

SELEÇÃO DE LINHAGENS DE FEIJÃO COM BASE NO PADRÃO E NA QUALIDADE DE SEMENTES¹

RITIELI BAPTISTA MAMBRIN², NERINÉIA DALFOLLO RIBEIRO^{3*}, LILIANE MARCIA MERTZ HENNING⁴, FERNANDO AUGUSTO HENNING⁴, KARINE ANDRÉIA BARKERT⁵

RESUMO - A seleção de linhagens de feijão pelo padrão de tegumento, qualidade sanitária e fisiológica de sementes é recente nos programas de melhoramento. Por isso, foram objetivos deste trabalho avaliar se as linhagens de feijão diferem quanto ao padrão de tegumento, a qualidade sanitária e fisiológica de sementes, investigar a associação entre esses caracteres e selecionar linhagens de feijão superiores para a qualidade de sementes. Para tanto, foram avaliadas 16 linhagens de feijão de diferentes obtentores em cultivo de safra agrícola. As linhagens de feijão apresentaram diferença significativa em relação ao peso de mil sementes, coloração do tegumento, conteúdo de lignina, comprimento, largura e espessura das sementes, incidência de *Fusarium* sp., germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, comprimento da parte aérea, da raiz e total das plântulas, massa seca da parte aérea e total das plântulas e emergência de plântulas a campo. A estimativa de correlação positiva foi observada entre a emergência de plântulas a campo e a germinação ($r = 0,650$), a primeira contagem de germinação ($r = 0,600$), o envelhecimento acelerado ($r = 0,793$) e a condutividade elétrica ($r = 0,635$). A seleção indireta pela germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado foi eficiente para a identificação de linhagens de feijão com maior emergência de plântulas a campo. A seleção das linhagens TB 02-07, SM 1810, Carioca, LP 08-90, SM 1107, LP 07-80, Pérola, CNFP 10104 e TB 02-24 é recomendada para uso em programas de hibridação controlada para o desenvolvimento de novas cultivares de feijão de alta qualidade de sementes.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.. Características morfológicas. Qualidade sanitária. Qualidade fisiológica. Variabilidade genética.

SELECTION OF COMMON BEAN LINES FOR STANDARD AND QUALITY SEEDS

ABSTRACT - The selection of common bean lines for seed coat standard, sanitary and physiological quality seed is recent in breeding programs. The objectives of this research were to evaluate if common bean lines differ for seed coat standard, sanitary and physiological quality seed, to investigate the correlation between these characters and to select common bean lines with high seed quality. For this, 16 inbred common bean lines were evaluated in normal rainy growing season. The common bean lines showed significant difference for the weight of thousand seeds, seed coat color, lignin content, length, width and thickness seeds, *Fusarium* sp. incidence, germination, first germination count, accelerated ageing, length of shoot, root and total of seedling, dry matter of shoot and total of seedling and emergency of seedling in field. A positive correlation coefficient was found between emergency of seedling in field and germination ($r = 0.650$), first germination count ($r = 0.600$), accelerated ageing ($r = 0.793$) and electric conductivity ($r = 0.635$). The indirect selection by germination, first germination count and accelerated ageing is effective to identify common bean lines with the highest emergency of seedling in field and germination. The selection of TB 02-07, SM 1810, Carioca, LP 08-90, SM 1107, LP 07-80, Pérola, CNFP 10104 and TB 02-24 lines is recommended for use in controlled hybridization programs for improvement of news common bean cultivars of high seeds quality.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L.. Morphological traits. Sanitary quality. Physiological quality. Genetic variability.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 10/11/2014; aceito em 04/04/2015.

Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria.

²Aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Cidade Universitária, Av. Roraima, n.º. 1000, Bairro Camobi, CEP 97.105-900, Santa Maria (RS); ritimambrin@yahoo.com.br.

³Professora – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Departamento de Fitotecnia, Cidade Universitária, Av. Roraima, n.º. 1000, Bairro Camobi, CEP 97.105-900, Santa Maria (RS); nerineia@hotmail.com.

⁴Pesquisador – EMBRAPA Soja, Londrina (PR); lilianemertz@yahoo.com.br, fernandohenning@yahoo.com.br.

⁵Aluna de Graduação em Agronomia da UFSM, Santa Maria (RS); karinebarkert@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

A qualidade das sementes é determinada por fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que são característicos da cultivar ou que podem ser incorporados pelo melhoramento genético (MENTEN et al., 2006). A utilização de sementes de qualidade é imprescindível para a obtenção de um estande de plantas homogêneo no campo e para que a produtividade de grãos seja alta.

Diferenças significativas entre cultivares de feijão foram relatadas previamente para peso de mil sementes, coloração do tegumento (SOARES JÚNIOR et al., 2012; RIBEIRO et al., 2014), tamanho e forma das sementes (RIBEIRO; MELO; STORCK, 2000; CARBONELL et al., 2010; SOARES JÚNIOR et al., 2012), germinação, comprimento da raiz, emergência de plântulas a campo (COELHO et al., 2010), primeira contagem de germinação (SILVA et al., 2008), envelhecimento acelerado (COELHO et al., 2010; BERTOLIN; SÁ; MOREIRA, 2011) e massa seca da parte aérea (MAIA et al., 2011). Portanto, as cultivares de feijão são diferentes quanto às características de padrão de tegumento e de qualidade fisiológica de sementes e isso possibilita a identificação de linhagens superiores.

A qualidade sanitária de sementes de feijão tem recebido maior atenção pela pesquisa. Isso porque o Grupo Técnico Permanente em Sanidade de Sementes (GTPSS) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) propôs tolerância zero para *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium* sp., *Sclerotinia sclerotiorum* e *Xanthomonas* pv, por considerar que o uso de sementes sadias ou adequadamente tratadas é a principal medida de controle para o manejo integrado de doenças (MENTEN et al., 2006).

A seleção e o uso de linhagens de feijão com qualidade de sementes é recente nos programas de melhoramento. Além disso, um estudo mais aprofundado da associação entre os caracteres que conferem qualidade fisiológica às sementes de feijão com a emergência de plântulas a campo não foi encontrado para essa cultura. Assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar se as linhagens de feijão diferem quanto ao padrão de tegumento, a qualidade sanitária e fisiológica de sementes, investigar a associação entre esses caracteres e selecionar linhagens de feijão superiores para a qualidade de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O material genético avaliado consistiu de 16 linhagens de feijão, sendo 12 linhagens desenvolvidas por diferentes obtentores, quais sejam: TB 02-24, TB 02-07 (Embrapa Clima Temperado), SM 1107, SM 1810 (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO), CHC 01175, CHP 986620

(Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI), LP 08-90, LP 07-80 (Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR), BRS MG Realce, CNFP 10104 (Embrapa Arroz e Feijão), GEN P5-4-3-1 e GEN Pr 14-2-3 (Instituto Agrônomo de Campinas - IAC); e quatro linhagens testemunhas (cultivares) - BRS Valente e Pérola (Embrapa Arroz e Feijão), Guapo Brilhante (Embrapa Clima Temperado) e Carioca (IAC).

As sementes foram multiplicadas em área de campo do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no município de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (latitude 29°42'S, longitude 53°49'W e 95 m de altitude) em cultivo de safra 2010/2011. Os lotes de sementes foram obtidos em área homogênea quanto às propriedades físicas e químicas do solo, às variáveis meteorológicas e às técnicas de manejo. As sementes foram colhidas na maturação, sem o uso de máquinas agrícolas para evitar danos mecânicos. Após o beneficiamento, o qual consistiu da retirada das impurezas e das sementes quebradas, as amostras foram armazenadas em câmara fria, com temperatura média de 0,5 °C e umidade relativa do ar de 60% até a instalação do experimento.

O experimento foi instalado no dia 31 de outubro de 2011 em área de campo do Programa de Melhoramento de Feijão da UFSM, usando os lotes de sementes previamente obtidos em condições homogêneas. O clima da região é do tipo Cfa, temperado chuvoso, com chuvas bem distribuídas ao longo dos anos, e subtropical do ponto de vista térmico. O solo é classificado como Argissolo Bruno-Acinentado alítico típico, possuindo a seguinte composição química, de acordo com o laudo emitido pelo Laboratório de Análises de Solos da UFSM: pH = 5,4; matéria orgânica = 2,0%; cálcio = 5,2 cmol/dm³; magnésio = 2,3 cmol/dm³; alumínio = 0,2 cmol/dm³; fósforo = 6,0 mg/dm³; e potássio = 0,102 mg/dm³. Para a realização dessa análise foram coletadas cinco subamostras de solo ao longo de toda a área experimental, retirando-se de cada local colunas de 20 cm de solo. Posteriormente, as subamostras foram misturadas em um balde e aproximadamente 500 gramas de solo foram acondicionadas em embalagem plástica previamente identificada até a realização da análise. O solo foi preparado de maneira convencional e a adubação realizada de acordo com a interpretação da análise química do solo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da avaliação de 16 linhagens de feijão. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 4 m de comprimento, espaçadas em 0,50 m. As duas linhas externas de cada parcela foram desprezadas na colheita para evitar mistura varietal, sendo a área útil de 4,0 m². E as técnicas de manejo foram uniformes para todos os tratamentos.

A colheita das plantas foi realizada de forma manual quando as sementes apresentaram em média

18% de umidade. A trilha das plantas também foi realizada manualmente para evitar danos mecânicos às sementes. A secagem destas ocorreu no interior de uma casa-de-vegetação, até atingir 13% de umidade. As impurezas e as sementes quebradas foram removidas, sendo as amostras armazenadas em câmara fria, por trinta dias, antes das avaliações de laboratório.

O padrão das sementes foi determinado pelo peso de mil sementes, coloração do tegumento, conteúdo de lignina e forma das sementes. O peso de mil sementes foi quantificado em quatro amostras de mil sementes, coletadas de maneira aleatória, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A leitura da coloração do tegumento das sementes foi realizada com um colorímetro (CR 410, Konica Minolta, Osaka, Japão). Para tanto, uma amostra de 200 g de sementes de cada repetição foi disposta sobre uma placa de *petri* de 22 cm de diâmetro e 3 cm de altura, de maneira que cobrissem completamente o fundo do recipiente. O valor de “L” foi determinado para cada amostra, caracterizando a luminosidade do tegumento das sementes que varia do branco (“L” = 100) ao preto (“L” = 0).

O conteúdo de lignina no tegumento das sementes foi avaliado em 20 sementes de cada repetição, as quais foram, inicialmente, imersas em água por 12 horas. Em seguida, o tegumento das sementes foi removido e seco em estufa a 105 °C por 16 horas. A matéria seca obtida foi triturada, homogeneizada e submetida a sucessivas centrifugações (3300 rpm por quatro minutos) com diferentes soluções (tampão fosfato de sódio e potássio/Triton X-100/NaCl 1,0 M/acetona) para a obtenção da parede celular. A quantificação da lignina foi realizada pelo método ácido linotioiglicólico - LTGA (CAPELETI et al., 2005).

A forma e o grau de achatamento das sementes foram determinados em 10 sementes de cada repetição. Cada semente fora quantificada com um paquímetro analógico, com precisão de centésimos de milímetro, o comprimento (no sentido longitudinal), a largura (no sentido transversal) e a espessura (na região mediana da semente, entre as faces superior e inferior). A relação entre o comprimento e a largura forneceu a forma das sementes e a relação entre a espessura e a largura definiu o grau de achatamento das sementes, apresentados como coeficientes J e H, respectivamente, descritos por Carbonell et al. (2010).

A avaliação da sanidade das sementes foi realizada pelo método do papel de filtro, usando 100 sementes de cada repetição. As amostras de sementes foram dispostas individualmente sobre uma camada de papel de filtro umedecido e, posteriormente, acondicionadas em caixas do tipo *gerbox* (20 sementes por caixa). As amostras permaneceram incubadas pelo período de sete dias em câmara de germinação com demanda bioquímica do oxigênio (BOD), com fotoperíodo de 12 horas e temperatura de 20 ± 2 °C.

Logo após fora realizado a observação visual com auxílio de microscópio estereoscópico, verificando a incidência de fungos. Nos casos em que foi verificada a presença de patógenos realizou-se exame ao microscópio de luz para a sua identificação, o que permitiu a comparação com as informações disponíveis na literatura. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes infectadas.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pela germinação e por diferentes testes de vigor. O teste de germinação foi realizado com 100 sementes por repetição, uniformemente distribuídas em rolos de papel *germitest*, previamente umedecidos com água destilada na proporção de duas vezes a massa do papel seco. As sementes foram mantidas em germinador do tipo BOD (EL 202/4G, Eletrolab, São Paulo, Brasil), regulado a 25 °C (BRASIL, 2009). A germinação foi avaliada no nono dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais, considerando-se como normais as plântulas com as estruturas essenciais perfeitas. O vigor das sementes foi determinado pela primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, comprimento das plântulas (parte aérea, raiz e total), massa seca das plântulas (parte aérea, raiz e total) e emergência das plântulas a campo. Os testes de vigor seguiram os procedimentos descritos por Krzyzanowski; Vieira; França Neto (1999).

Os parâmetros avaliados para a caracterização do padrão de tegumento, da qualidade sanitária e fisiológica das sementes das linhagens de feijão, considerando o material utilizado, a unidade experimental e o momento de avaliação de cada característica, são descritos na Tabela 1. Os dados obtidos no laboratório foram submetidos à análise de variância de acordo com o delineamento inteiramente casualizado e com o modelo matemático $Y_{ij} = m + T_i + e_{ij}$, sendo Y_{ij} o valor observado referente à variável Y na unidade experimental que recebeu o tratamento i, na repetição j, m um valor constante, T_i o efeito do tratamento i e e_{ij} a contribuição da variação não controlada referente à observação Y_{ij} (STORCK et al., 2006). O teste F (valor de $p < 0,05$) foi usado para o teste de hipóteses, sendo o efeito de linhagens considerado como fixo.

Para os caracteres cujos resultados foram expressos em porcentagem efetuou-se a transformação dos dados para arcocoseno $\sqrt{x/100}$. Neste caso, o teste de hipóteses foi realizado com os dados transformados. O teste de Scott-Knott (valor de $p = 0,05$) foi usado para a comparação das médias entre as linhagens. A análise de correlação linear de Pearson foi realizada entre os testes de germinação e de vigor das sementes com a emergência das plântulas a campo. A significância do coeficiente de correlação linear foi verificada pelo teste t de Student (valor de $p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se a planilha eletrônica Office Excel e o *software* Genes (CRUZ, 2013).

Tabela 1. Parâmetros avaliados para a caracterização do padrão de tegumento, da qualidade sanitária e fisiológica das sementes das linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) considerando o material utilizado, a unidade experimental e o momento de avaliação de cada característica.

Características avaliadas	Material utilizado	Unidade experimental*	Avaliação em
Padrão de tegumento			
1. Peso de mil sementes	balança de precisão	100 sementes	**
2. Coloração do tegumento	colorímetro e placa de petri	20 gramas	**
3. Conteúdo de lignina	ácido linotiolglicólico	20 sementes	**
4. Forma das sementes	paquímetro	10 sementes	**
Qualidade sanitária			
5. Incidência de <i>Fusarium</i> sp.	caixa gerbox, BOD	20 sementes	7 dias de incubação
6. Incidência de <i>Macrophomina</i> sp.	caixa gerbox, BOD	20 sementes	7 dias de incubação
Qualidade fisiológica			
7. Germinação	papel germitest, BOD	100 sementes	9º dia
8. Primeira contagem de germinação	papel germitest, BOD	100 sementes	5º dia
9. Envelhecimento acelerado	caixa gerbox, BOD	200 sementes	5º dia
10. Condutividade elétrica	condutivímetro, BOD	50 sementes	24 horas
11. Comprimento de plântulas	papel germitest, BOD	20 sementes	6º dia
12. Massa seca de plântulas	papel germitest, BOD	20 sementes	48 horas
13. Emergência das plântulas à campo	semeadura em canteiros	100 sementes	15 dias

*Avaliadas nas quatro repetições.

**Imediatamente após a colheita.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância observou-se o efeito significativo para linhagens em relação a todos os caracteres avaliados, exceto para a incidência de *Macrophomina phaseolina*, teste de condutividade elétrica e massa seca da raiz (Tabela 2). Diferenças significativas entre linhagens de feijão foram descritas previamente para peso de mil sementes, coloração do tegumento (SOARES JÚNIOR et al., 2012; RIBEIRO et al., 2014), tamanho e forma das sementes

(RIBEIRO; MELO; STORCK, 2000; CARBONELL et al., 2010; SOARES JÚNIOR et al., 2012), germinação, envelhecimento acelerado, comprimento da raiz, emergência de plântulas a campo (COELHO et al., 2010), primeira contagem de germinação (SILVA et al., 2008) e massa seca da parte aérea (MAIA et al., 2011). No entanto, a seleção de linhagens de feijão pelo padrão de tegumento, germinação, qualidade fisiológica e sanitária tem recebido pouca ênfase nos programas de melhoramento.

Tabela 2. Análise de variância do peso de mil sementes (P1000, g), coloração do tegumento das sementes (valor de “L”), conteúdo de lignina no tegumento (LIG), comprimento das sementes (COMP, cm), largura das sementes (LARG, cm), espessura das sementes (ESP, cm), incidência de *Fusarium* sp. (F, %), incidência de *Macrophomina phaseolina* (M, %), germinação (G, %), primeira contagem de germinação (PCG, %), envelhecimento acelerado (EA, %), condutividade elétrica (CE, $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), comprimento da parte aérea (CPA, cm), comprimento da raiz (CR, cm), comprimento total das plântulas (CT, cm), massa seca da parte aérea (MSPA, g), massa seca da raiz (MSR, g), massa seca total das plântulas (MST, g) e emergência de plântulas a campo (EMERG, %) de 16 linhagens de feijão obtidas em cultivo de safra 2011/2012.

FV	Quadrado Médio ¹											
	GL	P1000	“L”	LIG	COMP	LARG	ESP	F	M	G	PCG	
Linhagens	15	2642,44 *	911,6 *	19,16 *	0,005 *	0,003 *	0,004 *	0,41 *	40,37 ns	275,56 *	282,69 *	
Erro	48	221,81	0,89	0,13	0,001	0,000	0,000	0,22	8,33	95,45	93,37	
Média		231,3	35,58	8,86	1,08	0,68	0,51	0,29	3,02	89,52	87,64	
CV %		6,44	2,65	4,08	3,59	4,11	4,60	16,20	30,23	10,91	11,03	
FV	Quadrado Médio ¹											
	GL	EA	CE	CPA	CR	CT	MSPA	MSR	MST	EMERG		
Linhagens	15	354,40 *	652,72 ns	7,65 *	11,54 *	34,86 *	0,011 *	0,002 ns	0,01 *	249,61 *		
Erro	48	154,10	636,8	1,88	2,63	6,94	0,005	0,002	0,00	124,63		
Média		84,22	95,87	7,34	9,17	16,49	0,28	0,10	0,38	82,35		
CV %		14,74	26,34	18,71	17,70	15,98	25,63	46,67	28,32	13,56		

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

A BRS MG Realce destacou-se por apresentar o maior peso de mil sementes (313,00 g), seguida pelas linhagens TB 02-24, Pérola, CHC 01175 e GEN P5-4-3-1, a qual de acordo com a estratificação do teste de Scott-Knott foram enquadradas no grupo intermediário (Tabela 3). As demais linhagens apresentaram valores de peso de mil sementes entre 225,00 a 201,70 g, ou seja, de tamanho pequeno segundo a classificação proposta por Blair et al. (2010).

Os valores de “L” observados no tegumento das sementes das linhagens do grupo carioca GEN

P5-4-3-1 e LP 07-80 e da linhagem do grupo manteigão BRS MG Realce não diferiram significativamente das cultivares Pérola e Carioca (Tabela 3). Cultivares de feijão destes grupos que possuem tegumento claro, ou seja, valor de “L” superior a 55, normalmente adquirem maior valor no mercado (RIBEIRO; STORCK; POERSCH, 2008), isto porque o consumidor associa a maior claridade, com colheita recente e cozimento rápido. Portanto, todas as linhagens dos grupos carioca e manteigão avaliadas no presente estudo apresentaram coloração de tegumento das sementes, que atende a demanda do mercado.

Tabela 3. Média* do peso de mil sementes (P1000, g), coloração do tegumento das sementes (valor de “L”), conteúdo de lignina no tegumento (lignina, %), comprimento das sementes (COMP, cm), largura das sementes (LARG, cm), espessura das sementes (ESP, cm), forma das sementes (forma), grau de achatamento das sementes (achatamento), incidência de *Fusarium* sp. (F, %) e de *Macrophomina phaseolina* (M, %) de 16 linhagens de feijão obtidas em cultivo de safra 2011/2012.

Linhagem	P1000	“L”	LIGNINA	COMP	LARG
BRS MG Realce	313,00 a	56,57 b	5,59 e	1,19 a	0,67 b
TB 02-24	272,30 b	29,62 d	6,54 d	1,09 b	0,72 a
Pérola	256,30 b	56,79 b	7,86 c	1,11 b	0,71 a
CHC 01175	248,70 b	55,06 c	8,03 c	1,10 b	0,69 a
GEN P5-4-3-1	247,00 b	58,64 a	6,91 d	1,10 b	0,70 a
GEN Pr 14-2-3	225,00 c	19,87 f	9,71 b	1,06 b	0,68 a
LP 07-80	224,70 c	58,11 a	6,52 d	1,08 b	0,66 b
LP 08-90	223,00 c	20,86 f	12,07 a	1,09 b	0,67 b
CNFP 10104	222,70 c	24,10 e	8,47 c	1,06 b	0,73 a
Carioca	220,70 c	57,90 a	6,20 d	1,07 b	0,65 b
TB 02-07	213,00 c	22,31 f	11,88 a	1,08 b	0,71 a
SM 1810	210,00 c	24,05 e	12,11 a	1,04 b	0,65 b
CHP 986620	209,70 c	21,34 f	11,81 a	1,04 b	0,66 b
BRS Valente	208,70 c	21,81 f	12,05 a	1,08 b	0,69 a
Guapo Brilhante	205,00 c	21,12 f	10,27 b	1,03 b	0,64 b
SM 1107	201,70 c	21,12 f	5,71 e	1,05 b	0,66 b
Média	231,30	35,58	8,86	1,08	0,68
Linhagem	ESP	FORMA	GA	F	M
BRS MG Realce	0,53 b	Oblonga ¹	Semicheia	0,63 a	3,75 ^{ns}
TB 02-24	0,57 a	Elíptica	Semicheia	0,88 a	4,00
Pérola	0,54 b	Elíptica	Semicheia	0,38 b	0,88
CHC 01175	0,51 b	Elíptica	Semicheia	0,00 b	1,63
GEN P5-4-3-1	0,52 b	Elíptica	Semicheia	1,00 a	5,50
GEN Pr 14-2-3	0,52 b	Elíptica	Semicheia	0,13 b	10,38
LP 07-80	0,53 b	Elíptica	Cheia	0,13 b	0,88
LP 08-90	0,47 c	Elíptica	Semicheia	0,00 b	0,25
CNFP 10104	0,50 c	Elíptica	Achatada	0,00 b	1,63
Carioca	0,47 c	Elíptica	Semicheia	0,00 b	0,25
TB 02-07	0,52 b	Elíptica	Semicheia	0,00 b	0,13
SM 1810	0,48 c	Elíptica	Semicheia	0,38 b	1,63
CHP 986620	0,50 c	Elíptica	Semicheia	0,50 a	4,38
BRS Valente	0,45 c	Elíptica	Achatada	0,25 b	2,00
Guapo Brilhante	0,48 c	Elíptica	Semicheia	0,13 b	9,75
SM 1107	0,53 b	Elíptica	Cheia	0,38 b	1,38
Média	0,51			0,29	9,43

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (valor de $p=0,05$);
^{ns} = não significativo.

¹: Oblonga reniforme curta.

As linhagens do grupo preto GEN Pr 14-2-3, LP 08-90, TB 02-07, CHP 986620 e SM 1107 apresentaram valores de “L” similares as cultivares BRS Valente e Guapo Brilhante (Tabela 3). Para esse grupo, a menor claridade é desejável pelo consumidor, pois de acordo com Ribeiro; Possebom; Storck (2003) as cultivares de feijão preto que apresentaram tegumento com valor de “L” inferior a 22 tiveram menor porcentagem de grãos arroxeados e isso foi relacionado com qualidade superior e à necessidade de menor tempo para o cozimento. Das linhagens de feijão preto avaliadas no presente estudo apenas CNFP 10104 e SM 1810 poderão ter alguma restrição para a comercialização devido a maior claridade do tegumento. Valor de “L” de 29,62 foi observado para a linhagem de tegumento vermelho TB 02-24. Para esse grupo de grãos não se encontraram padrões pré-definidos que atendam a demanda dos consumidores de feijão.

O conteúdo de lignina no tegumento das sementes de feijão variou de 5,59 (BRS MG Realce) a 12,11% (SM 1810) (Tabela 3). Quando o conteúdo de lignina foi superior a 5% as sementes de soja foram mais resistentes ao impacto mecânico (PANOBIANCO et al., 1999). De acordo com esse critério, foi possível constatar que todas as linhagens de feijão avaliadas no presente estudo apresentaram resistência ao impacto mecânico. As linhagens LP 08-90, TB 02-07, SM 1810, CHP 986620 e BRS Valente destacaram-se pelo alto conteúdo de lignina, o que acarreta em maior tolerância aos danos mecânicos durante as operações de colheita e beneficiamento.

As linhagens de feijão apresentaram diferenças significativas quanto às medidas de comprimento, largura e espessura das sementes (Tabela 3). A BRS MG Realce apresentou o maior comprimento das sementes, a TB 02-24 a linhagem com maior espessura e as linhagens TB 02-24, Pérola, CHC 01175, GEN P5-4-3-1, GEN Pr 14-2-3, CNFP 10104, TB 02-07 e BRS Valente os maiores valores para a largura das sementes. Diferença significativa para o comprimento, a largura e a espessura das sementes de linhagens de feijão de diferentes grupos comerciais foi descrita previamente por Ribeiro; Mello; Storck (2000) e Soares Júnior et al. (2012). Isso possibilita a identificação de linhagens de feijão com diferenças nas medidas das sementes e a disponibilização de novas cultivares com formas variadas de sementes.

Quanto à forma, a BRS MG Realce apresentou-se como oblonga reniforme curta e o grau de achatamento das sementes classificado como semicheia, de acordo com o critério usado por Carbonell et al. (2010). As demais linhagens caracterizaram-se por apresentar sementes elípticas, variando quanto ao grau de achatamento em semicheia, cheia e achatada. Não foi possível diferenciar as linhagens de feijão dos grupos carioca e preto pelo grau de achatamento das sementes. Isso pode ser justificado pelo fato de que os três graus de achatamento podem ser encon-

trados em sementes de feijão desses grupos comerciais (RIBEIRO; MELLO; STORCK, 2000). Entretanto, a forma elíptica e com padrão de sementes semi-achatadas tem maior aceitação pelos consumidores de feijão carioca e preto no Brasil (CARBONELL et al., 2010).

Na avaliação da sanidade das sementes foram encontrados dois patógenos associados às sementes de feijão *Fusarium* sp. e *Macrophomina phaseolina* (Tabela 3). A maior incidência de *Fusarium* sp. foi observada nas linhagens BRS MG Realce, TB 02-24, GEN P5-4-3-1 e CHP 986620. Como esse fungo tem a capacidade de sobreviver no solo, na forma de clamidósporos, e é disseminado por meio de sementes contaminadas ou infectadas (SILVA et al., 2008), indica-se a utilização de produtos químicos para o tratamento das sementes para as linhagens em que se observou a incidência desse patógeno, como medida preventiva de controle de doenças. Apenas as linhagens CHC 01175, LP 08-90, CNFP 10104, Carioca e TB 02-07 não apresentaram incidência deste patógeno e, portanto, atenderam ao padrão de sanidade de sementes estipulado pelo Grupo Técnico Permanente em Sanidade de Sementes (GTPSS), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que é de tolerância zero para *Fusarium* sp. (MENTEN et al., 2006).

A incidência de *Macrophomina phaseolina* foi constatada em todas as linhagens de feijão. Para esse patógeno a amplitude de variação observada foi de 0,13 (TB 02-07) a 10,38% (GEN Pr 14-2-3), sem que diferenças significativas fossem observadas entre as linhagens (Tabelas 2 e 3). Isso pode ser justificado pelo alto coeficiente de variação (30,23%), o que pode estar associado a uma maior heterogeneidade observada para este patógeno entre as amostras analisadas de um mesmo tratamento. A incidência de *Macrophomina phaseolina* nas sementes de todas as linhagens avaliadas no presente estudo pode ser consequência de problemas de compactação do solo, já que as sementes foram obtidas em área de campo que usa o sistema convencional por mais de 10 anos. Esse fungo é habitante natural dos solos e causa o apodrecimento das raízes e a morte das plantas. A descompactação do solo tem sido utilizada como medida preventiva de controle de *Macrophomina phaseolina* e estudos mostraram que o controle desse patógeno pode ser realizado pelo tratamento de sementes com *Trichoderma* sp. (MENEZES et al., 2004).

Pelos resultados obtidos no teste de germinação (Tabela 4), apenas as linhagens GEN Pr 14-2-3, GEN P5-4-3-1 e Guapo Brilhante não apresentaram o padrão mínimo de 80% de germinação exigido para a comercialização como sementes de feijão (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2005). Para as demais linhagens, a germinação variou de 86 (BRS MG Realce e BRS Valente) a 98% (TB 02-07) (Tabela 4), possibilitando a comercialização de sementes. Diferença

significativa para a germinação de sementes de feijão foi observada entre linhagens (MAIA et al., 2011), cultivares comerciais (SILVA et al., 2008) e cultiva-

res crioulas (COELHO et al., 2010), indicando que é possível selecionar germoplasma de feijão de alta germinação.

Tabela 4. Média* da germinação (G, %), primeira contagem de germinação (PCG, %), envelhecimento acelerado (EA, %), condutividade elétrica (CE, $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), comprimento da parte aérea (CPA, cm), comprimento da raiz (CR, cm), comprimento total das plântulas (CT, cm), massa seca da parte aérea (MSPA, g), massa seca da raiz (MSR, g), massa seca total das plântulas (MST, g) e emergência de plântulas a campo (EMERG, %) de 16 linhagens de feijão obtidas em cultivo de safra de 2011/2012.

Linhagem	G	PCG	EA	CE	CPA	CR
TB 02-07	98 a	97 a	95 a	84,44 ^{ns}	7,67 b	10,71 a
SM 1810	97 a	95 a	92 a	79,78	8,37 a	8,68 b
Carioca	97 a	95 a	94 a	78,82	8,82 a	11,90 a
LP 08-90	97 a	95 a	94 a	104,1	9,04 a	11,25 a
SM 1107	96 a	94 a	91 a	97,48	7,63 b	9,39 a
LP 07-80	96 a	95 a	92 a	104,45	7,62 b	9,69 a
Pérola	93 a	91 a	90 a	80,64	7,28 b	8,48 b
CNFP 10104	93 a	90 a	84 a	79,27	6,10 c	8,00 b
CHC 01175	91 a	89 a	88 a	112,47	6,72 c	10,02 a
TB 02-24	90 a	88 a	87 a	96,53	7,38 b	7,99 b
CHP 986620	89 a	87 a	76 b	106,79	5,61 c	7,97 b
BRS Valente	86 a	84 a	77 b	106,9	9,58 a	10,75 a
BRS MG Realce	86 a	84 a	79 b	97,88	7,47 b	10,27 a
GEN Pr 14-2-3	77 b	73 b	71 b	85,99	4,02 d	4,91 c
GEN P5-4-3-1	75 b	74 b	64 b	117,43	6,28 c	8,29 b
Guapo Brilhante	72 b	72 b	76 b	100,01	7,77 b	8,43 b
Média	90	88	84	95,87	7,34	9,17
Linhagem	CT	MSPA	MSR	MST	EMERG	
TB 02-07	18,32 b	0,28 b	0,13 ^{ns}	0,41 a	92 a	
SM 1810	17,06 b	0,23 b	0,10	0,24 c	85 a	
Carioca	20,73 a	0,35 a	0,10	0,36 b	85 a	
LP 08-90	20,29 a	0,27 b	0,09	0,36 b	88 a	
SM 1107	17,02 b	0,26 b	0,12	0,38 b	84 a	
LP 07-80	17,31 b	0,23 b	0,08	0,31 b	81 a	
Pérola	15,54 c	0,30 a	0,10	0,40 a	93 a	
CNFP 10104	14,10 c	0,25 b	0,06	0,31 b	85 a	
CHC 01175	16,73 b	0,31 a	0,08	0,39 b	76 b	
TB 02-24	15,37 c	0,39 a	0,08	0,47 a	82 a	
CHP 986620	13,58 c	0,29 a	0,14	0,43 a	89 a	
BRS Valente	20,33 a	0,35 a	0,14	0,49 a	71 b	
BRS MG Realce	17,74 b	0,21 b	0,11	0,32 b	89 a	
GEN Pr 14-2-3	8,94 d	0,20 b	0,07	0,27 c	84 a	
GEN P5-4-3-1	14,58 c	0,21 b	0,10	0,31 b	64 b	
Guapo Brilhante	16,2 b	0,31 a	0,11	0,42 a	72 b	
Média	16,49	0,28	0,10	0,38	82	

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (valor de $p=0,05$);
^{ns} = não significativo.

No presente estudo as sementes foram multiplicadas em área homogênea quanto às propriedades físicas e químicas do solo, às variáveis meteorológicas e às técnicas de manejo para, no ano seguinte, produzir as sementes que seriam avaliadas quanto ao padrão e a qualidade de sementes. Essa prática permitiu eliminar o efeito de origem das sementes e

como as condições de cultivo foram uniformes quanto ao solo, condições ambientais e manejo todas as diferenças observadas podem ser atribuídas às diferenças genéticas entre as linhagens avaliadas.

Os resultados relativos ao potencial fisiológico das sementes avaliado pelos testes de vigor de primeira contagem de germinação e de envelheci-

mento acelerado apresentaram resposta semelhante na estratificação da qualidade fisiológica das linhagens de feijão. As linhagens TB 02-07, SM 1810, Carioca, LP 08-90, SM 1107, LP 07-80, Pérola, CNFP 10104, CHC 01175 e TB 02-24 apresentaram maior vigor em ambos os testes (Tabela 4). Esses testes também foram coincidentes na identificação das linhagens de menor vigor, quais sejam: GEN Pr 14-2-3, GEN P5-4-3-1 e Guapo Brilhante. Trabalhos preliminares mostraram que as cultivares de feijão diferiram em relação ao vigor avaliado pelo teste de primeira contagem de germinação (SANTOS; MENEZES; VILLELA, 2005; SILVA et al., 2008) e de envelhecimento acelerado (AVACI et al., 2010; COELHO et al., 2010). No presente estudo, os testes de primeira contagem de germinação e de envelhecimento acelerado foram eficientes para identificar linhagens de feijão com maior qualidade fisiológica de sementes.

Quando o vigor foi avaliado pelo teste de condutividade elétrica não se constataram diferenças significativas entre as linhagens de feijão (Tabelas 2 e 4). Esse resultado é diferente daqueles observados por Santos; Menezes; Villela (2005), Avaci et al. (2010), Binotti et al. (2008), Botelho et al. (2010) e Coelho et al. (2010). Para esses autores, o teste de condutividade elétrica foi eficiente para diferenciar o vigor de lotes de sementes de feijão. Ao que tudo indica, no presente estudo a quantidade de solutos liberados no teste de condutividade elétrica foi semelhante para as linhagens avaliadas, indicando que a integridade das membranas celulares foi similar e, por isso, não foi possível diferenciar os lotes de sementes.

As linhagens de feijão diferiram significativamente em relação ao comprimento das plântulas (parte aérea, raiz e total) (Tabela 4). Os maiores valores de comprimento de parte aérea, de raiz e total das plântulas foram obtidos pelas cultivares Carioca, BRS Valente e LP 08-90. As demais linhagens avaliadas apresentaram superioridade para um ou dois dos comprimentos de plântula ou foram inferiores para as três medidas determinadas. Portanto, a classificação de vigor das linhagens, observada para o teste de comprimento de plântula, não foi concordante com os resultados apresentados pelos testes de primeira contagem de germinação e de envelhecimento acelerado. Santos; Menezes; Villela (2005), de maneira similar, observaram que a estratificação de vigor das cultivares de feijão foi diferente quando se comparou o teste de primeira contagem de germinação e o de comprimento de plântula.

De acordo com os resultados obtidos no teste de massa seca das plântulas, as linhagens de feijão diferiram quanto a massa seca da parte aérea e total (Tabelas 2 e 4). Cinco linhagens destacaram-se para ambos os caracteres, quais sejam: Pérola, TB 02-24,

CHP 986620, BRS Valente e Guapo Brilhante. O teste de massa seca das plântulas, a semelhança do observado para o teste de comprimento das plântulas, apresentou resultados diferentes dos testes de primeira contagem de germinação e de envelhecimento acelerado quanto ao vigor das linhagens. Assim, esses testes não foram eficientes para caracterizar a qualidade fisiológica das linhagens de feijão avaliadas no presente estudo.

Pelo teste de emergência de plântulas a campo as linhagens TB 02-07, SM 1810, Carioca, LP 08-90, SM 1107, LP 07-80, Pérola, CNFP 10104, TB 02-24, CHP 986620, BRS MG Realce e GEN Pr 14-2-3 apresentaram maior vigor (Tabela 4). No entanto, não foram todas as linhagens de feijão classificadas como de alto vigor pelo teste de emergência de plântulas a campo que apresentaram alta germinação. Isso se justifica pelo fato de que o teste de germinação é realizado em condições controladas de ambiente (BRASIL, 2009) e pode superestimar a germinação das sementes em relação à emergência em campo.

As linhagens TB 02-07, SM 1810, Carioca, LP 08-90, SM 1107, LP 07-80, Pérola, CNFP 10104 e TB 02-24 apresentaram alta germinação e alto vigor avaliado pelos testes de primeira contagem, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas a campo. Portanto, o uso destas linhagens em programas de hibridação controlada é indicado para o desenvolvimento de novas cultivares de feijão de alta qualidade fisiológica de sementes.

Estimativa de correlação positiva e de alta magnitude foi observada entre a emergência de plântulas a campo e a germinação ($r = 0,650$), a primeira contagem de germinação ($r = 0,600$), o envelhecimento acelerado ($r = 0,793$) e a condutividade elétrica ($r = 0,635$) (Tabela 5). Entretanto, esperava-se que a correlação entre o teste de emergência de plântulas a campo e a condutividade elétrica fosse negativa, pois quanto maior a condutividade elétrica menor a qualidade das sementes. Esse comportamento pode ser justificado pelo fato das sementes apresentarem características diferentes no que se refere ao tamanho e a coloração, o que pode ter influenciado no valor da leitura. Alizaga et al. (1990), quando avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de feijão da cultivar Rio Tibagi, também observaram estimativas de correlação de magnitude similar entre a emergência de plântulas a campo e a germinação, a primeira contagem de germinação e o envelhecimento acelerado. No presente estudo foi possível constatar que a seleção de linhagens de feijão com os maiores valores de germinação, de primeira contagem de germinação e de envelhecimento acelerado foi eficiente para a identificação de linhagens com maior percentual de emergência de plântulas a campo.

Tabela 5. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres emergência de plântulas a campo (EMERG), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), comprimento total das plântulas (CT) e massa seca total das plântulas (MST) de linhagens de feijão obtidas em cultivos de safra 2011/2012.

	G	PCG	EA	CE	CT	MST
EMERG	0,650 *	0,600 *	0,793 *	0,635 *	0,013 ^{ns}	0,087 ^{ns}
G		0,993 *	0,903 *	-0,396 ^{ns}	0,504 *	0,185 ^{ns}
PCG			0,912 *	-0,345 ^{ns}	0,552 *	0,205 ^{ns}
EA				-0,438 ^{ns}	0,589 *	0,192 ^{ns}
CE					0,079 ^{ns}	0,213 ^{ns}
CT						0,355 ^{ns}

*Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade. ^{ns}: não significativo.

Alta associação também foi observada entre os testes de germinação e de primeira contagem de germinação ($r = 0,993$), germinação e envelhecimento acelerado ($r = 0,903$) e primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado ($r = 0,912$). Portanto, esses testes geraram informações similares, embora de acordo com Matthews et al. (2012) tenham diferido na maneira de avaliar a qualidade fisiológica das sementes. Assim, para caracterizar o vigor de sementes de feijão é possível usar o teste de primeira contagem de germinação ou o teste de envelhecimento acelerado. Como este apresentou maior estimativa de correlação com a emergência de plântulas a campo, o programa de melhoramento pode usá-lo para identificar as linhagens com vigor superior. Além disso, há relatos de que em sementes de feijão com qualidade semelhante no teste de germinação foi possível diferenciar níveis distintos de qualidade pelo teste de envelhecimento acelerado (BERTOLIN; SÁ; MOREIRA, 2011).

CONCLUSÕES

As linhagens de feijão diferem quanto ao padrão de tegumento, a qualidade sanitária e fisiológica de sementes.

A seleção indireta pela germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado é eficiente para a identificação de linhagens de feijão com maior percentual de emergência de plântulas a campo.

A seleção das linhagens TB 02-07, SM 1810, Carioca, LP 08-90, SM 1107, LP 07-80, Pérola, CNFP 10104 e TB 02-24 é recomendada para uso em programas de hibridação dirigida para o desenvolvimento de novas cultivares de feijão de alta qualidade fisiológica de sementes.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 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.

REFERÊNCIAS

ALIZAGA, R. et al. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência a campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 12, n. 2, p. 44-58, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS – ABRASEM. **Estatísticas**. Brasília: ABRASEM, 2012. 23 p. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/category/estatisticas>>. Acesso em: 8 jan. 2012.

AVACI, A. B. et al. Qualidade fisiológica de sementes de feijão envelhecidas em condições de alta temperatura e umidade relativa. **Publicações UEPG Ciências Exatas Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 16, n. 1, p. 33-38, 2010.

BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; MOREIRA, E. R. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 104-112, 2011.

BINOTTI, F. F. S. et al. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.

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**, New York, v. 121, n. 2, p. 237-248, 2010.

BOTELHO, F. J. E. et al. Desempenho fisiológico de

- sementes de feijão colhidas em diferentes períodos do desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 900-907, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, Mapa/ACS, 2009. 395 p.
- CARBONELL, S. A. M. et al. Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2067-2073, 2010.
- CAPELETI, I. et al. A new procedure for quantification of lignin in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed coat and their relationship with the resistance to mechanical damage. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 33, p. 511-515, 2005.
- COELHO, C. M. M. et al. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p.97-105, 2010.
- CRUZ, C. D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013
- KRZYZANOSWIKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. 1999. 218 p.
- MAIA, L. G. S. et al. Variabilidade genética associada à germinação e vigor de sementes de linhagens de feijoeiro comum. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 361-367, 2011.
- MATTHEWS, S. et al. Evaluation of seed quality: from physiology to internal standardization. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 22, supplement S1, p. S69-S73, 2012.
- MENEZES, M. et al. Biocontrole de *Macrophomina phaseolina* com espécies de *Trichoderma* aplicadas no tratamento de sementes de feijão no solo. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 1, n. 1, p. 133 - 140, 2004.
- MENTEN, J. O. M. et al. Qualidade das sementes de feijão no Brasil. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 22-27, 2006.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Padrões para produção e comercialização de sementes de soja**. Anexo XII. Brasília: MAPA, 2005. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/padroes_soja.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2012.
- PANOBIANCO, M. et al. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n. 3, p. 945-949, 1999.
- RIBEIRO, N. D.; MELLO, R. M.; STORCK, L. Variabilidade e interrelações das características morfológicas das sementes de grupos comerciais de feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 3, p. 213-217, 2000.
- RIBEIRO, N. D.; POSSEBOM, S. B.; STORCK, L. Progresso genético em caracteres agronômicos no melhoramento do feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 629-633, 2003.
- RIBEIRO, N. D.; STORCK, L.; POERSCH, N.L. Classificação de lotes comerciais de feijão por meio da claridade do tegumento dos grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 2042-2045, 2008.
- RIBEIRO, N. D. et al. Desempenho agrônômico e qualidade de cozimento de linhagens de feijão de grãos especiais. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 92-100, 2014.
- SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 1, p.104-114, 2005.
- SILVA, G. C. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do estado de Goiás. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 29-34, 2008.
- SOARES JÚNIOR, M. S. et al. Características físicas, químicas e sensoriais de feijões crioulos orgânicos, cultivados na região de Goiânia-GO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 3, p.109-118, 2012.
- STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**, 2.ed. Santa Maria: ED. UFSM, 2006, 198 p.