

USO DO MELHOR PREDITOR LINEAR NÃO-VIESADO (BLUP) NA PREDIÇÃO DE HÍBRIDOS EM FEIJÃO

USING THE BEST LINEAR UNBIASED PREDICTOR (BLUP) FOR PREDICTING HYBRID BEANS

Joana Neres da Cruz BALDISSERA¹; Juliano Garcia BERTOLDO²; Giseli VALENTINI¹; Marlon Mathias Dacal COAN³; Diane Simon ROZETO⁴, Altamir Frederico GUIDOLIN⁵; Jefferson Luís Meirelles COIMBRA⁵

1. Doutoranda, Programa de Genética e Melhoramento –PGM, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, PR, Brasil; 2. Doutor em Recursos Genéticos, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, SC, Brasil; 3. Mestrando, Programa de Genética e Melhoramento – PGM, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, PR, Brasil; 4. Bolsista de Iniciação Científica, Instituto de Melhoramento e Genética Molecular da UDESC - IMEGEM, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages, SC, Brasil; 5. Professor, Doutor, IMEGEM, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages, SC, Brasil;

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do BLUP (Melhor preditor linear não-viesado) para prever o desempenho de híbridos com base nos genitores, comparando os resultados obtidos com as análises dialélicas. Para tanto, foram realizados cruzamentos dialélicos entre seis genótipos de feijão: Xan 159, Pérola, BAF 63, IPR Uirapuru, BRS Supremo e BRS Valente. Todas as plantas foram avaliadas quanto aos caracteres de importância agrônômica. Os dados obtidos foram submetidos à análise dialélica modelo 1 método I de Griffing (1956) que estima a capacidade geral e específica de combinação, e utilizando o BLUP foram obtidos os valores preditos dos genitores e de seus híbridos. Após foram realizadas análises de correlação entre os BLUP's e os quadrados médios da capacidade geral e específica de combinação. Contudo, concluímos que associação do BLUP às análises dialélicas possibilita identificar populações segregantes promissoras, permitindo rapidez no desenvolvimento de novas cultivares.

PALAVRAS -CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L.. Dialelo. CGC. CEC. REC.

INTRODUÇÃO

O feijão possui destaque na agricultura brasileira, sendo cultivado por pequenos e médios agricultores, além de representar um importante alimento na dieta da maioria da população brasileira, por ser rico em proteína e minerais.

Para atender às necessidades do mercado por cultivares portadoras de características agrônômicas desejáveis, bem como, adaptadas às diferentes regiões de cultivo, o melhorista pode lançar mão de vários recursos e metodologias de trabalho. Uma estratégia comumente utilizada com este intuito são os cruzamentos dirigidos, que tem como objetivo recombinar a variabilidade genética presente, contribuindo para o desenvolvimento de cultivares melhoradas (BERNARDO; BOHN, 2007). Frequentemente têm sido utilizado nos programas de melhoramento genético, os métodos de cruzamentos dialélicos, os quais fornecem informações com relação ao comportamento dos genitores entre si e suas combinações híbridas (CRUZ; VENCOSKY, 1989).

A partir dos cruzamentos dialélicos é possível estimar dois parâmetros importantes para melhoramento genético de plantas que é a capacidade geral de combinação (CGC), cujo conhecimento, permite indicar e selecionar os

melhores genitores (MAKANDA et al., 2010) e a capacidade específica de combinação (CEC) que está relacionada aos efeitos alélicos não-aditivos, que caracteriza a diferença das combinações híbridas em relação ao comportamento médio dos genitores (FERREIRA et al., 2002), o que contribui para a indicação da melhor combinação híbrida.

Os cruzamentos são importantes nos programas de melhoramento para a geração de variabilidade, entretanto, eles são dispendiosos, ou seja, é preciso tempo e dedicação para realizá-los. Além disso, a porcentagem de sementes híbridas obtidas nos cruzamento é baixa (KUREK et al., 2001). Uma alternativa viável para diminuir os custos e também o tempo necessário para a obtenção e avaliação dos híbridos é o uso do BLUP (Melhor Preditor Linear Não-Viesado). A utilização do Melhor Preditor Linear Não-Viesado permite realizar apenas os cruzamentos onde os genitores se apresentem promissores para as características de interesse, com base nos BLUP's, a partir da predição dos valores genéticos associados às observações fenotípicas (ROCHA et al., 2007).

O BLUP também pode ser utilizado no melhoramento vegetal para prever o desempenho genético dos híbridos que não estejam presentes ou que tenham sido perdidos, a partir das covariâncias genéticas entre os genótipos a serem cruzados

(BERNARDO, 1994). Segundo Bernardo (1995), a habilidade do BLUP para prever os cruzamentos não realizados ou perdidos, bem como o número de preditores necessários para se obter resultados confiáveis, depende do grau de parentesco dos genitores utilizados nos cruzamentos. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi comparar os resultados obtidos a partir de análises dialélicas e do BLUP (Melhor Preditor Linear Não-Viesado) e avaliar a eficiência do BLUP para prever o desempenho dos híbridos a partir dos seus genitores.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano agrícola de 2009/10 na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, no município de Lages, localizado no Planalto Sul do Estado de Santa Catarina com altitude média de 930m e caracterizado pela presença de verões brandos com chuvas bem distribuídas (EPAGRI, 2010).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com duas repetições das trinta e seis combinações obtidas, foram utilizados seis genótipos de feijão: Xan 159, Pérola, BAF 63, IPR Uirapuru, BRS Supremo e BRS Valente, os quais foram cruzados artificialmente, em esquema de dialelo completo, seguindo a metodologia descrita por Vieira (1967). As sementes F_1 e os seis genitores foram semeados à campo manualmente com 15 sementes por metro linear, em parcelas constituídas por três fileiras de 1m de comprimento espaçadas de 0,5m entre si, totalizando uma área bruta de 1,5 m² por parcela e uma área útil de 0,4 m² constituída pela linha central, utilizando como efeito de bordadura as linhas das extremidades com os genitores que originaram os respectivos híbridos. Durante o período vegetativo e reprodutivo realizou-se avaliações do ciclo de planta em dias, compreendido desde a emergência das plântulas até a colheita. Após a colheita foram avaliados cinco caracteres de importância agrônômica: i) estatura de planta (EST): medida em centímetros da cicatriz cotiledonar até o final da haste principal; ii) inserção da primeira vagem (IPV): medida em centímetros da cicatriz cotiledonar até a inserção da primeira vagem; iii) diâmetro do caule (DC): medido em milímetros na cicatriz cotiledonar; iv) número de vagens por planta (NVP) e; v) número de grãos por vagens (NGV).

Os dados obtidos foram submetidos às análises estatísticas, utilizando o pacote Diallel-

SAS05 do programa SAS (ZANG et al., 2005) que compreendeu à análise dialélica modelo 1 método I de Griffing (1956) para estimar a capacidade geral de combinação (CGC), e a capacidade específica de combinação (CEC). O modelo estatístico proposto por Griffing (1956) analisa a tabela dialélica decompondo a média C_{ij} nos seguintes efeitos:

$$C_{ij} = m + \hat{g}_i + \hat{g}_j + \hat{S}_{ij} + r_{ij} + \hat{e}_{ij} \text{ onde,}$$

m : efeito médio de todos os tratamentos; \hat{g}_i : efeito da capacidade geral de combinação do pai i , e corresponde ao desvio do seu desempenho médio em combinações híbridas; \hat{g}_j : efeito da capacidade geral de combinação do pai de ordem j ; \hat{S}_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação do cruzamento C_{ij} e significa que seu desempenho é superior ou inferior em relação ao esperado com base no comportamento médio dos pais envolvidos; r_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação manifestada no cruzamento recíproco, envolvendo os pais i e j ; \hat{e}_{ij} : erro experimental médio.

Utilizando o BLUP (Melhor Preditor Linear Não Viesado) foram obtidos os valores preditos dos genitores e de seus híbridos. Após foram realizadas as análises de correlação entre os BLUP's e o QM da capacidade geral e da capacidade específica de combinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância (Tabela 1) podem ser verificados efeitos significativos para os tratamentos, de todas as características avaliadas. Tal resultado está relacionado ao fato de que os genótipos são contrastantes, o que é de grande importância para o sucesso em um programa de melhoramento, pois, assim, a variabilidade genética pode ser ampliada, favorecendo a seleção (COIMBRA et al., 2008).

O efeito da CGC foi significativo para todos os caracteres, exceto para número de vagens por planta, onde o efeito da CEC foi superior, demonstrando a existência de variabilidade apenas para efeito gênico não aditivo para esta característica, a alta estimativa de CEC, reflete em uma alta divergência dos dois genitores envolvidos, indicando que a combinação híbrida possui um maior número de locos em heterozigose, e portanto, a população segregante dela derivada terá maior amplitude de variação (FALCONER, 1981; ABREU, 1997).

O efeito da CGC significativo indica a presença de alelos de efeito aditivo nestas características o que contribui para o melhoramento do feijão (PAINI et al., 1996). Para CEC o quadrado médio foi significativo para todas as características,

indicando também o envolvimento de efeito epistático e, ou de dominância influenciando no controle gênico dos seis caracteres.

Tabela 1. Análise dialélica pelo método de Griffing (1956) para os seis caracteres: ciclo de planta (CICLO), estatura de planta (EST), altura de inserção da primeira vagem (IPV), diâmetro do caule (DC), número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por vagem (NGV) em feijão, especificando os efeitos de capacidade geral (CGC) e da específica de combinação (CEC).

F.V.	GL	Quadrado Médio ⁽¹⁾					
		Ciclo (dias)	EST (cm)	IPL (cm)	DC (mm)	NVP	NGV
Tratamento	(20)	215,31*	7690,61*	218,90*	16,60*	360,59*	7,35*
CGC	5	408,81*	23628,62*	667,22*	35,04*	114,56 ^{ns}	30,58*
CEC	15	198,94*	5408,85*	136,26*	15,43*	554,01*	3,30*
Resíduo	224	7,01	557,97	26,16	2,43	94,53	0,79

(1) *: efeito significativo a 5% pelo teste F; ns: efeito não significativo pelo teste F.

Segundo Cruz et al. (1987) é a partir da existência dos efeitos aditivos e não aditivos que reside a viabilidade e conseqüentemente o sucesso dos programas de melhoramento. Segundo Paini e Cruz (1996) no melhoramento é interessante combinações híbridas com altas estimativas de CEC e que envolvam pelo menos um genitor com alta CGC.

Os resultados obtidos evidenciaram a existência de variabilidade entre os genitores utilizados nos cruzamentos, sendo contrastantes para

as características de interesse (Tabela 2). Entretanto, os caracteres ciclo de planta e número de grãos por vagem apresentaram a menor variação. Em contrapartida, os demais caracteres estatura de planta, inserção da primeira vagem, diâmetro de caule e número de vagens por planta apresentaram contraste entre os genitores. Os valores contrastantes para a amplitude dos dados, com extremos de 114,37 cm (EST) e 2,90 (NGV) e os valores médios das características, evidenciam a variabilidade entre os genitores utilizados.

Tabela 2. Valores médios entre seis genitores de feijão e suas respectivas combinações para os caracteres ciclo de planta (CICLO), estatura de planta (EST), inserção da primeira vagem (IPV), diâmetro do caule (DC), número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por vagem (NGV).

CGC - Genitores	Médias					
	CICLO (dias)	EST (cm)	IPV (cm)	DC (mm)	NVP	NGV
Xan 159	103,33	11,37	6,14	2,97	5,47	2,02
Pérola	110,67	125,74	28,94	7,08	11,68	3,24
BAF 63	99,84	17,01	10,25	3,64	3,85	2,88
IPR Uirapuru	103,00	42,00	8,35	4,50	12,47	4,92
BRS Supremo	98,47	49,53	10,35	4,29	17,41	4,04
BRS Valente	103,11	57,41	10,79	5,04	13,18	4,25
Média geral	103,07	50,51	12,47	4,58	10,67	3,55
Amplitude	12,20	114,37	22,80	4,11	13,56	2,90
CEC - Híbridos	Médias					
	CICLO (dias)	EST (cm)	IPV (cm)	DC (mm)	NVP	NGV
Xan 159 x Pérola	104,45	19,42	6,61	3,00	11,36	,63
Xan 159 x BAF 63	103,33	15,98	7,76	3,71	6,70	,79
Xan x IPR Uirapuru	103,03	57,27	14,66	7,07	22,12	,33
Xan 159 x BRS Supremo	104,45	70,42	15,61	25,33	26,36	,49

Uso do melhor preditor...

BALDISSERA, J. N. C. et al.

Xan 159 x BRS Valente	100,25	73,17	13,42	5,16	17,92	,48
Pérola x BAF 63	111,09	105,53	16,59	6,21	22,18	,73
Pérola x IPR Uirapuru	103,45	69,27	16,82	16,41	15,94	,13
Pérola x BRS Supremo	103,00	72,18	14,71	6,44	17,18	,63
Pérola x BRS Valente	103,03	89,59	15,16	7,32	16,62	,41
BAF 63 x IPR Uirapuru	118,39	67,65	10,76	6,27	34,32	,96
BAF 63 x BRS Supremo	102,11	63,76	16,95	5,00	14,69	,26
BAF 63 x BRS Valente	99,38	76,94	16,65	5,50	15,78	,87
IPR Uirapuru x BRS Supremo	99,29	52,94	11,53	5,35	14,00	,68
IPR Uirapuru x BRS Valente	103,00	56,05	13,49	4,72	15,10	,29
BRS Supremo x BRS Valente	99,21	61,69	14,70	5,86	14,96	,17
Média geral	103,83	63,46	13,69	7,56	17,68	3,79
Amplitude	19,18	89,55	10,34	22,33	27,62	2,50

A existência de variação entre os genitores que participaram de blocos de cruzamentos é importante para a obtenção de variabilidade genética e posterior seleção de genótipos promissores nas gerações segregantes. Segundo Silva et al. (2009), o melhoramento, principalmente a longo prazo, deve ser baseado em estratégias que possibilitem maximizar a distância entre os genitores dos blocos de cruzamentos, favorecendo a complementação de alelos para aumentar a heterose.

Ainda podem ser verificadas diferenças entre as médias dos híbridos, para todos os caracteres avaliados (Tabela 2). Alguns programas de melhoramento priorizam o desenvolvimento de cultivares com incremento em todos os caracteres avaliados, principalmente com relação ao ciclo tardio e com estatura elevada, que acarreta em maior incremento no rendimento de grãos. De acordo com Valentini et al. (2010) resultados indicam que plantas com menor estatura reduzem a produtividade, pois o número de flores é menor e conseqüentemente o número de vagens e grãos também. Coimbra et al. (1999) avaliando treze caracteres em feijão, verificaram que os componentes primários, número de vagens por planta e peso de mil grãos, tem o maior efeito direto sobre o rendimento de grãos. Ademais, um genótipo com inserção da primeira vagem mais alta e diâmetro do caule mais espesso é importante, pois a colheita mecânica é facilitada, evita o acamamento e, além disso, esses caracteres influenciam na qualidade do grão. Entretanto, somente é possível prever tais resultados com a avaliação dos híbridos, pois, somente com as médias dos pais, as estimativas podem ser prejudicadas.

Segundo Antunes et al. (1998), é possível a predição de uma população F_2 , por meio da média dos genitores para os componentes primários do rendimento de grãos, sendo necessário considerar o ambiente utilizado.

Tendo como base as médias dos genitores, seria esperado que com a combinação entre o genitor com maior ciclo (Pérola) e o genitor com maior número de vagens por planta (BRS Supremo) em relação aos demais genótipos avaliados, por exemplo, fosse obtido um híbrido com superioridade nestas características. No entanto, o cruzamento entre estes dois genitores não proporcionou os maiores valores médios para estes dois caracteres (Tabela 2). Assim sendo, a média dos genitores *per se* não é um estimador adequado para prever os valores médios dos híbridos em populações subsequentes, pois nem sempre os melhores genitores, ou seja, os que apresentam características agrônômicas desejáveis dão origem a bons híbridos. Porém, com os cruzamentos realizados, foi possível identificar híbridos promissores para o ideótipo de planta supracitado com a manutenção da variação, ou seja, da amplitude. Pode ser verificado que, algumas combinações se destacam, como por exemplo, entre os genitores XAN 159 e BRS Supremo, pois foram obtidos valores maiores para os caracteres ciclo (104 dias), estatura da planta (70,42 cm), inserção da primeira vagem (15,61 cm), diâmetro do caule (25,33 mm), número de vagens por planta (26 vagens) e número de grãos por vagem (3 grãos) em comparação a média geral (ciclo = 103 dias; estatura de planta = 63,46 cm; inserção da primeira vagem = 13,69 cm); diâmetro do caule = 7,56 mm; número de vagens por planta = 18 e; número de

grãos por vagem = 4). Outra combinação promissora foi entre os genitores Pérola e IPR Uirapuru, com os valores dos caracteres acima da média geral (ciclo = 103 dias; estatura de planta = 69,27 cm; inserção da primeira vagem = 16,82 cm; diâmetro do caule = 16,41 mm; número de vagens por planta = 16 e; número de grãos por vagem = 5).

É importante salientar que, esses resultados somente foram possíveis de serem obtidos com a realização dos cruzamentos entre os seis genótipos utilizados. Sendo que, para a utilização da metodologia de Griffing (1956) onde são estimadas as somas dos quadrados de efeitos da capacidade geral e específica de combinação, os híbridos são necessários (CRUZ et al., 2004). Entretanto, é importante a utilização de metodologias que propiciem estimativas adequadas dos valores dos híbridos com base nos genitores, pois as vantagens são grandes, como antever o comportamento do híbrido em relação ao seu genitor, proporciona mais rapidez no melhoramento e no desenvolvimento de novas cultivares. A predição dos valores genotípicos dos híbridos pelo melhor preditor linear não viesado (BLUP) pode ser uma alternativa, que possibilita prever o desempenho da progênie de um cruzamento, o que é de grande valia para programas de melhoramento, pois, permitiria aos melhoristas focar nas combinações com maior potencial (LORENCETTI et al., 2006).

A partir das correlações entre o quadrado médio da CGC e o BLUP da capacidade geral de combinação dos genitores, pode ser verificado que podem ser selecionados híbridos promissores com base nos BLUPs, levando em consideração as correlações para as características ciclo, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e número de grãos por vagem (Tabela 3). Em contrapartida as correlações entre o quadrado médio e os BLUP's da capacidade específica de combinação variam de moderadas à altas para ciclo, estatura de planta, diâmetro do caule, número de vagens por planta e número grãos por vagem e baixa para inserção da primeira .

Bernardo (1994; 1995) observou que os cruzamentos são fortemente influenciados pela CGC, assim há mais acurácia na predição dos híbridos devido aos baixos efeitos da CEC. Com os dados obtidos acredita-se que há uma capacidade preditiva utilizando o BLUP, porém algumas imprecisões podem surgir, portanto, é importante ter cautela na interpretação dos resultados.

A partir dos valores obtidos pela CGC pode ser verificado que o genótipo Xan 159 contribuiu para a redução de todas as características avaliadas,

uma vez que apresentou valores negativos e significativos a 5% de probabilidade de erro pelo teste t para Ciclo, EST, IPV e NGV (Tabela 3). Deste modo, este genótipo pode ser utilizado em blocos de cruzamentos quando o objetivo for o de redução de alguma das características avaliadas, como o ciclo da planta, por exemplo. Já a cultivar Pérola pode ser indicada para blocos de cruzamentos em que se deseja aumentar os caracteres ciclo, número de grãos por vagem e aqueles relacionados à arquitetura de planta (estatura de planta, inserção da primeira vagem e diâmetro do caule), pois apresentou valores positivos e significativos. As cultivares IPR Uirapuru, BRS Supremo e BRS Valente apresentaram valores positivos para número de grãos por vagem o que informa que estas cultivares são importantes para aumento da produtividade, já que a característica faz parte dos componentes do rendimento.

O menor e o maior valor encontrados para o preditor da CGC (Tabela 3) para ciclo foi -1,90 da cultivar BRS Supremo e 2,26 da cultivar Pérola, o que confirma que a cultivar Pérola foi a que mais influenciou no aumento do ciclo da planta e que a cultivar BRS Supremo foi a que mais contribuiu para a diminuição desta característica. Isso indica que os valores da CGC e dos BLUP's para o ciclo estão correlacionados. Resultados similares podem ser observados para as características estatura de planta, inserção da primeira vagem e número de grãos por vagem.

Com relação à CEC, podemos identificar que as combinações híbridas Xan 159 x BRS Supremo, Pérola x BAF 63, BAF 63 x IPR Uirapuru, BAF 63 x BRS Valente e IPR Uirapuru x BRS Valente apresentam ciclo de planta mais longo, pois os valores observados foram positivos e significativos para esta característica. Os cruzamentos que incrementaram a estatura de planta foram Xan 159 x BRS Supremo, Xan 159 x BRS Valente, Pérola x BAF 63, BAF 63 x IPR Uirapuru e BAF 63 x BRS Valente. A correlação existente entre as características ciclo e estatura de planta é moderada (55%), por exemplo, o cruzamento do BAF 63 x BRS Valente que para ciclo apresentou um incremento de quatro dias com base na CEC e o seu valor predito foi de menos quatro dias aproximadamente.

Tabela 3. Estimativa dos efeitos da CGC e da CEC e os BLUP's da CGC e da CEC para os seis caracteres avaliados: ciclo, estatura de planta (EST), altura de inserção da primeira vagem (IPV), diâmetro do caule (DC), número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por vagem (NGV) para todas as combinações possíveis nos cruzamentos dialélicos realizados.

CGC - Genitores	CICLO (dias)		EST (cm)		IPV (cm)		DC (mm)		NVP		NGV	
	QM ⁽¹⁾	BLUP	QM	BLUP	QM	BLUP	QM	BLUP	QM	BLUP	QM	BLUP
1 - Xan 159	-0,92*	0,08	-13,82*	-38,90	-2,53*	-5,79	-0,07	-1,52	-1,69	-3,99	-0,64*	-1,44
2 - Pérola	2,26*	6,71	23,37*	71,02	4,02*	15,02	0,82	2,28	0,20	0,73	0,19*	-0,33
3 - BAF 63	1,41*	-3,03	-8,04*	-32,90	-0,25	-2,04	-0,95*	-0,95	-0,50	-6,28	-0,55*	-0,61
4 - IPR Uirapuru	0,75*	0,25	-5,26*	-6,72	-1,47*	-3,76	0,21	0,00	0,88	1,69	0,44*	1,27
5 - BRS Supremo	-1,90*	-4,09	-4,52*	0,70	-0,16	-1,88	0,74	-0,20	0,52	6,04	0,24*	0,44
6 - BRS Valente	-1,60*	0,08	8,28*	6,82	0,39	-1,55	-0,75	0,39	0,59	1,81	0,31*	0,67
Correlação	0,58		0,96		0,96		0,50		0,82		0,90	
CEC - Híbridos F ₁	QM	BLUP	QM	BLUP	QM	BLUP	QM	BLUP	QM	BLUP	QM	BLUP
Xan 159 x Pérola	-1,39	0,88	-4,29	-31,40	-2,48	-4,53	-2,50*	-1,34	-1,05	-2,00	-0,18	-0,88
Xan 159 x BAF 63	-0,53	-0,09	-22,50*	-44,89	-2,25	-4,98	-1,37	-2,03	-2,55	-7,53	0,22	-1,11
Xan x IPR Uirapuru	0,12	-0,45	7,15	-8,11	2,64*	1,07	-0,26	0,29	1,37	3,42	-0,25	-0,68
Xan 159 x BRS Supremo	2,78*	0,88	17,50*	3,95	1,94	0,99	8,49*	6,04	6,08*	3,03	0,57*	-0,34
Xan 159 x BRS Valente	-4,57*	-2,95	48,61*	7,12	4,38*	-0,10	2,47	-0,96	11,50*	0,15	0,95*	-0,45
Pérola x BAF 63	3,07*	7,31	17,05*	35,28	1,25	2,44	1,21	-0,27	2,75	2,77	0,54*	-0,25
Pérola x IPR Uirapuru	-3,07*	0,05	-11,83*	3,74	-3,04*	2,88	3,66*	6,46	-1,35	-1,10	0,33*	0,95
Pérola x BRS Supremo	-0,41	-0,50	-5,69	5,59	-1,09	1,08	-1,98*	-0,17	1,35	-0,26	0,09	0,52
Pérola x BRS Valente	-3,22*	-0,45	-27,21*	21,72	-9,65*	1,52	1,91	0,48	8,80*	-0,59	1,34*	0,30
BAF 63 x IPR Uirapuru	6,29*	14,36	13,89*	1,66	0,53	-2,33	0,57	-0,26	8,91*	-0,24	-0,25	-0,93
BAF 63 x BRS Supremo	-0,72	-1,11	4,16	-8,07	1,52	1,80	0,00	-0,68	2,27	-0,65	-0,54*	-0,49
BAF 63 x BRS Valente	4,19*	-3,95	44,98*	12,72	3,88*	2,84	1,61	-0,81	11,82*	10,86	0,02	-0,18
IPR Uirapuru x BRS Supremo	-2,60*	-4,10	-1,67	-14,92	0,14	-1,78	-2,00*	-0,97	-4,60	-0,88	0,35*	0,57
IPR Uirapuru x BRS Valente	2,36*	-0,50	11,03	-7,36	3,51*	0,01	2,88	-1,35	7,55*	-1,11	-0,22	0,21
BRS Supremo x BRS Valente	1,98*	-4,08	-7,81	-3,38	2,56	1,08	2,82	-0,55	-4,42	-1,68	0,31	0,10
Correlação	0,55		0,55		0,16		0,70		0,44		0,32	

(1) QM : Quadrado Médio; *: efeito significativo a 5% pelo teste F.

Ainda no que diz respeito à SEC, no cruzamento Pérola x IPR Uirapuru para a característica estatura de planta o valor foi de -11,83cm e BLUP de 3,74 cm, ou seja, o valor predito demonstra que o cruzamento aumentaria em torno de 3,74 cm a estatura de planta enquanto a CEC demonstra o oposto, uma redução de quase 12 cm. Em contrapartida, os valores preditos das combinações as combinações Xan 159 x BRS Supremo, Xan 159 x BRS Valente, Pérola x BAF 63, Pérola x BRS Valente, BAF 63 x IPR Uirapuru, BAF 63 x BRS Valente e IPR Uirapuru x BRS Supremo estão correlacionados com a CEC. A menor correlação encontrada foi para a característica inserção da primeira vagem (16%), onde os valores da análise dialélica não correspondem à mesma expectativa para o valor predito. A correlação para diâmetro do caule é considerada moderada (70%). Para os componentes do rendimento (número de vagens por planta e número de grãos por vagem) a correlação entre os valores da CEC e o valor predito são moderados (44% e 32% respectivamente). Os quatro maiores valores com relação aos BLUP's para número de vagens por planta foram 3,42, 3,03, 2,77 e 10,86 que correspondem as combinações Xan 159 x IPR Uirapuru, Xan 159 x BRS Supremo, Pérola x BAF

63, BAF 63 x BRS Valente. E para número de grãos por vagem foram 0,95, 0,57, 0,52 e 0,30 que correspondem as combinações: Pérola x IPR Uirapuru, IPR Uirapuru x BRS Valente, Pérola x BRS Supremo e Pérola x BRS Valente.

CONCLUSÕES

Com base na capacidade específica de combinação os híbridos com maiores estimativas dos componentes do rendimento NVP e NGV foram: Xan 159 com BRS Valente, Pérola com BAF 63 e Pérola com BRS Valente.

O melhor preditor linear não viesado – BLUP não é suficiente para predizer o comportamento dos híbridos em relação à média dos pais.

A associação do BLUP às análises dialélicas possibilita identificar populações segregantes promissoras, permitindo rapidez no desenvolvimento de novas cultivares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UDESC, ao CNPq, à CAPES e à FAPESC, pelo apoio financeiro no desenvolvimento deste trabalho.

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the efficiency of BLUP (best linear unbiased predictor) to predict hybrid performance based on parents, comparing the results obtained with the Diallel analysis. For this, were performed diallel crosses among six common bean genotypes: Xan 159, Pérola, BAF 63, IPR Uirapuru, Supreme BRS and BRS Valente. All plants were evaluated for important agronomic characteristics. The data were subjected to diallel analysis model I and method I of Griffing (1956) that estimated the general ability and specific combining, and using BLUP were obtained the values predicted of parents and their hybrids. After correlation analysis was performed between the BLUP's and the mean squares of general ability and specific combining. However, we conclude that the association BLUP Diallel analysis enables the identification of segregating populations, enabling rapid development of new cultivars.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris* L.. Diallel. CGC. CEC. REC.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. F. B. **Predição do potencial genético de populações segregantes do feijoeiro utilizando genitores inter-raciais.** 1997. 79 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ANTUNES, I. F.; VELLO, N. A.; TEIXEIRA, M. G.; SILVEIRA, E. P.; EMYGDIO, B. M.; ZONTA, E. P. Predição da produtividade de grãos de população F₂ de feijão a partir da média parental. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 357-360, 1998.
- BERNARDO, R. Prediction of Maize Single-Cross Performance Using RFLPs and Information from Related Hybrids. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 1, p. 20-25, 1994.

BERNARDO, R. Genetic models for predicting maize performance in unbalanced yield trial data. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 1, p. 141-147, 1995.

BERNARDO, R.; BOHN, M. O. Plant Breeding in Times of Change. **Crop Science Society of America**, Madison, v. 47, p. 2-3, 2007.

COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; CARVALHO, F. I. F.; COIMBRA, S. M. M.; MARCHIORO, V. S. Análise de trilha I: Análise do rendimento de grãos e seus componentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 213-218, 1999.

COIMBRA, J. L. M.; BARILI, L. D.; VALE, N. M. do; GUIDOLIN, A. F.; BERTOLDO, J. G.; ROCHA, F.; TOALDO, D. Seleção para caracteres adaptativos em acessos de feijão usando REML/BLUP. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 20, n. 2, p. 177-185, 2008.

CONAB - Companhia Nacional do Abastecimento. **Safra de feijão total (1ª, 2ª e 3ª safra) – Série histórica de produtividade**: Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acesso em: 12 jul. 2010.

CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T. Capacidade combinatória e efeitos recíprocos de alguns caracteres em soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 34, n. 194, p. 432-439, 1987.

CRUZ, C. D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análises dialélicas. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 425-438, 1989.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ed. UFV, Viçosa, 2004. 480p.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://ciram.epagri.rct-sc.br>>. Acesso em: 23 Out. de 2011.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. UFV-Imprensa Universitária, Viçosa, 1981. 279p.

FERREIRA, M. A. J. F.; BRAZ, L. T.; QUEIROZ, M. A.; CHURATA-MASCA, M. G. C.; VENCOVSKY, R. Capacidade de combinação em sete populações de melancia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 963-970, 2002.

GRIFFING, B. Concept of general and specific ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Collingwood, v. 9, n. 4, p. 462-93, 1956.

KUREK, A. J.; CARVALHO F. I. F.; ASSMANN, I. C.; CRUZ, P. J. Capacidade combinatória como critério de eficiência seleção de genitores em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 645-651, 2001.

LORENCETTI, C.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; VALÉRIO, I. P.; VIEIRA, E. A.; SILVA, J. A. G.; RIBEIRO, G. Estimativa do desempenho de progênies f2 e f3 com base no comportamento dos genitores e dos híbridos F₁ em aveia. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 207-214, 2006.

MAKANDA, I.; TONGOONA, P.; DERERA J.; SIBIYA, J.; FATO, P. Combining ability and cultivar superiority of sorghum germplasm for grain yield across tropical low- and mid-altitude environments. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 116, n. 1/2, p. 75-85, 2010.

PAINI, J. N.; CRUZ, C.D.; DELBONI, J. S.; SCAPIM, C. A. Capacidade combinatória e heterose em cruzamentos intervarietais de milho avaliados sob as condições climáticas da região sul do Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 43, n. 247, p. 288-300, 1996.

ROCHA, M. G. B.; PIRES, I. E.; ROCHA, R. B.; XAVIER, A.; CRUZ, C. D. Seleção de genitores de *eucalyptus grandis* e de *eucalyptus urophylla* para produção de híbridos interespecíficos utilizando reml/BLUP e informação de divergência genética. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 977-987, 2007.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S.; SOUZA, V. Q.; CASTRO, C. M.; CARVALHO, F. I. F.; VIEIRA, E. A. Distâncias genéticas entre genótipos de batata a partir de dados morfológicos, moleculares e genealógicos. **Revista Semina**, Londrina, v. 30, n. 1/2, p. 983-992, 2009.

VIEIRA, C. **O Feijoeiro comum: cultura, doenças e melhoramento**. Editora UFV, Viçosa, 1967, 220p.

VALENTINI, G.; BERTOLDO, J. G.; VOGT, G. A.; ELIAS, H. T.; ROCHA, F.; GUIDOLIN, A. F.; COIMBRA, J. L. M. Early selection of agronomic traits in segregation black bean population. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 10, p. 140-146, 2010

ZHANG, K.; KANG, M. S.; LAMKEY, K. R. Diallel-Sas05: A comprehensive program for Griffing's and Gardner-Eberhart analyses. **Agronomy Journal**, Madison, v. 97, p. 1097-1106, 2005.