a claridade da cor da amostra, variando do preto ao branco; o eixo 'a' da cor verde ao vermelho; e o 'b', da cor azul ao amarelo. Para o feijoeiro, importa a claridade das sementes, razão pela qual foram apresentados apenas valores de 'L'.

As avaliações baseadas na média das cinco plantas competitivas, coletadas ao acaso, foram: altura de inserção de legume inferior (ALI), altura de inserção de legume superior (ALS), altura de inserção de primeiro legume ao solo (A1LS), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por

planta (NGP), número de grãos por legume (NGL) e peso de 100 grãos (PCG).

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, utilizando o teste de F em nível de 5% de probabilidade de erro, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott (RAMALHO et al., 2000). As médias de cada variável foram utilizadas para o estudo dos componentes principais (autovalores e autovetores), visando à identificação de caracteres com pouco efeito na variação entre os genótipos. Com a utilização das matrizes das médias, das variâncias e covariâncias residuais das variáveis mais importantes para a dissimilaridade genética, procederam-se os cálculos das distâncias de Mahalanobis entre todos os pares de genótipos, sendo o agrupamento realizado pelo método hierárquico de ligação completa (CRUZ & REGAZZI, 1997; CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância evidenciou diferenças significativas entre genótipos, a 5% de probabilidade de erro pelo teste de F, para a maioria dos caracteres agromorfológicos avaliados, excetuando-se grau de incidência de antracnose, crestamento bacteriano comum e ferrugem (nas folhas e legumes), estande inicial e final de plantas, número de dias para a emergência, acamamento, altura de inserção de legume inferior e superior (Tabela 1). Estes caracteres, que não apresentaram efeito significativo para genótipos, foram descartados, pois não contribuíram para a identificação de variabilidade genética.

Tabela 1 - Resumo de análises de variância univariadas dos vinte e dois caracteres agromorfológicos avaliados em 24 genótipos de feijão preto. Santa Maria, UFSM, 2001.

Caracteres agromorfológicos	Quadrados médios			Média	C.V. (%)
	Blocos (GL=2)	Genótipos (GL=23)	Erro (GL=46)		
Número de dias para a emergência (dias)	4,54	0,37 ^{ns}	0,35	5,46	10,89
Número de dias para a floração (dias)	1,51	14,98 [*]	2,57	39,53	4,06
Número de dias para a colheita (dias)	67,01	25,79 [*]	7,59	78,28	3,52
Estande inicial	859,43	263,07 ^{ns}	131,98	71,07	16,16
Antracnose nas folhas	-	-	-	1,00	-
Antracnose nos legumes	2,43	2,48 ^{ns}	1,78	1,55	-
Crestamento bacteriano nas folhas	1,43	0,43 ^{ns}	0,30	1,64	-
Crestamento bacteriano nos legumes	2,72	3,71 ^{ns}	2,33	4,49	-
Ferrugem nas folhas	-	-	-	1,00	-
Ferrugem nos legumes	-	-	-	1,00	-
Acamamento	5,18	4,62 ^{ns}	2,24	6,32	23,68
Nota geral	1,04	3,83 [*]	1,02	4,75	21,34
Estande final	1060,01	326,69 ^{ns}	153,42	65,31	18,97
Rendimento de grãos (kg.ha ⁻¹)	1191641	502150 [*]	197033	1525	29,12
Cor do tegumento dos grãos ('L')	2,64	2,84 [*]	0,02	22,45	0,70
Altura de inserção de legume inferior (cm)	7,41	37,73 ^{ns}	24,24	14,70	33,49
Altura de inserção de 1º legume ao solo (cm)	68,75	59,54 [*]	23,29	16,69	28,91
Altura de inserção de legume superior (cm)	268,15	161,38 ^{ns}	111,40	33,23	31,76
Número de legumes por planta	2,93	7,22 [*]	3,72	8,66	22,30
Número de grãos por planta	137,88	213,62 [*]	106,35	41,49	24,86
Número de grãos por legume	0,30	0,57 [*]	0,22	4,79	9,80
Peso de 100 grãos (g)	17,96	18,96 [*]	6,34	20,66	12,19

* significativo pelo teste de F em nível de 5% de probabilidade de erro.

^{ns} não significativo.

Dos vinte e dois caracteres agromorfológicos avaliados (Tabela 1), apenas oito foram mais eficientes para representar as diferenças entre os genótipos avaliados (Tabela 2). Nesse

estudo, adotou-se o critério de utilizar os três primeiros componentes principais, que envolveram 84,05% da variância acumulada, abrangendo, assim, a maior parte da variação

total contida nos dados originais. Neste caso, explicam satisfatoriamente a variabilidade manifestada entre os genótipos avaliados e, portanto, permitem interpretar o fenômeno com considerável simplificação (CRUZ & REGAZZI, 1997). Para identificar estes caracteres considerou-se: (a) a eliminação de caracteres em que não houve efeito significativo para genótipos; (b) a exclusão de pares de caracteres muito correlacionados, por causarem colinearidade nas estimativas dos autovetores (componentes principais); (c) o descarte de caracteres nos quais o índice nos últimos componentes principais foi alto e/ou o índice nos primeiros componentes principais foi baixo (RIBEIRO, 2001).

Tabela 2 - Autovetores e percentagem da variância acumulada para o primeiro (C1), segundo (C2) e terceiro (C3) componentes principais, relativos aos descritores agromorfológicos de feijão preto. Santa Maria, UFSM, 2001.

Descritores agromorfológicos	C1	C2	C3
Número de dias para a floração (dias)	0,459	0,226	-0,123
Número de dias para a colheita (dias)	0,461	0,016	-0,124
Rendimento de grãos (kg.ha ⁻¹)	-0,405	-0,117	0,453
Altura de inserção do 1 ^o legume ao solo (cm)	0,427	0,072	0,408
Número de legumes por planta	-0,323	0,444	-0,376
Número de grãos por planta	-0,277	0,575	-0,031
Número de grãos por legume	0,026	0,433	0,667
Peso de 100 grãos (g)	-0,222	-0,462	0,109
Variância acumulada (%)	42,815	68,762	84,047

Observa-se que para o primeiro componente principal, os descritores de maior contribuição na discriminação dos genótipos foram número de dias para a colheita, número de dias para a floração, altura de primeiro legume ao solo e rendimento de grãos (valor negativo); no segundo componente, destacaram-se: número de grãos por planta, número de legumes por planta, número de grãos por legume e peso de 100 grãos (valor negativo); quando se incluiu o terceiro componente, os caracteres - número de grãos por legume, rendimento de grãos e altura de inserção de primeiro legume ao solo - apresentaram maior contribuição. Os resultados obtidos sugerem que estas variáveis constituem-se nos caracteres agromorfológicos mais responsivos nos processos de seleção de genótipos de feijão preto sendo, muito eficientes para explicar a dissimilaridade genética entre esses genótipos. No entanto, caracteres diferentes podem ser encontrados na literatura, dependendo do germoplasma avaliado (FONSECA & SILVA, 1997; FONSECA & SILVA, 1999; COIMBRA & CARVALHO, 1999; MACHADO et al, 2000; RIBEIRO, 2001; RIBEIRO et al, 2001; RIBEIRO & STORCK, 2002; RIBEIRO & STORCK, 2003). Esse fato destaca a importância de se conhecer, para o germoplasma disponível no programa de melhoramento de feijoeiro, quais são os caracteres mais responsivos para a seleção de genótipos superiores.

Com os caracteres agromorfológicos que mais explicam as diferenças genéticas entre os genótipos (Tabela 2),

procedeu-se a estimativa das dissimilaridades e realizou-se o agrupamento dos genótipos (Figura 1). A interpretação dos resultados do dendograma de dissimilaridade, permite constatar a formação de três grupos, com distâncias próximas a 30% entre os mesmos. O grupo 1 foi formado por quatro genótipos (CI-9849, CI-9867, TB 96-11 e CNFP-8100, na parte inferior da figura); o grupo 2 foi constituído por cinco genótipos (CI-9637, MT 95202057, CNFP-8104, SM 9707 e M 89-90); e o grupo 3 abrangeu os demais genótipos (parte superior da Figura 1). Alternativamente, pode-se considerar a formação de dois grandes grupos, o grupo 1 (quatro genótipos) contra o grupo 2 + grupo 3 (20 genótipos), com 100% de dissimilaridade. Acredita-se que essa grande concentração de genótipos em um único grupo possa ser causada pela realização de cruzamentos biparentais para o desenvolvimento das linhagens (MACHADO et al, 2000) e também pela utilização de poucos genitores para a formação das populações segregantes, resultando em menor variabilidade genética. Isso sugere que genótipos com alelos comuns estejam sendo utilizados no processo de desenvolvimento das novas cultivares de feijoeiro no país, gerando então linhagens muito similares geneticamente (RIBEIRO & STORCK, 2003).

A formação desses grupos torna-se importante para o planejamento das novas combinações híbridas a serem obtidas. Os cruzamentos dentro de um mesmo grupo deverão ser evitados, pois poderão resultar em populações com variabilidade restrita devido à grande similaridade genética apresentada pelos genitores (CRUZ & REGAZZI, 1997). Como as hibridações promissoras devem ser planejadas entre genótipos dos três grupos dissimilares terá que se identificar os genótipos, dentro de cada grupo, com características que visam complementar a formação da linhagem a ser obtida (RIBEIRO & STORCK, 2002; RIBEIRO & STORCK, 2003). Sendo assim, no grupo 1, o genótipo CI-9849 se destaca pelos caracteres altura de inserção de primeiro legume, número de legumes por planta, número de grãos por planta e número de grãos por legume (Tabela 3). No grupo 3, o genótipo CI-9844 apresenta maior peso de 100 grãos e os genótipos CI-9690 e CNFP-7560 apresentam precocidade e maior rendimento de grãos. Em vista disso, cruzamentos entre o genótipo destacado do grupo 1 com os do grupo 3 são favoráveis pela possibilidade de reunir caracteres favoráveis do primeiro com os dos últimos. A hibridação desses genótipos poderá resultar na obtenção de linhagens segregantes com variabilidade genética superior, pois além de serem 100% dissimilares, apresentam também caracteres favoráveis para o desenvolvimento de genótipos superiores em feijão preto.

A utilização de técnicas multivariadas tem-se mostrado eficiente para a identificação de genitores potenciais em feijoeiro, mesmo quando se utiliza germoplasma aparentado (homogêneo) (COIMBRA & CARVALHO, 1999; COIMBRA et al., 1999; MACHADO et al., 2000; RIBEIRO, 2001; RIBEIRO et al., 2001; RIBEIRO & STORCK, 2002; RIBEIRO & STORCK, 2003). O conhecimento da dissimilaridade genética entre os genitores potenciais possibilita a racionalização nas hibridações e concentra tempo apenas naquelas mais promissoras, o que é cada vez mais imprescindível nos programas de melhoramento genético de feijoeiro no Brasil, principalmente após a aprovação da Lei de Proteção de Cultivares.

Tabela 3 - Grupos de similaridades estabelecidos pelo método de Tocher entre 24 genótipos de feijão preto, a partir das distâncias euclidianas médias e da comparação de médias para os caracteres número de dias para a floração (FLOR), número de dias para a colheita (CICLO), rendimento de grãos (REND), altura de inserção primeiro legume ao solo (A1LS), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por planta (NGP), número grãos por legume (NGL) e peso de 100 grãos (PCG). Santa Maria, UFSM, 2001.

Nº	Genótipo	Grupo	FLOR	CICLO	REND	A1LS	NLP	NGP	NGL	PCG
1	TPS Nobre ¹	1	40C*	77B	1589A	18,6A	9,2A	46,4A	5,1A	18,8B
2	Diamante Negro ²	1	39C	76B	1429B	18,5A	7,7A	40,0A	5,2A	18,5B
13	TB 96-11 ³	1	41B	80A	1463B	17,5A	8,9A	46,5A	5,2A	19,1B
17	LP 98-13 ⁵	1	40C	77B	1780A	19,1A	8,0A	37,9A	4,8B	21,5A
16	CNFP-8087 ²	1	39C	77B	1293B	22,6A	7,3A	35,8A	4,8A	17,8B
14	TB 96-13 ³	1	39C	80A	1295B	18,9A	7,9A	41,2A	5,3A	22,6A
20	LM 92204133 ²	1	38D	78B	1636A	13,4B	8,7A	40,8A	4,7B	22,0A
18	TB 97-13 ³	1	38D	76B	1826A	13,1B	8,3A	39,3A	4,7B	19,0B
11	CNFP-8078 ²	1	38D	77B	2043A	13,9B	8,5A	45,9A	5,4A	19,8B
19	TB 94-01 ³	1	40C	78B	2178A	15,0B	9,9A	50,2A	5,1A	20,5B
23	SM 9707 ⁶	1	39C	78B	1650A	12,9B	9,2A	46,4A	5,0A	24,5A
22	M 89-90 ⁶	1	37D	77B	1784A	19,9A	8,9A	47,3A	5,3A	24,2A
3	CNFP-8097 ²	1	38D	78B	1701A	8,9B	9,5A	41,0A	4,4B	19,7B
7	CI-9844 ⁴	1	40C	76B	1339B	13,2B	10,9A	47,5A	4,3B	21,5A
10	CNFP-7560 ²	1	38D	78B	1665A	15,2B	11,9A	55,7A	4,5B	20,5B
8	CNFP-8100 ²	2	42B	83A	1005B	24,3A	7,9A	36,1A	4,7B	19,6B
12	TB 96-11 ³	2	45A	83A	1226B	21,9A	7,9A	34,9A	4,4B	21,2A
15	CI-9849 ⁴	2	45A	85A	1025B	26,9A	5,3A	27,5A	5,2A	16,8B
9	CNFP-8104 ²	3	36D	75B	2458A	14,1B	7,3A	33,4A	4,6B	26,6A
21	MT 95202057 ²	3	38D	75B	1678A	14,3B	7,9A	32,2A	4,1B	23,6A
5	CI-9637 ⁴	4	39C	79B	1151B	16,5B	5,7A	22,7A	4,0B	23,2A
6	CI-9690 ⁴	5	37D	73B	1697A	9,9B	10,9A	50,6A	4,6B	18,5B
4	CI-9867 ⁴	6	41C	83A	635B	12,3B	9,4A	38,1A	4,1B	19,9B
24	SM 98-09 ⁶	7	43B	79B	1044B	18,8A	10,5A	58,1A	5,5A	16,8B
	Média		39,53	78,28	1525	16,69	8,66	41,49	4,79	20,66

* Médias de genótipos não seguidos pela mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

¹ TPS: Terrassawa Produção de Sementes, Ponta Grossa, PR.

² CNPAF: Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão, Goiânia, GO.

³ CPATB: Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado, Pelotas, RS.

⁴ CEFET: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Pato Branco, PR.

⁵ IAPAR: Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, PR.

⁶ FEPAGRO: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Porto Alegre, RS.

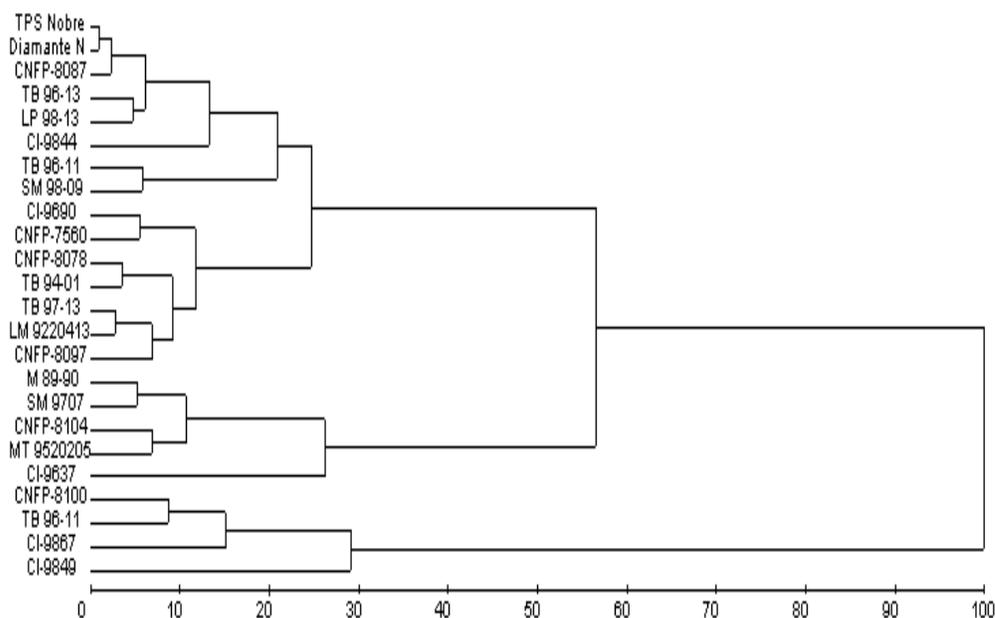


Figura 1 - Dendrograma de dissimilaridade obtido pelo método hierárquico da ligação completa, baseado nas distâncias generalizadas de Mahalanobis, entre 24 genótipos de feijão preto. Santa Maria, UFSM, 2001.

CONCLUSÕES

Os caracteres número de dias para a floração, número de dias para a colheita, rendimento de grãos, altura de inserção de primeiro legume ao solo, número de legumes por planta e número de grãos por planta, número de grãos por legume e peso de 100 grãos são os que mais contribuem para a dissimilaridade genética nos genótipos avaliados.

As seguintes combinações – CI-9849 x CI-9690, CI-9849 x CI-9844, CI-9849 x CNFP-7560 – são promissoras para a obtenção de populações segregantes com variabilidade genética superior.

ABSTRACT

The objectives of this research were to evaluate which morphologic traits were the best descriptors to group dry bean advanced breeding lines based upon genetic diversity and to determine the best hybrid combinations to increase genetic diversity on segregating populations. Twenty-four dry bean advanced breeding lines were evaluated during 2000/01 growing season. The experimental design was in complete random blocks with three replications. Among 22 morphologic traits, only eight traits were valuable to identify advanced breeding lines. Based upon the result, the traits number of days to flowering, cycle, grain yield, height of first pod insertion, number of pods per plant, number of grains per plant, number of grains per pod and weight of 100 grains showed high contribution to genetic dissimilarity among dry bean advanced breeding lines. The hybrid combinations – CI-9849 x CI-9690, CI-9849 x CI-9844 e CI-9849 x CNFP-7560 - showed diversity and complementary desirable traits among parents that could result in segregating populations with high genetic dissimilarity.

Key words: Phaseolus vulgaris L., morphological traits, principal components, cluster analysis and genetic variability.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, I.F., VELLO, N.A., TEIXEIRA, M.G. et al. Predição da produtividade de grãos de populações F2 de feijão a partir da média parental. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.3, p.357-360, 1998.
- BORÉM, A. **Hibridação artificial em plantas**. Viçosa: UFV, 1999. 546 p.
- CEPEF. **Feijão: recomendações técnicas para cultivo de feijão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: PALLOTTI, 2000. 80 p.
- CIAT. **Standard system for the evaluation of bean germoplasm**. Cali: CIAT, 1987. 54 p.
- COIMBRA, J.L.M., CARVALHO, F.I.F., HEMP, S. et al. Divergência Genética em feijão preto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 427-431, 1999.
- COIMBRA, J.L.M., CARVALHO, F.I.F. Divergência Genética em linhagens de feijão preto (*Phaseolus vulgaris L.*) preditas através de variáveis quantitativas. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.4, n.1, p.47-53, 1999.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- CRUZ, C.D., REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.
- FONSECA, J.R., SILVA, H.T. Emprego da análise multivariada na caracterização de acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*). **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p. 335-341, 1997.
- FONSECA, J.R., SILVA, H.T. Identificação de acessos de feijão por meio de técnicas multivariadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.3, p.409-414, 1999.
- MACHADO, C.F., SANTOS, J.B., NUNES, G.H.S. Escolha de genitores de feijoeiro por meio da divergência avaliada a partir de caracteres morfo-agronômicos. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.11-20, 2000.
- RAMALHO, M.A.P., FERREIRA, D.F., OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326 p.
- RIBEIRO, N.D. **Escolha de genitores de feijoeiro por meio da divergência genética**. Santa Maria, 2001. 80 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 2001.
- RIBEIRO, N.D., STORCK, L., SLUSZZ, T. Identificação de genitores de feijão de cor por meio da divergência genética. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.6, n.2, p.94-103, 2001.
- RIBEIRO, N.D., STORCK, L. Escolha de genitores de feijoeiro por meio da dissimilaridade genética. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.2, p.89-95, 2002.
- RIBEIRO, N.D., STORCK, L. Genitores potenciais para hibridações identificados por divergência genética em feijão carioca. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2003. (prelo)
- ROLAS. **Recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3^o ed. Passo Fundo: SBCS, 1995. 223 p.