

Estabilidade de produção de linhagens-elite de feijão em diferentes ambientes no Estado do Rio Grande do Sul

Nerinéia Dalfollo Ribeiro¹, Juarez Fernandes de Souza², Irajá Ferreira Antunes³,
Gilberto Antonio Peripolli Bevilaqua e Sandra Maria Maziero⁴

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptação e a estabilidade da produção de linhagens-elite de feijão para o cultivo no Estado do Rio Grande do Sul (RS). Assim, oito linhagens-elite desenvolvidas a partir de programas de melhoramento de feijão do país e três cultivares comerciais utilizadas como testemunhas foram avaliadas em dez ambientes, no RS, durante o biênio 2006 e 2007. Os métodos de Eberhart e Russel e de Lin e Binns, modificado por Carneiro, foram utilizados para a obtenção das estimativas de adaptabilidade e de estabilidade. A produtividade de grãos foi alterada nos locais, anos e épocas de semeadura devido à ocorrência de interação genótipos com ambientes significativa. As linhagens TB 02-02 e UTF 2810433 apresentam, simultaneamente, alta produtividade de grãos, adaptação e estabilidade de produção no RS, sugerindo que o respectivo programa de melhoramento obtentor da linhagem deva proceder à sua inscrição no Registro Nacional de Cultivares.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., interação genótipos com ambientes, rendimento de grãos.

Yield stability of common bean elite lines in the different environment in the State of Rio Grande do Sul

Abstract - The objective of this research was to evaluate adaptability and yield stability of common bean elite lines in Rio Grande do Sul State (RS), Brazil. Eight elite lines of different Brazilian breeding programs and three commercial cultivars used as check were evaluated in ten environments, in RS, during the biennium 2006-2007. The methods of Eberhart and Russel and Lin and Binns, modified by Carneiro, were used to obtain adaptability and stability estimates. Grain yield showed different response to location, year and planting time, due to the significant genotype by environment interaction. TB 02-02 and UTF 2810433 elite lines showed simultaneous high grain yield, adaptability and yield stability for RS state, suggesting that they should be registered by the respective breeding program in the National Cultivar Registration Service.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., genotype by environment interaction, grain yield.

Introdução

A produtividade de grãos em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta variabilidade genética (ABREU et al., 1998; COIMBRA et al., 1999; NUNES et al., 1999; PIANA et al., 1999; BORGES et al., 2000; CARBONELL et al., 2001; RIBEIRO et al., 2004; BACKES et al., 2005; CARBONELL et al., 2007; MELO et al., 2007). O ambiente, por sua vez, também contribui para a alteração na produtividade de grãos como resposta às diferenças quanto à

localização geográfica, às condições edáficas (tipo de solo, pH, fertilidade, textura e matéria orgânica) e às variações climáticas (temperatura, precipitação, fotoperíodo, radiação solar, entre outros). Além disso, os efeitos da interação cultivares com ambientes têm sido observados entre locais, anos e épocas de semeadura.

Assim, fatores genéticos, ambientais e da interação genótipos com ambientes afetam a produtividade de grãos de feijão. Por isso, a identificação de cultivares com ampla adaptação e estabilidade

¹ Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 97105-900. Santa Maria, RS. E-mail: neiadr@smail.ufsm.br. Autor para correspondência.

² Pesquisador, Mestre, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro). 90130-060. Porto Alegre, RS. E-mail: juarez-souza@fepagro.rs.gov.br.

³ Pesquisador, Doutor, EMBRAPA Clima Temperado, Caixa Postal, 553. 96001-000. Pelotas, RS. E-mail: irajá@cpact.embrapa.br.

⁴ Aluno do Curso de Agronomia, UFSM. Santa Maria, RS. E-mail: sandramaziero@yahoo.com.br.

de produção nos vários ambientes de cultivo deve ser priorizada pelo melhoramento genético. As metodologias de EBERHART e RUSSEL (1966) e de LIN e BINNS(1988) têm sido muito utilizadas para a cultura do feijão (ABREU et al., 1998; COIMBRA et al., 1999; NUNES et al., 1999; PIANA et al., 1999; BORGES et al., 2000; CARBONELL et al., 2001; RIBEIRO et al., 2004; BACKES et al., 2005; CARBONELL et al., 2007; MELO et al., 2007). Isso porque são métodos de simples interpretação, uma vez que avaliam a adaptabilidade, a estabilidade e a produtividade em uma única estatística.

CARNEIRO (1998) propôs uma modificação na metodologia de LIN e BINNS, ou seja, fez a decomposição do estimador P_i em duas partes, P_{if} (ambientes favoráveis) e P_{id} (ambientes desfavoráveis). Desse modo, foi possível identificar germoplasma de feijão com maior estabilidade ($<P_i$), mais responsivos a ambientes favoráveis ($<P_{if}$) e mais adaptados a ambientes desfavoráveis ($<P_{id}$) (CARBONELL et al., 2001; MELO et al., 2007).

No Estado do Rio Grande do Sul (RS), os Programas Públicos de Melhoramento constituídos pela Embrapa Clima Temperado, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), decidiram avaliar, de maneira conjunta, as linhagens promissoras desenvolvidas pelos diferentes programas de melhoramento para a inscrição das novas cultivares no Registro Nacional de Cultivares, no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (RNC-MAPA). Além disso, as informações geradas pela rede de ensaios têm fornecido informações sobre o desempenho das cultivares para os órgãos de assistência técnica.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a adaptação e a estabilidade da produção de linhagens-élite de feijão do Ensaio de Valor de Cultivo e Uso Sul-Brasileiro de Feijão (EVCU-SB) no RS, no biênio 2006 e 2007, com a finalidade de identificar aquelas com aptidão a serem inscritas no RNC-MA pelo respectivo programa de melhoramento obtentor da cultivar.

Material e Métodos

Os experimentos do EVCU-SB do biênio 2006 e 2007 foram conduzidos em cinco municípios do Estado do Rio Grande do Sul: em Pelotas (52°10'W - 31°70'S) e em Sobradinho (53°01'W - 29°25'S), sob a coordenação da Embrapa Clima Temperado; em Santa Maria (53°43'W - 29°42'S), pela UFSM; em Maquiné (50°12'W - 29°40'S) e em Santo Augusto (53°46'W - 27°51'S), pela Fepagro. Todos os

EVCU-SB foram instalados no cultivo de safra agrícola - semeadura entre os meses de agosto a outubro, sendo que em Maquiné e em Santo Augusto também foi realizado o cultivo de safrinha - semeadura entre os meses de janeiro a março de 2007, perfazendo um total de dez ambientes.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, seguindo os requisitos mínimos para a determinação do valor de cultivo e uso, para a indicação de cultivares de feijão (BRASIL, 2006). A parcela foi constituída de quatro linhas de 4 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m, e uma área útil de 4 m². Os tratamentos incluíram a avaliação de três cultivares de feijão (BRS Valente, Guapo Brilhante e Pérola), utilizadas como testemunhas, e de oito linhagens-élite de diferentes programas de melhoramento obtentores de germoplasma: DF 02-03 e DF 03-02, da UFSM, RS; TB 02-02 e TB 98-20, da Embrapa Clima Temperado, RS; UTF 2810433 e UTF 53611313, do Centro Federal de Educação Tecnológica (Cefet), Paraná e CNPC 9461 e CNFP 8000, da Embrapa Arroz e Feijão, Goiás.

O solo foi preparado de maneira convencional e a adubação foi realizada de acordo com a interpretação da análise química do solo. O controle de insetos foi efetuado com a aplicação de Metamidofós e o controle de plantas invasoras foi realizado manualmente sempre que necessário, de modo que a cultura não sofresse competição. O controle de doenças não foi realizado.

A colheita e a trilha das plantas foram realizadas manualmente na maturação. Após a retirada das impurezas, os grãos foram secados ao sol e em estufa (65 a 70°C) até a umidade média de 13 %, quando se determinou o rendimento de grãos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, considerando o efeito de genótipos como fixo e os efeitos de ambientes e de blocos aleatórios. Os métodos de EBERHART e RUSSELL (1966) e de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998), foram utilizados para as análises de adaptabilidade e de estabilidade. Os testes estatísticos de Bartlett e F máximo (STELL et al., 1997; GOMES, 1990; CRUZ e REGAZZI, 2001) foram aplicados para verificar a homogeneidade das variâncias residuais. As análises estatísticas foram realizadas no programa GENES (CRUZ, 2006) e no aplicativo Office Excel.

Resultados e Discussão

As variâncias residuais foram homogêneas, pois a relação entre o maior e o menor quadrado médio do erro (QMr^+ / QMr^-) da análise de variância

individual dos dez experimentos foi inferior ao valor sete, sugerido por GOMES (1990). Sendo assim, não foi necessário realizar o ajuste dos graus de liberdade da interação dos genótipos x ambientes e do erro combinado para a apresentação da análise de variância conjunta (Tabela 1).

Interação genótipos com ambientes significativa foi obtida para a produtividade de grãos de feijão, indicando resposta diferenciada dos genótipos em relação às mudanças de ambiente (Tabela 1). Assim, alteração na produtividade de grãos foi observada como resposta às diferenças quanto à localização geográfica, às diferenças edáficas e climáticas. Por isso, os experimentos de avaliação de cultivares devem ser conduzidos em rede, pois diferenças entre locais, anos e épocas de semeadura têm sido observadas em função da diversidade de condições de ambiente em que o feijão é cultivado no Brasil (ABREU et al., 1998; COIMBRA et al., 1999; NUNES et al., 1999; PIANA et al., 1999; BORGES et al., 2000; CARBONELL et al., 2001; RIBEIRO et al., 2004; BACKES et al., 2005; CARBONELL et al., 2007; MELO et al., 2007).

A produtividade média de grãos obtida pelas linhagens de feijão desenvolvidas pela Embrapa (Clima Temperado e Arroz e Feijão), Cefet e pela UFSM foi superior à média verificada nas cultivares testemunhas – Guapo Brilhante, BRS Valente e Pérola – em sete ambientes (Tabela 2). Dentre elas, a linhagem TB 02-02 foi a única a revelar superioridade a esta média em todos os ambientes testados. Desse modo, no EVCU-SB do biênio 2006 e 2007, conduzido no RS, aslinhagens avaliadas revelaram um alto potencial de produtividade, representando os avanços tecnológicos dos programas de melhoramento no desenvolvimento de germoplasma de feijão para cultivo na região sul do Brasil.

Os coeficientes de variação experimental variaram de 6,9 % (Santo Augusto – safrinha 2007) a 30,4 % (Sobradinho – safra 2006). Como a instrução normativa número 25, de 23 de maio de 2006, considera que apenas experimentos com coefi-

ciente de variação de até 25 % possam ser aproveitados para a inscrição de cultivares de feijão no RNC-MA (BRASIL, 2006), apenas o experimento de Sobradinho (safra 2006) não será considerado para fins de registro.

A média obtida para a produtividade de grãos nos experimentos conduzidos em Maquiné (safra 2006), Santo Augusto (safra 2006), Maquiné (safra 2007) e Santo Augusto (safrinha 2007) foi superior à média geral (1973 kg ha⁻¹), caracterizando ambientes favoráveis (índices ambientais positivos) (Tabela 2). Os demais experimentos apresentaram índices ambientais negativos, representando ambientes desfavoráveis. Assim, foi possível identificar genótipos com adaptação ampla e específica e verificar a sua previsibilidade de comportamento.

A avaliação dos genótipos pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966) permitiu identificar as linhagens TB 02-02 e TB 98-20 com adaptação específica a ambientes desfavoráveis ($\beta_i < 1$) (Tabela 3). Por sua vez, as linhagens UTF 53611313, DF 03-02 e CNFP 8000 apresentaram adaptação a ambientes favoráveis ($\beta_i > 1$). As cultivares Guapo Brilhante, Pérola e BRS Valente e as linhagens UTF 2810433, CNFC 9461 e DF 02-03 apresentaram adaptação geral às condições de cultivo da região sul do Brasil, pois o coeficiente β_i foi semelhante à unidade ($\beta_i = 1$). Apenas a cultivar BRS Valente foi considerada estável (desvio ao coeficiente de regressão não significativo), entretanto, obteve produtividade média inferior à média geral.

Nenhuma das cultivares e linhagens-elite de feijão avaliadas apresentaram, simultaneamente, coeficiente de regressão igual à unidade (ampla adaptabilidade), desvio da regressão igual a zero (estabilidade alta) e produtividade de grãos superior à média geral (1974 kg ha⁻¹). Por isso, não foi possível a identificação de nenhum genótipo conceitualmente ideal para o cultivo no RS, no biênio 2006 e 2007, com a utilização da metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966). Este método também não foi eficiente para a seleção de cultivares

Tabela 1 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de onze genótipos de feijão, avaliados em dez ambientes no Estado do Rio Grande do Sul, no biênio 2006 e 2007

| Fonte de variação | GL | SQ | QM ¹ |
|------------------------------|-------|--------------|-----------------|
| Genótipos | 10 | 8857258,56 | 885725,85* |
| Ambientes | 9 | 213071706,92 | 23674634,10* |
| Genótipos x Ambientes | 90 | 36154184,58 | 401713,16* |
| Erro | 300 | 24233908,01 | 80779,69 |
| Média (kg ha ⁻¹) | 1974 | | |
| CV (%) | 14,40 | | |

(1)* Significativo a 0,05 de probabilidade de erro pelo teste F. ^{ns} Não-significativo.

Tabela 2 - Médias dos genótipos de feijão para produtividade de grãos (kg ha⁻¹), coeficiente de variação (CV%) e índice ambiental (IA) obtidos em dez ambientes, avaliados no biênio 2006 e 2007, no Estado do Rio Grande do Sul

| Genótipo ² | (1) ¹ | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| TB 02-02 (P) | 3493 a [*] | 2881 a [*] | 1608 a [*] | 2093 a [*] | 1307 a [*] | 2650 a [*] |
| UTF 2810433 (P) | 3123 a | 2469 b | 710 c | 2312 a | 1539 a | 2391 a |
| Guapo Brillhante (T – P) | 3333 a | 3075 a | 1187 b | 2228 a | 1366 a | 2676 a |
| UTF 53611313 (P) | 3276 a | 3050 a | 565 c | 2301 a | 1383 a | 2264 a |
| DF 03-02 (P) | 2649 b | 2763 a | 642 c | 1313 b | 1398 a | 2425 a |
| TB 98-20 (P) | 2748 b | 2225 b | 949 c | 2220 a | 1759 a | 1806 b |
| CNPC 9461 (C) | 3173 a | 2863 a | 506 c | 2087 a | 1300 a | 1529 b |
| Pérola (T – C) | 2056 c | 2925 a | 605 c | 1561 b | 1298 a | 2533 a |
| DF 02-03 (P) | 2595 b | 2419 b | 596 c | 1525 b | 1449 a | 2207 a |
| BRS Valente (T – P) | 2601 b | 2581 b | 378 c | 1651 b | 1216 a | 2239 a |
| CNFP 8000 (P) | 2914 a | 2406 b | 709 c | 1348 b | 910 a | 1617 b |
| Média das testemunhas (T) | 2663 | 2860 | 723 | 1813 | 1293 | 2483 |
| Média das linhagens (L) | 2996 | 2635 | 786 | 1900 | 1381 | 2111 |
| Média geral | 2906 | 2696 | 769 | 1876 | 1357 | 2212 |
| QME | 120205 | 121327 | 54569 | 78642 | 57432 | 149027 |
| CV(%) | 11,9 | 12,9 | 30,4 | 14,9 | 17,7 | 17,4 |
| IA | 932 | 722 | -1205 | -98 | -617 | 239 |
| Genótipo | (7) | (8) | (9) | (10) | Média | |
| TB 02-02 (P) | 1836 a [*] | 1850 b [*] | 2642 c [*] | 1718 a [*] | 2208 | |
| UTF 2810433 (P) | 1752 a | 1883 b | 3500 a | 1600 a | 2128 | |
| Guapo Brillhante (T – P) | 1543 b | 1650 c | 2433 c | 1703 a | 2119 | |
| UTF 53611313 (P) | 1541 b | 1508 c | 2958 b | 1674 a | 2052 | |
| DF 03-02 (P) | 1646 a | 2092 a | 3683 a | 1264 b | 1988 | |
| TB 98-20 (P) | 1404 b | 1642 c | 3083 b | 1896 a | 1973 | |
| CNPC 9461 (C) | 1831 a | 1992 a | 2733 c | 1707 a | 1972 | |
| Pérola (T – C) | 1493 b | 1767 b | 2933 b | 1738 a | 1891 | |
| DF 02-03 (P) | 1218 b | 1525 c | 3500 a | 1334 b | 1837 | |
| BRS Valente (T – P) | 1608 a | 1617 c | 2483 c | 1497 a | 1787 | |
| CNFP 8000 (P) | 1644 a | 1208 d | 3667 a | 1039 b | 1746 | |
| Média das testemunhas (T) | 1548 | 1678 | 2616 | 1646 | | |
| Média das linhagens (L) | 1609 | 1713 | 3221 | 1529 | | |
| Média geral | 1592 | 1703 | 3056 | 1570 | 1973 | |
| QME | 37133 | 22731 | 44307 | 122438 | 80780 | |
| CV(%) | 12,1 | 8,8 | 6,9 | 22,3 | 14,4 | |
| IA | -381 | -271 | 1082 | -404 | | |

¹ (1) Maquiné - safra 2006; (2) Santo Augusto - safra 2006; (3) Sobradinho - safra 2006; (4) Santa Maria - safra 2006; (5) Pelotas - safra 2007; (6) Maquiné - safra 2007; (7) Maquiné - safrinha 2007; (8) Santo Augusto - safra 2007; (9) Santo Augusto - safrinha 2007; (10) Santa Maria - safra 2007.

² Letras seguindo a identificação do genótipo representam: (C): grãos tipo carioca; (P): grãos tipo preto; (T) cultivar testemunha.

^{*} Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de probabilidade de erro. ^{ns} Não-significativo.

ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE LINHAGENS-ELITE DE FEIJÃO
EM DIFERENTES AMBIENTES NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

de feijão com estabilidade de produção para o RS, considerando 72 ambientes de avaliação no período compreendido entre 1988 a 1994 (PIANA et al., 1999). Por sua vez, os genótipos SCS Guará, BRS Expedito, CHP 99-54 e SM 98-09 foram considerados desejáveis, segundo os critérios de EBERHART e RUSSELL (1966), para o cultivo no RS no biênio 2004 e 2005 (RIBEIRO et al., 2008). Isso se justifica pelo fato de que o método de EBERHART e RUSSELL (1966) é eficiente para a identificação de genótipos com estabilidade de produção, desde que haja uma relação linear entre o comportamento individual de um genótipo e o índice ambiental. Quando essa linearidade falha, o modelo de efeitos aditivos principais e interação multiplicativa (AMMI) são recomendados (ZOBEL et al., 1998).

Pelo método de LIN e BINNS (1988), as linhagens TB 02-02 e UTF 2810433 apresentaram menor valor de P_i , evidenciando maior estabilidade de produção, além de alta produtividade média nas condições de cultivo na região sul do Brasil (Tabela 3). Convém destacar que os genótipos com menor P_i são desejáveis, pois apresentaram menor desvio em relação à produtividade máxima em cada ambiente, ou seja, obtiveram desempenho próximo ao máximo na maioria dos ambientes. Com essa metodologia, foi possível identificar cultivares e linhagens de feijão com alta estabilidade fenotípica

associada ao alto desempenho médio em vários ambientes de cultivo (ABREU et al., 1998; NUNES et al., 1999; BORGES et al., 2000; CARBONELL et al., 2001; BACKES et al., 2005; CARBONELL et al., 2007; MELO et al., 2007).

Considerando a decomposição proposta por CARNEIRO (1998), identificaram-se as linhagens UTF 2810433 e UTF 53611313 com adaptação a ambientes favoráveis ($<P_{if}$) (Tabela 3). As linhagens TB 02-02 e TB 98-20 e a cultivar Guapo Brilhante apresentaram adaptação a ambientes desfavoráveis ($<P_{id}$). No Estado de São Paulo, também foi possível identificar genótipos de feijão mais estáveis, responsivos a ambientes favoráveis e adaptados a ambientes desfavoráveis com a utilização da metodologia de LIN e BINNS (1988), modificada por CARNEIRO (1998) (CARBONELL et al., 2001).

As metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966) e de LIN e BINNS (1988), modificada por CARNEIRO (1998), foram concordantes na identificação de linhagens com adaptação a ambientes favoráveis (UTF 53611313) e a ambientes desfavoráveis (TB 02-02). Apenas as linhagens TB 02-02 e UTF 2810433 apresentaram alta produtividade de grãos, adaptação e estabilidade de produção para o cultivo no Estado do Rio Grande do Sul, de acordo com a metodologia de LIN e BINNS (1988). Estes atributos importantes sugerem que devam ser indi-

Tabela 3 - Produtividade média de grãos (produção, kg ha⁻¹) de onze genótipos de feijão e estimativas dos parâmetros de adaptação e de estabilidade obtidos pelos métodos de EBERHART&RUSSELL (1966) - β_i , σ^2d_i e R^2 , e de LIN&BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998) - P_i , P_{if} , P_{id} , avaliados em dez ambientes no Estado do Rio Grande do Sul, no biênio 2006 e 2007

| Genótipo ¹ | Produção | $(\beta_i)^2$ | $(\sigma^2d_i)^3$ | R^2 (%) ⁴ | 10^4 | | |
|-----------------------|----------|---------------------|------------------------|------------------------|---------|------------|------------|
| | | | | | P_i^5 | P_{if}^5 | P_{id}^5 |
| TB 02-02 | 2208 | 0,823* | 92314,25* | 78,47 | 7,3295 | 14,0409 | 2,8551 |
| UTF 2810433 | 2138 | 1,065 ^{ns} | 22211,24* | 94,18 | 7,8120 | 7,7409 | 7,8593 |
| Guapo Brilhante (T) | 2119 | 0,906 ^{ns} | 104264,14* | 79,96 | 11,2228 | 19,8512 | 5,4704 |
| UTF 53611313 | 2052 | 1,150* | 27119,15* | 94,42 | 12,2393 | 9,2844 | 14,2092 |
| DF 03-02 | 1987 | 1,148* | 102655,07* | 86,66 | 16,8463 | 10,9193 | 20,7976 |
| TB 98-20 | 1973 | 0,773* | 57559,07* | 82,32 | 16,1313 | 29,9419 | 6,9242 |
| CNPC 9461 | 1972 | 0,992 ^{ns} | 97955,27* | 83,46 | 19,4308 | 29,5663 | 12,6739 |
| Pérola (T) | 1891 | 0,904 ^{ns} | 98588,58* | 80,64 | 23,5012 | 33,3739 | 16,9194 |
| DF 02-03 | 1837 | 1,095 ^{ns} | 45884,64* | 91,66 | 21,2482 | 18,6378 | 22,9885 |
| BRS Valente (T) | 1787 | 0,927 ^{ns} | 16928,03 ^{ns} | 93,34 | 26,7536 | 33,3738 | 22,3402 |
| CNFP 8000 | 1746 | 1,216* | 114797,68* | 86,89 | 29,5608 | 23,8036 | 33,3989 |
| Média geral | 1974 | | | | | | |

¹ Letras seguindo a identificação do genótipo representam: (T) cultivar testemunha.

² $H_0 = \beta_i = 1$ * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t; ^{ns}: não significativo.

³ $H_0 = \sigma^2d_i = 0$ * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; ^{ns}: não significativo.

⁴ R^2 = coeficiente de determinação.

⁵ P_i = índice P_i ; P_{if} = adaptação a ambientes favoráveis; P_{id} = adaptação a ambientes desfavoráveis.

cadras para registro no RNC-MAPA, pelo programa obtentor da cultivar, e após deverão ser recomendadas pela assistência técnica, pois a estabilidade de produção representará vantagens mercadológicas aos produtores de feijão do RS.

Conclusões

Nenhuma cultivar ou linhagem-elite de feijão foi considerada ideal para o cultivo no Estado do Rio Grande do Sul, no biênio 2006 e 2007, pelo método de Eberhart e Russell.

As linhagens TB 02-02 e UTF 2810433 apresentam, simultaneamente, produtividade de grãos acima da média geral, alta adaptação e estabilidade de produção, pelo método de Lin e Binns, sugerindo que devam ser indicadas para registro no RNC-MA, para o cultivo no RS, pelo respectivo programa de melhoramento obtentor da cultivar.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelas bolsas concedidas.

Referências

- ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, M.J.B. *et al.* Estabilidade de Linhagens de Feijão em Algumas Localidades do Estado de Minas Gerais no Período de 1994 a 1995. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 3, p. 308-312, 1998.
- BACKES, R.L.; ELIAS, H.T.; HEMP, S. *et al.* Adaptabilidade e Estabilidade de Genótipos de Feijoeiro no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 309-314, 2005.
- BORGES, L.C.; FERREIRA, D.F.; ABREU, A.F.B. *et al.* Emprego de Metodologias de Avaliação da Estabilidade Fenotípica na Cultura do Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 269, p. 89-102, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Requisitos Mínimos para Determinação do Valor de Cultivo e Uso de Feijão (*Phaseolus vulgaris*), para a Inscrição no Registro Nacional de Cultivares – RCN**. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 21 ago. 2006.
- CARNEIRO, P.C.S. **Novas Metodologias de Análise da Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento**. Viçosa, 1998. 155 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa.
- CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J.A.; DIAS, L.A.S. *et al.* Adaptabilidade e Estabilidade de Produção de Cultivares e Linhagens de Feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p. 69-77, 2001.
- _____; CHIORATO, A.F.; RESENDE, M.D.V. *et al.* Estabilidade de Cultivares e Linhagens de Feijoeiro em Diferentes Ambientes no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 193-201, 2007.
- COIMBRA, J.L.M.; CARVALHO, F.I.F.; HEMP, S. *et al.* Adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica em Genótipos de Feijão de Cor (*Phaseolus vulgaris* L.) em Três Ambientes Distintos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 441-448, 1999.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.
- _____; REGAZZI, A. J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2001. 390 p.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability Parameters for Comparing Varieties. **Crop Science**, Stanford, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.
- GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. Superiority Measure of Cultivar Performance for Cultivar x Location Data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, p. 193-198, 1988.
- MELO, L.C.; MELO, P.G.S.; FARIA, L.C. *et al.* Interação com Ambientes e Estabilidade de Genótipos de Feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 715-723, 2007.
- NUNES, G.H.S.; ELIAS, H.T.; HEMP, S. *et al.* Estabilidade de Cultivares de Feijão-comum no Estado de Santa Catarina. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 46, n. 268, p. 625-633, 1999.
- PIANA, C.F.B.; ANTUNES, I.F.; SILVA, J.G.C. *et al.* Adaptabilidade e Estabilidade do Rendimento de Grãos de Genótipos de Feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 553-564, 1999.
- RIBEIRO, N.D.; JOST, E.; POSSEBON, S.B. *et al.* Adaptabilidade e Estabilidade de Cultivares Registradas de Feijão em Diferentes Épocas de Semeadura para a Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1395-1400, 2004.
- _____; ANTUNES, I.F.; SOUZA, J.F. *et al.* Adaptação e Estabilidade de Produção de Cultivares e Linhagens-elite de Feijão no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2434-2440, 2008.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and Procedures of Statistics a Biometrical Approach**. 3. ed. New York: McGraw Hill Book, 1997. 666 p.
- ZOBEL, R.W.; WRIGHT, M.J.; GAUCH JR. H.G. Statistical Analysis of a Yield Trial. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 388-393, 1988.