

Desempenho agronômico e qualidade de cozimento de linhagens de feijão de grãos especiais¹

Agronomic performance and cooking quality of special-grain beans lines

Nerinéia Dalfollo Ribeiro^{2*}, Lucas da Silva Domingues³, Eduardo Müller Gruhn⁴, Allan Emanuel Mezzomo Zemolin⁴ e Josana de Abreu Rodrigues³

RESUMO - O cultivo de feijão de grãos especiais ainda é restrito no Brasil. Portanto, os objetivos foram: i) avaliar os efeitos da interação linhagem x ambiente nos caracteres que controlam o desempenho agronômico e o tempo de cozimento em linhagens de feijão de grãos especiais e ii) identificar linhagens de alto desempenho agronômico e de reduzido tempo de cozimento. Para isso, 29 linhagens de feijão de grãos especiais foram avaliadas em diferentes locais, anos e épocas de cultivo. Interação linhagem x ambiente significativa foi observada para todos os caracteres avaliados. As linhagens Light Red Kidney, Red Kanner, Montcalm, Chinock e BRS Radiante apresentaram produtividade de grãos similar nos quatro ambientes. As linhagens avaliadas possuem ciclo semi-precoce ou precoce e têm características morfológicas desejáveis. Os seguintes valores de claridade de tegumento de grãos foram obtidos para feijão branco (72,85 a 82,25), rajado (33,06 a 62,57), vermelho (24,51 a 43,69), verde (57,01 a 62,36) e rosa (49,95 a 55,60). O tempo de cozimento variou de 14 min e 38 seg a 36 min e 21 seg. As linhagens de feijão de grãos especiais de tegumento vermelho (Light Red Kidney, Red Kanner, Montcalm e Chinock) e de tegumento rajado (BRS Radiante) apresentam alto desempenho agronômico e reduzido tempo de cozimento nas condições avaliadas.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.. Interação genótipo x ambiente. Caracteres morfológicos. Feijão-qualidade. Feijão-cozimento.

ABSTRACT - The cultivation of the special-grain bean is still limited in Brazil. The objectives here therefore, were: i) to evaluate the effects of the interaction of line and environment on the characteristics that control the agronomic performance and cooking time in special-grain beans lines, and ii) to identify those lines having a high agronomic performance and reduced cooking time. To do this, 29 special-grain beans lines were evaluated for different locations, years and growing seasons. Significant interaction of line and environment was observed for all the traits evaluated. The Light Red Kidney, Red Kanner, Montcalm, Chinock and BRS Radiante lines showed a similar grain yield for the four environments. The tested lines have a semi-early or early cycle and desirable morphological characteristics. The following values for the clarity of the grain tegument were obtained for white beans (72.85 to 82.25), cranberry (33.06 to 62.57), red (24.51 to 43.69), green (57.01 to 62.36) and pink (49.95 to 55.60). Cooking time varied from 14 min and 38 sec to 36 min and 21 sec. The special-grain beans lines of red tegument (Light Red Kidney, Red Kanner, Montcalm and Chinock) and cranberry (BRS Radiante) show high agronomic performance and reduced cooking time under the evaluated conditions.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L.. Interaction of Genotype and environment. Morphological characteristics. Bean-quality. Bean-cooking.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 30/08/2012; aprovado em 20/09/2013
Pesquisa financiada pelo edital MCT/CNPq 14/2010, Universal

²Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria-RS, Brasil, nerineia@hotmail.com

³Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM, Santa Maria-RS, Brasil, lucassdomingues@hotmail.com, josanaar@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria-RS, Brasil, eduardogruhn@hotmail.com e allan_zemolin@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é de origem americana e a sua domesticação ocorreu em dois centros: o primário, que corresponde a América Central, México e sul dos Andes, onde se encontram as raças Mesoamericana, Jalisco e Durango, e um centro secundário, no norte dos Andes com as raças, Nova Granada, Perú e Chile (SINGH; GEPTS; DEBOUCH, 1991). No Brasil, o feijão foi introduzido da América Central e, com o passar dos anos, o cultivo aumentou gradativamente e atualmente o país é o maior produtor e consumidor mundial de feijão (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2011).

O cultivo de feijão carioca (grãos de tegumento bege com estrias marrons) corresponde a 70% da produção de feijão no Brasil (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2010). O segundo tipo de grão mais produzido é o preto. Como consequência, essas foram as classes de grãos que receberam maior atenção pelos programas de melhoramento e, por isso, apresentam maior número de cultivares registrados e protegidos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2012). Os grãos carioca e preto pertencem à raça Mesoamericana e possuem massa de 100 grãos inferior a 25 g, portanto, têm grãos pequenos de acordo com a classificação apresentada por Blair *et al.* (2010).

Os grãos de tegumento branco, vermelho, creme, amarelo, entre outros - com ausência ou presença de estrias ou rajadas de outras cores, e com grãos de tamanho médio a grande (Blair *et al.*, 2010), são conhecidos como feijão de grãos especiais. Nesse grupo, estão os feijões Andinos do tipo jalo, rajado, vermelho, branco, entre outros, que apresentam produção muito incipiente no Brasil devido à falta de cultivares adaptados e com alta produtividade de grãos. Isso porque o número de programas de melhoramento que desenvolvem cultivares de feijão de grãos especiais é ainda muito restrito no Brasil.

No Estado do Rio Grande do Sul (RS), mais de 70% da produção de feijão se concentra em pequenas e médias propriedades agrícolas (EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2012), por isso a expansão do cultivo de feijão de grãos especiais terá significativo impacto no desenvolvimento da agricultura familiar. Isso porque esses grãos são comercializados nos supermercados e nas feiras livres, normalmente, em embalagens menores e com preços que superam em duas vezes ou mais o preço do feijão carioca e preto, agregando alta rentabilidade ao produtor de feijão dessas classes. Além disso, os grãos de feijão especial têm boa demanda no mercado

internacional, especialmente os brancos, os vermelhos e os rajados (tegumento creme com rajadas vermelhas) (THUNG; SOARES; AIDAR, 2009).

Do grupo de feijão de grãos especiais, apenas o cultivar Iraí (grãos rajados) está registrado para o cultivo no RS (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2012). No entanto, esse cultivar apresentou baixa produtividade de grãos e instabilidade de produção em uma avaliação realizada em 24 experimentos de competição de cultivares de feijão, conduzidos no RS (MAZIERO, 2011). Portanto, a identificação de linhagens de feijão de grãos especiais com alto desempenho agrônomico e de cozimento rápido constitui numa importante estratégia para melhorar a sustentabilidade da agricultura familiar, pela diversificação da produção e pela alta rentabilidade.

Assim, os objetivos deste estudo foram: i) avaliar os efeitos da interação linhagem x ambiente nos caracteres que controlam o desempenho agrônomico e o tempo de cozimento em linhagens de feijão de grãos especiais e ii) identificar linhagens de alto desempenho agrônomico e de reduzido tempo de cozimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados quatro experimentos em campo, sendo estes nos cultivos de safra agrícola (2010/2011 e 2011/2012) e de safrinha 2011 em área do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul - RS (latitude 29°42' S, longitude 53°49' W e 95 m de altitude) e no cultivo de safra agrícola 2011/2012 no Instituto Federal Farroupilha (IFF), Campus de Jaguari, situado no município de Jaguari, RS (latitude 29°27' S, longitude 54°43' W e altitude de 395 m de altitude). A semeadura foi realizada no mês de outubro na safra agrícola e no mês de fevereiro na safrinha.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas por duas linhas de 4 m de comprimento, espaçadas em 0,5 m, e área útil de 4 m². Os tratamentos consistiram da avaliação de 29 linhagens de feijão de grãos especiais, sendo quatro de grãos brancos: WAF 75, Ouro Branco, Branco Graúdo e IPR Garça; onze de grãos rajados: Hooter, BRS Radiante, Cal-96, IAC Harmonia, OTG 07-01, OTG 07-03, IAC Boreal, BRS MG Realce, Cranberry, OTG 07-09 e Iraí; oito de grãos vermelhos: Light Red Kidney, Red Kanner, Montcalm, Chinok, TB 02-24, Vermelho Graúdo, Xamego e Dark Red Kidney; dois de grãos verdes: IAC Jabola e IAC Esperança; dois de grãos rosas: IAC Galante e Rosinha G2; um de grãos bege: IAC Centauro; e um de grãos mouros (cor de fundo cinza com

listras pretas): 38 MON p5-13. Irai está registrado para o cultivo no RS (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2012) e há cultivares registrados para o cultivo em outros Estados ou países, linhagens avançadas de diferentes obtentores e cultivares crioulas de feijão.

O solo foi preparado de maneira convencional nos experimentos conduzidos em Santa Maria e com cultivo mínimo em Jaguari. A correção da acidez do solo e a adubação foram realizadas de acordo com a interpretação da análise química do solo. O controle de insetos foi executado com a aplicação do inseticida Metamidofós Fersol 600 (Metamidofós 600 g L⁻¹), sempre que necessário, a fim de não comprometer o desenvolvimento da cultura. O controle de plantas invasoras foi realizado mecanicamente nos experimentos conduzidos em Santa Maria e com a aplicação dos herbicidas Robust (Fluazifope-p-butílico 200 g L⁻¹ + Fomesafen 250 g L⁻¹) e Basagran (Bentazona 600 g L⁻¹) em Jaguari. O controle de doenças não foi efetuado. A irrigação por aspersão foi realizada nos experimentos conduzidos em Santa Maria e por pivô central, em Jaguari.

O número de dias da emergência a maturação (ciclo) foi determinado quando metade mais uma das plantas da parcela útil atingiram o estágio R9 (maturação), ou seja, quando as vagens perderam a sua pigmentação e começaram a secar. Na maturação, foram colhidas 10 plantas ao acaso na área útil para a determinação da altura de inserção da primeira vagem. As demais plantas foram colhidas manualmente na maturação e trilhadas sem o uso de máquinas e de equipamentos agrícolas. Após a remoção manual das impurezas e dos grãos quebrados, os grãos obtidos foram secos em estufa de secagem e de esterilização com circulação forçada (65 a 70 °C), até umidade média de 13%, quando se determinou a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos (kg ha⁻¹).

A coloração do tegumento dos grãos foi avaliada com um colorímetro, marca Konica Minolta, modelo CR 310, sempre durante o dia, no interior de uma sala iluminada com lâmpadas fluorescentes, utilizando a metodologia descrita por Brackmann *et al.* (2002). Este aparelho possibilita a identificação do espectro de cores, em um sistema tridimensional, sendo que o eixo vertical, "L", refere-se à cor da amostra do preto ao branco; o eixo "a", da cor verde ao vermelho; e o eixo "b", da cor azul ao amarelo. Para o feijão tem grande importância a claridade dos grãos, por isso apenas o valor de "L" foi considerado para as análises estatísticas.

O tempo de cozimento dos grãos foi determinado com um cozedor de Mattson de 25 hastes de 90 g e 1,0 mm de diâmetro da ponta da haste. Cada grão é posicionado sob uma haste e o aparelho é colocado dentro de uma panela com 3 litros de água destilada em ebulição. A panela é mantida em fogo médio e à medida que ocorre o cozimento, a haste cai

e perfura o grão. O tempo médio de queda das 13 primeiras hastes foi considerado como tempo médio de cozimento de cada amostra (RIBEIRO *et al.*, 2007).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, segundo o modelo de blocos casualizados. Entretanto, para a massa de 100 grãos, a coloração do tegumento dos grãos e o tempo de cozimento foi considerado o delineamento inteiramente casualizado, pois não se utilizou as mesmas repetições do campo. O teste de Bartlett foi aplicado para verificar a homogeneidade das variâncias dos erros entre os ambientes de cultivo. O teste F (valor p= 0,05) foi usado para os testes das hipóteses dos efeitos principais e da interação linhagem x ambiente. O efeito de linhagem foi considerado fixo e os demais (bloco, ambientes e interação) aleatórios. A comparação das médias entre as linhagens foi realizada pelo teste de Scott-Knott e entre os ambientes, pelo teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas por meio do programa Genes (CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variância do erro experimental dos ambientes de cultivo foi homogênea (valor p = 0,05), possibilitando a realização da análise de variância conjunta. Na análise de variância conjunta observaram-se efeitos significativos para linhagens, ambientes e interação linhagem x ambiente para todos os caracteres avaliados (Tabela 1). Esses resultados indicam a existência de variabilidade genotípica, permitindo a seleção de linhagens de feijão de grãos especiais; ocorreu variabilidade para ambientes, ou seja, as condições edafoclimáticas foram variáveis nos locais de cultivo, anos agrícolas e épocas de semeadura; e houve resposta diferenciada das linhagens de feijão de grãos especiais em função da variação do ambiente. Interação linhagem x ambiente significativa para a produtividade de grãos foi verificada em feijão de grãos especiais (FARIA *et al.*, 2009; GONÇALVES *et al.*, 2010; MELO *et al.*, 2007).

A produtividade de grãos variou amplamente entre as linhagens e entre os ambientes avaliados (Tabela 2). No cultivo de safra 2010/2011 em Santa Maria, foram avaliadas apenas 11 linhagens de grãos especiais. Nesse primeiro cultivo, as linhagens Light Red Kidney (1.967 kg ha⁻¹), Red Kanner (1.834 kg ha⁻¹) e Ouro Branco (1.718 kg ha⁻¹) apresentaram os maiores valores de produtividade de grãos. Já, na safra 2011 em Santa Maria, se destacaram as linhagens BRS Radiante, Cal-96, Branco Graúdo, IAC Galante, IAC Centauro, Xamego, BRS MG Realce, Rosinha G2 e Vermelho Graúdo com os valores mais altos de produtividade de grãos (1.333 a 1.717 kg ha⁻¹). Na safra 2011/2012, as maiores produtividade de grãos foram obtidas pelas

Tabela 1 - Resumo da análise de variância conjunta dos dados de produtividade de grãos (PROD, kg ha⁻¹), número de dias da emergência à maturação (ciclo, dias), altura de inserção da primeira vagem (A1V, cm), massa de 100 grãos (M100G, g), coloração do tegumento dos grãos (valor de "L") e tempo de cozimento (cozimento, segundos) de linhagens de feijão de grãos especiais obtidas em quatro ambientes

Fonte de variação	GL	-----Quadrado médio ¹ -----		
		PROD	CICLO	A1V
Linhagens (L)	28	812110,67*	270,41*	63,17*
Ambientes (A)	3	6186134,35*	3050,61*	116,53*
L x A	66	233044,01*	48,06*	27,99*
Bloco/E	8	95918,03 ^{ns}	87,82 ^{ns}	8,10 ^{ns}
Erro	188	93727,82	25,89	6,12
Média		1207,69	80,54	17,39
CV %		25,35	6,32	14,22
		M100G	VALOR DE "L"	COZIMENTO
Linhagens (L)	28	721,97*	2775,42*	331822,55*
Ambientes (A)	3	168,05*	94,75*	985291,66*
L x A	66	29,72*	34,79*	83093,51*
Bloco/E				
Erro	196	7,50	4,01	12905,54
Média		41,18	50,68	1268,32
CV %		6,65	3,95	8,96

¹* Significativo pelo teste *F* ($p = 0,05$); ns = não significativo. CV%: coeficiente de variação

linhagens BRS Radiante, IAC Galante, Xamego, BRS MG Realce, Rosinha G2, Iraí, Cranberry, TB 02-24 e 38 MOM p5-13 em Santa Maria e pelas linhagens IAC Centauro, Xamego, Rosinha G2, TB 02-24, IAC Boreal e 38 MOM p5-13 em Jaguari. Nenhuma das linhagens avaliadas esteve no grupo de alta produtividade de grãos nos quatro ambientes, formado pelo teste de Scott-Knott (valor $p = 0,05$). No entanto, as linhagens Light Red Kidney, Red Kanner, Montcalm, Chinock e BRS Radiante não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey (valor $p = 0,05$), ou seja, apresentaram produtividade de grãos similar nos quatro ambientes, o que pode ser interpretado como maior adaptação às condições de cultivo. Portanto, a estabilidade de produção dessas linhagens será avaliada pelo programa de melhoramento para confirmar a hipótese de maior adaptação à região de cultivo.

O ciclo variou de 53,0 (BRS Radiante, safra 2010/2011 em Santa Maria) a 94,3 dias (IAC Galante, safra 2011 em Santa Maria) (Tabela 2). De maneira similar ao observado para a produtividade de grãos, o ciclo apresentou ampla variação entre as linhagens e entre os ambientes de cultivo. O ciclo médio foi de 77,09 dias na safra 2010/2011 em Santa Maria, 75,49 dias na safra 2011 em Santa Maria, 78,48 dias na safra 2011/2012 em Santa Maria e de 88,97 dias na safra 2011/2012 em Jaguari. No

cultivo de safra 2011/2012, o fenômeno climático La Niña predominou no Estado do Rio Grande do Sul (CENTRO ESTADUAL DE METEOROLOGIA, 2012). Entretanto, em Jaguari foi possível realizar a irrigação por pivô central e isso pode justificar a maior produtividade de grãos e ciclo médios obtidos nesse ambiente. Portanto, o uso da irrigação contribuiu para prolongar o ciclo médio das linhagens, pois se observou nítida tendência de maior duração de ciclo para todas as linhagens avaliadas em 2011/2012 em Jaguari.

No Brasil, predomina o cultivo de cultivares de feijão de ciclo intermediário, ou seja, o período compreendido entre a emergência e a maturação é de, aproximadamente, 90 dias (ZIMMERMANN *et al.*, 1996). As cultivares de feijão de ciclo precoce, têm a colheita realizada em cerca de 70 dias. Portanto, a maioria das linhagens avaliadas no presente estudo pode ser considerada de ciclo semi-precoce (70 a 80 dias). As linhagens BRS Radiante, Iraí, Cranberry e 38 MON p5-13 apresentaram ciclo precoce. Atualmente, a Iraí é o único cultivar de feijão de grãos especiais de ciclo precoce que está registrado para o cultivo no Estado do Rio Grande do Sul (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2012). A identificação de novas opções de cultivares de ciclo precoce para o registro no Ministério da

Tabela 2 - Média* da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) e do número de dias da emergência à maturação (ciclo, dias), de linhagens de feijão de grãos especiais obtidas em quatro ambientes

Linhagens	PROD.				CICLO			
	Amb. 1 ¹	Amb. 2	Amb. 3	Amb. 4	Amb. 1 ¹	Amb. 2	Amb. 3	Amb. 4
Ligth Red Kidney	1967 a A	1086 b A	1177 b A	1658 b A	78,7 a AB	70,0 c B	73,3 c AB	84,0 b A
Red Kanner	1834 a A	1221 b A	1056 b A	1284 c A	77,7 a B	72,7 c B	74,3 c B	92,0 a A
Ouro Branco	1718 a A	668 d B	1093 b A	1231 c A	80,0 a B	75,0 c B	78,0 b B	93,3 a A
Montcalm	1636 b A	1124 b A	742 c A	1306 c A	77,3 a B	76,3 c B	77,7 b B	89,3 a A
IPR Garça	1582 b A	436 d B	876 b AB	1405 c A	79,0 a AB	71,7 c B	77,3 b AB	88,0 a A
Chinook	1451 b A	1260 b A	1038 b A	857 d A	77,3 a AB	68,0 c B	74,0 c B	88,0 a A
Hooter	1402 b A	682 d B	639 c B	1692 b A	79,3 a B	72,7 c B	78,0 b B	93,3 a A
BRS Radiante	1335 c A	1361 a A	1272 a A	1412 c A	53,0 b C	68,0 c B	71,3 c AB	81,3 b A
Cal-96	1188 c AB	1568 a A	676 c B	1788 b A	82,7 a AB	79,0 b B	87,3 a AB	93,3 a A
Branco Graúdo	1032 d AB	1475 a AB	989 b B	1662 b A	80,3 a AB	71,7 c B	77,0 b AB	85,3 b A
WAF 75	775 d AB	557 d B	576 c B	1342 c A	82,7 a AB	80,0 b B	80,7 b B	93,3 a A
IAC Galante		1717 a A	1267 a A	1747 b A		94,3 a A	79,3 b B	93,3 a A
IAC Centauro		1570 a A	915 b B	2115 a A		86,7 a AB	80,0 b B	92,0 a A
Xamego		1384 a A	1613 a A	2004 a A		80,0 b AB	73,0 c B	85,3 b A
BRS MG Realce		1380 a A	1464 a A	1602 b A		69,3 c B	79,0 b AB	89,3 a A
Rosinha G2		1367 a B	1547 a B	2316 a A		79,3 b AB	74,3 c B	89,3 a A
Vermelho Graúdo		1333 a A	188 d B	371 e B		89,3 a A	86,3 a A	93,3 a A
Iraí		1222 b A	1258 a A	1788 b A		69,7 c B	71,0 c AB	81,3 b A
IAC Harmonia		1216 b A	1084 b A	1654 b A		76,0 c B	85,3 a AB	93,3 a A
Dark Red Kidney		1132 b AB	386 d C	1757 b A		68,7 c B	76,0 b AB	81,3 b A
IAC Jabola		1039 b AB	525 c B	1236 c A		82,3 b B	87,7 a AB	93,3 a A
Cranberry		966 c A	1284 a A	1401 c A		67,7 c B	71,3 c AB	81,3 b A
OTG 07-09		953 c A	765 c A	1247 c A		73,0 c B	81,0 b AB	89,3 a A
TB 02-24		916 c B	1301 a B	1978 a A		71,7 c B	79,0 b B	93,3 a A
IAC Boreal		899 c BC	263 d C	2171 a A		83,3 b A	87,7 a A	93,3 a A
38 MOM p5-13		769 c B	1389 a AB	2015 a A		69,0 c B	72,3 c AB	81,3 b A
IAC Esperança		726 d A	267 d A	622 d A		83,0 b A	89,3 a A	93,3 a A
OTG 07-03		704 d A	729 c A	1313 c A		78,3 b B	75,7 c B	89,3 a A
OTG 07-01		437 d B	910 b B	1675 b A		62,7 c B	78,7 b A	85,3 b A
Média	1447	1075	941	1540	77,09	75,49	78,48	88,97
C.V. (%)	13,79	17,45	23,38	12,91	14,03	5,99	3,77	4,49

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (valor p = 0,05) e maiúscula na linha, pelo teste de Tukey (valor p = 0,05). ¹Ambientes: Amb. 1: cultivo de safra 2010/2011 em Santa Maria; Amb. 2: cultivo de safrinha em Santa Maria; Amb. 3: cultivo de safra 2011/2012 em Santa Maria; Amb. 4: cultivo de safra 2011/2012 em Jaguari

Agricultura, Pecuária e Abastecimento é vantajosa, pois permite o planejamento da colheita para épocas menos chuvosas, a diminuição do consumo de água em cultivos irrigados e a desocupação da área em menor tempo para a sucessão de cultivo (BURATTO *et al.*, 2007).

Com relação à altura de inserção da primeira vagem, a aplicação do teste Skott-Knott possibilitou a formação de um único grupo de linhagens no cultivo de safra 2010/2011 em Santa Maria, três grupos na safrinha 2011 em Santa Maria, quatro grupos na safra 2011/2012 em Santa Maria e dois grupos na safra

2011/2012 em Jaguari (Tabela 3). Plantas com maior altura de inserção da primeira vagem, de porte ereto e com menor acamamento facilitam a colheita manual e a mecanizada e os demais tratos culturais (MENDES; RAMALHO; ABREU, 2009). Nenhuma das linhagens

de feijão de grãos especiais foi classificada pelo teste de Scott-Knott com maior altura de inserção da primeira vagem nos quatro ambientes, pois esta característica, também, apresenta interação linhagem x ambiente.

Tabela 3 - Média* da altura de inserção da primeira vagem (A1V, cm) e da massa de 100 grãos (M100G) de linhagens de feijão de grãos especiais obtidas em quatro ambientes

Linhagens	-----A1V-----				-----M100G-----			
	Amb. 1 ¹	Amb. 2	Amb. 3	Amb. 4	Amb. 1 ¹	Amb. 2	Amb. 3	Amb. 4
Ligth Red Kidney	16,5 a A	15,4 c A	13,4 d A	15,9 b A	49,1 a A	51,5 b A	50,4 a A	53,5 a A
Red Kanner	22,0 a A	18,7 b A	17,3 c A	15,6 b A	38,4 c B	43,5 d B	44,1 b AB	49,4 a A
Ouro Branco	19,2 a A	16,0 c A	18,8 c A	18,4 b A	37,1 c C	52,8 a A	46,8 a B	52,7 a A
Montcalm	17,9 a AB	15,8 c AB	13,8 d B	20,0 a A	39,3 c B	48,5 b A	45,7 b A	42,8 b A
IPR Garça	18,5 a A	13,0 c A	13,2 d A	18,0 b A	37,9 c B	41,6 d A	44,8 b A	44,7 b A
Chinook	15,2 a A	16,1 c A	15,4 d A	15,2 b A	40,8 b B	46,1 c AB	44,7 b B	51,8 a A
Hooter	19,2 a A	12,6 c A	11,8 d A	15,5 b A	45,4 a B	54,3 a A	50,4 a A	50,0 a A
BRS Radiante	19,3 a AB	21,9 a A	16,7 c B	17,3 b AB	33,3 d B	37,9 e A	40,0 c A	36,6 c A
Cal-96	23,0 a A	16,2 c A	19,5 c A	17,8 b A	42,1 b B	52,8 a A	50,6 a A	53,8 a A
Branco Graúdo	16,0 a A	17,7 b A	17,3 c A	21,1 a A	33,2 d B	46,4 c A	44,0 b A	46,4 b A
WAF 75	12,1 a A	15,0 c A	16,4 c A	15,7 b A	34,5 d C	55,6 a A	43,6 b B	54,6 a A
IAC Galante		15,2 c B	21,9 c A	19,7 a AB		28,1 g A	24,7 e A	28,9 d A
IAC Centauro		14,1 c A	17,4 c A	15,2 b A		26,0 g A	23,6 e A	25,3 d A
Xamego		15,0 c A	15,5 d A	16,1 b A		20,8 h A	22,5 e A	24,5 d A
BRS MG Realce		17,9 b A	19,7 c A	21,0 a A		34,8 f A	37,9 c A	36,8 c A
Rosinha G2		16,8 c A	19,2 c A	14,6 b A		23,3 h A	25,1 e A	22,2 d A
Vermelho Graúdo		16,5 c B	23,9 b A	22,2 a A		48,5 b A	37,0 c B	41,3 b B
Iraí		15,4 c A	13,4 d A	17,7 b A		36,9 e A	37,2 c A	36,0 c A
IAC Harmonia		15,2 c B	14,8 d B	21,4 a A		42,3 d A	40,2 c A	39,9 b A
Dark Red Kidney		15,3 c A	14,9 d A	16,9 b A		45,7 c A	47,8 a A	43,7 b A
IAC Jabola		14,2 c C	32,3 a A	23,5 a B		40,5 d A	31,6 d B	40,4 b A
Cranberry		13,6 c A	13,1 d A	16,5 b A		45,2 c A	48,0 a A	43,2 b A
OTG 07-09		15,0 c A	13,9 d A	18,9 b A		49,9 b A	47,3 a A	46,1 b A
TB 02-24		14,5 c A	15,1 d A	17,5 b A		31,9 f A	30,0 d A	33,2 c A
IAC Boreal		18,7 b A	23,5 b A	21,8 a A		54,4 a A	38,2 c C	50,0 a AB
38 MOM p5-13		15,1 c A	14,2 d A	17,7 b A		37,7 e A	37,0 c A	36,3 c A
IAC Esperança		14,2 c C	35,6 a A	23,2 a B		37,2 e A	29,9 d B	34,0 c AB
OTG 07-03		15,6 c A	17,7 c A	18,2 b A		51,5 b A	46,7 a AB	43,8 b B
OTG 07-01		15,4 c A	16,6 c A	19,9 a A		53,7 a A	47,7 a B	46,0 b B
Média	18,09	15,73	17,80	18,36	39,18	42,74	39,90	41,64
C.V. (%)	17,63	12,40	15,36	12,93	6,54	5,44	7,10	3,37

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (valor $p=0,05$) e maiúscula na linha, pelo teste de Tukey (valor $p=0,05$). ¹Ambientes: Amb. 1: cultivo de safra 2010/2011 em Santa Maria; Amb. 2: cultivo de safrinha em Santa Maria; Amb. 3: cultivo de safra 2011/2012 em Santa Maria; Amb.4: cultivo de safra 2011/2012 em Jaguari

A massa de 100 grãos variou de 20,8 (Xamego, safrinha 2011 em Santa Maria) a 55,6 g (WAF75, safrinha 2011 em Santa Maria) (Tabela 3). Considerando-se os dados médios dos quatro ambientes, verificou-se que apenas as linhagens Xamego e Rosinha G2, do grupo gênico Mesoamericano, apresentaram grãos pequenos (< 25 g 100 grãos⁻¹), de acordo com a classificação proposta por Blair *et al.* (2010). As demais linhagens pertencem ao grupo gênico Andino, sendo que as linhagens BRS Radiante, IAC Galante, IAC Centauro, BRS MG Realce, Iraí, TB 02-24, 38 MOM p5-13 e IAC Esperança possuem grãos médios (25 a 40 g 100 grãos⁻¹) e as linhagens Ligth Red Kidney, Red Kanner, Ouro Branco, Montcalm, IPR Garça, Chinok, Hooter, Cal-96, Branco Graúdo, WAF 75, Vermelho Graúdo, IAC Harmonia, Dark Red Kidney, IAC Jabola, Cranberry, OTG 07-09, IAC Boreal, OTG 07-03 e OTG 07-01 têm grãos grandes (> 40 g 100 grãos⁻¹). Os grãos de tamanho grande com tegumento branco, vermelho e rajado são de alto valor comercial e apresentam grande demanda no mercado internacional (THUNG; SOARES; AIDAR, 2009).

Os grãos de feijão apresentam grande variabilidade de cores e a claridade do tegumento, caracterizada pelo valor de “L”, está estreitamente associada à preferência para o consumo e ao valor comercial do produto. As

linhagens de feijão carioca apresentaram valores de “L” na faixa de 48,4 a 60,8 (RIBEIRO; STORCK, 2003), sendo que os cultivares com valor de “L” superior a 55 têm maior valor no mercado, pois o consumidor associa a maior claridade dos grãos, com colheita recente e rápido cozimento (RIBEIRO; STORCK; POERSCH, 2008). Para feijão preto, foram observados valores de “L” entre 20,0 a 22,4 (RIBEIRO; STORCK, 2002). Para essa classe de grãos, a menor claridade (menor valor de “L”) é desejável pelo consumidor. Os cultivares de feijão preto que apresentem grãos com valor de “L” superior a 22 terão maior porcentagem de grãos arroxeados e serão rejeitados para o consumo, devido à associação feita com grãos de qualidade inferior e à necessidade de maior tempo para o cozimento (RIBEIRO; POSSEBOM; STORCK, 2003).

Para as demais classes de grãos não se encontraram referências na literatura quanto ao padrão de cor. No presente estudo, as linhagens de tegumento branco WAF 75, Ouro Branco, Branco Graúdo e IPR Garça apresentaram maior valor de “L” (72,8 a 82,2), seguidas pelas linhagens de grãos rajados (“L” de 33,1 a 62,6), Hooter, BRS Radiante, Cal-96, IAC Harmonia, OTG 07-01, OTG 07-03, IAC Boreal, BRS MG Realce, Cranberry, OTG 07-09 e Iraí (Tabela 4). Para esses grãos a maior claridade é desejável, por isso a produção destas linhagens é considerada promissora.

Tabela 4 - Média da coloração do tegumento dos grãos (valor de “L”) e do tempo de cozimento (cozimento, minutos:segundos) de linhagens de feijão de grãos especiais obtidas em quatro ambientes

Linhagens	-----VALOR DE “L” -----				-----COZIMENTO-----			
	Amb. 1 ¹	Amb. 2	Amb. 3	Amb. 4	Amb. 1 ¹	Amb. 2	Amb. 3	Amb. 4
Ligth Red Kidney	34,7 f B	39,9 f A	39,2 h A	38,8 f A	23:08 a A	23:15 c A	23:36 a A	25:59 b A
Red Kanner	34,1 f B	41,8 f A	38,9 h A	34,5 g B	20:24 b A	20:15 c A	20:38 b A	18:26 d A
Ouro Branco	75,8 f B	73,4 b B	76,0 a B	82,0 a A	18:11 b AB	20:28 c A	15:07 d B	17:16 e AB
Montcalm	24,5 f B	29,5 h A	28,2 l A	27,4 h A	23:13 a A	21:50 c A	22:29 a A	21:37 d A
IPR Garça	76,8 f B	79,3 a AB	76,2 a B	82,0 a A	24:13 a B	23:19 c B	24:47 a B	30:03 a A
Chinook	38,8 e B	43,7 f A	37,8 i B	35,1 g B	23:20 a AB	25:34 b A	20:19 b B	20:59 d B
Hooter	60,8 c A	58,0 c A	59,6 c A	61,2 c A	24:03 a A	23:43 c A	22:32 a A	23:32 c A
BRS Radiante	53,1 d B	59,0 c A	57,3 d A	55,6 d A	21:23 b B	26:50 b A	20:34 b B	22:13 c B
Cal-96	35,4 f A	33,1 g A	35,8 j A	36,9 f A	20:24 b C	36:21 a A	18:42 b C	27:27 b B
Branco Graúdo	73,0 b BC	72,9 b C	77,2 a B	82,3 a A	22:04 a B	33:00 a A	18:25 c B	19:04 d B
WAF 75	75,5 a A	76,6 a A	77,5 a A	76,2 b A	20:51 b B	32:39 a A	19:11 b B	20:14 d B
IAC Galante		50,0 e B	52,8 f AB	55,0 d A		14:46 d A	15:15 d A	14:38 e A
IAC Centauro		56,3 d A	55,0 e AB	51,6 e B		16:07 d A	16:46 c A	16:15 e A
Xamego		28,6 h A	27,5 l A	25,7 h A		17:20 d A	14:31 d A	14:54 e A
BRS MG Realce		57,3 d A	53,7 f A	53,4 e A		19:52 c A	17:15 c A	18:34 d A
Rosinha G2		53,8 d A	55,6 e A	54,7 d A		16:36 d A	14:39 d A	16:24 e A
Vermelho Graúdo		28,8 h A	28,0 l A	25,1 h A		24:22 c A	16:40 c B	18:58 d B

Continuação Tabela 4

Iraí	62,6 c A	57,9 d B	56,2 d B	21:29 c A	20:23 b A	20:56 d A		
IAC Harmonia	55,6 d A	41,8 g B	46,2 f C	21:51 c AB	20:06 b B	24:48 c A		
Dark Red Kidney	26,9 h A	27,3 l A	26,2 h A	18:45 d A	20:17 b A	19:49 d A		
IAC Jabola	62,2 c A	62,0 b A	62,4 c A	19:11 d A	17:28 c A	18:04 d A		
Cranberry	57,0 d A	58,5 d A	58,9 c A	25:54 b A	20:34 b B	26:27 b A		
OTG 07-09	60,8 c A	57,8 d A	56,7 d A	26:53 b A	18:57 b B	26:05 b A		
TB 02-24	32,4 g A	30,5 k A	28,8 h A	23:14 c A	15:33 d B	19:28 d AB		
IAC Boreal	33,4 g B	37,1 i AB	39,6 f A	25:35 b A	17:11 c B	20:32 d B		
38 MOM p5-13	34,6 g A	35,3 j A	37,2 f A	20:39 c A	16:02 d B	18:30 d AB		
IAC Esperança	57,0 d A	57,2 d A	60,1 c A	23:25 c A	19:57 b AB	18:55 d B		
OTG 07-03	59,8 c A	57,3 d A	53,0 e B	26:35 b A	18:55 b B	23:16 c A		
OTG 07-01	59,5 c A	60,0 c A	58,5 c A	23:03 c A	21:51 a A	25:23 b A		
Média	52,95	51,16	50,31	49,70	21:56	23:12	18:55	21:00
C.V. (%)	2,34	5,76	1,93	3,67	8,45	9,81	7,99	8,71

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (valor $p=0,05$) e maiúscula na linha, pelo teste de Tukey (valor $p=0,05$). ¹Ambientes: Amb. 1: cultivo de safra 2010/2011 em Santa Maria; Amb. 2: cultivo de safrinha em Santa Maria; Amb. 3: cultivo de safra 2011/2012 em Santa Maria; Amb.4: cultivo de safra 2011/2012 em Jaguari

Os grãos de tegumento vermelho apresentaram valores de “L” de 24,5 a 43,7, portanto foi possível identificar linhagens variando desde o vermelho claro (Light Red Kidney, Red Kanner, Chinok e TB 02-24) até o vermelho escuro (Montcalm, Xamego, Vermelho Graúdo e Dark Red Kidney). As linhagens de grãos de cor rosa (IAC Galante e Rosinha G2) possuem valor de “L” de 50,0 a 55,6 e as de grãos verdes (IAC Jabola e IAC Esperança), “L” de 57,0 a 62,4. Considerando o fato de que grãos de feijão de diferentes cores de tegumento são comercializados por valores superiores aos grãos carioca e preto, a produção de grãos de diferentes classes apresenta-se como uma alternativa para a diversificação da agricultura familiar de alta rentabilidade para o mercado interno e para a exportação de feijão.

O tempo de cozimento variou de 14 min e 38 seg (IAC Galante, safra 2011/2012 em Jaguari) a 36 min e 21 seg (Cal-96, safrinha 2011 em Santa Maria) (Tabela 4). Considerando o fato de que os cultivares de feijão com tempo de cozimento inferior a 30 minutos são desejáveis, pois significa economia de energia e de capital (RODRIGUES *et al.*, 2005), apenas as linhagens Cal-96, Branco Graúdo e WAF 75, obtidas no cultivo de safrinha 2011 em Santa Maria, necessitarão de maior tempo de cozimento para que adquiram a maciez considerada adequada para o consumo. As demais linhagens avaliadas no presente estudo atendem às expectativas do consumidor que, em função das atividades fora do lar, dispõe de pouco tempo para o preparo da sua refeição.

As linhagens de feijão de grãos especiais de tegumento vermelho (Light Red Kidney, Red Kanner, Montcalm e Chinock) e de tegumento rajado (BRS Radiante) não apresentaram diferenças significativas para a produtividade de grãos nos quatro ambientes. Essas linhagens apresentaram ciclo semi-precoce e precoce, características morfológicas desejáveis, coloração de grãos adequada para essas classes de grãos e reduzido tempo de cozimento dos grãos. O cultivo destas linhagens na agricultura familiar é considerado promissor, pois há demanda por grãos destas classes no mercado interno e para a exportação.

CONCLUSÕES

1. Com a presença da interação linhagem x ambiente significativa a seleção dos caracteres que conferem alto desempenho agrônomico e reduzido tempo de cozimento em feijão de grãos especiais deve ser realizada em maior número de ambientes;
2. Os cultivares Light Red Kidney, Red Kanner, Montcalm, Chinock e BRS Radiante podem ser usados para o cultivo nas condições avaliadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio

financeiro e pelas bolsas concedidas. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pelas bolsas concedidas. À Embrapa Arroz e Feijão e ao Instituto Agrônomo de Campinas pela cedência das sementes de feijão. Ao Engenheiro Agrônomo Evandro Jost pelo auxílio na condução do experimento de campo em Jaguari.

REFERÊNCIAS

- BLAIR, M. W. *et al.* Genetic diversity, inter-gene pool introgression and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. **Theoretical Applied Genetic**, v. 121, n. 2, p. 237-248, 2010.
- BRACKMANN, A. *et al.* Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 911-915, 2002.
- BURATTO, J. S. *et al.* Agronomic performance and grain yield in early common bean genotypes in Paraná state. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 3, p. 373-380, 2007.
- CENTRO ESTADUAL DE METEOROLOGIA. Nota técnica nº 10: A estiagem de 2011/2012 e sua influência na produção agropecuária do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012. 7 p.
- CRUZ, C. D. **Programa genes**: aplicativo computacional em genética e estatística: versão Windows. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira 2009**. Florianópolis: EPAGRI, 2010. 164 p.
- EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO RIO GRANDE DO SUL. Acompanhamento da safra: safra 2011/2012: tabelas. Porto Alegre: EMATER, 2012. 7 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 24 mar. 2011.
- FARIA, A. P. *et al.* Interação genótipo x ambiente na produtividade de grãos de linhagens e cultivares de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 579-585, 2009.
- GONÇALVES, J. G. R. *et al.* Estudo da estabilidade fenotípica de feijoeiro com grãos especiais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 922-931, 2010.
- MAZIERO, S. M. **Associação entre métodos de adaptabilidade e de estabilidade em feijão**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- MELO, L. C. *et al.* Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 715-723, 2007.
- MENDES, F. M.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Índice de seleção para escolha de populações segregantes em feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1312-1318, 2009.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Zoneamento agrícola de risco climático: cultivares de feijão - ano - safra 2011/2012**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>>. Acesso em: 30 jul. 2012.
- RIBEIRO, N. D.; STORCK, L. Escolha de genitores de feijoeiro por meio da dissimilaridade genética. **Revista Brasileira de Agrociência**, 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**, v. 33, n. 3, p. 413-421, 2003.
- RIBEIRO, N. D.; POSSEBOM, S. B.; STORCK, L. Progresso genético em caracteres agrônômicos no melhoramento do feijoeiro. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 629-633, 2003.
- RIBEIRO, N. D. *et al.* Padronização de metodologia para avaliação do tempo de cozimento dos grãos de feijão. **Bragantia**, v. 66, n. 2, p. 335-348, 2007.
- RIBEIRO, N. D.; STORCK, L.; POERSCH, N. L. Classificação de lotes comerciais de feijão por meio da claridade do tegumento dos grãos. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 2042-2045, 2008.
- RODRIGUES, J. A. *et al.* Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 209-214, 2005.
- SINGH, S. P.; GEPTS, P.; DEBOUCH, D. G. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). **Economic Botany**, v. 45, n. 3, p. 379-396, 1991.
- THUNG, M.; SOARES, D. M.; AIDAR, H. Agregação de valores com feijões especiais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. p. 83-96.
- ZIMMERMANN, M. J. O. *et al.* Melhoramento genético e cultivares. In: ARAUJO, R. S. *et al.* **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 223-273.