

# SELEÇÃO DE LINHAGENS DE FEIJOEIRO-COMUM CARIOCA COM ARQUITETURA ERETA E ESCURECIMENTO LENTO DE GRÃOS

## SELECTION OF CARIOCA COMMON BEAN LINES WITH ERECT ARCHITECTURE AND SLOW DARKENING OF GRAINS

Fabiana R. Mendonça<sup>1</sup>; Fernanda C. Silva<sup>2</sup>; Helton S. Pereira<sup>3\*</sup>; Patrícia G. S. Melo<sup>4\*\*</sup>; Renata C. Alvares<sup>2</sup>; Leonardo C. Melo<sup>5</sup>; Luís C. Faria<sup>5</sup>; Thiago L. P. O. Souza<sup>5</sup>; José A. A. Moreira<sup>5</sup>; José L. C. Díaz<sup>6</sup>; Antônio F. Costa<sup>7</sup>; Maurício Martins<sup>8</sup>; Hélio W. L. Carvalho<sup>9</sup>; Israel A. Pereira Filho<sup>10</sup>; Válder M. Almeida<sup>11</sup>

**Introdução.** O feijão é cultivado praticamente em todo território nacional, devido à sua ampla adaptação às diversas condições climáticas. Segundo a FAO (2012) o Brasil é o terceiro maior produtor de feijão, responsável por 14 % da produção mundial, ficando atrás da Índia (18 %) e Myanmar (19 %). O consumo médio per capita dos brasileiros é 17 kg/ano. O processo de comercialização do feijão passa por classificação, embalagem, transporte e armazenamento, em que os padrões de qualidade estão estabelecidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Durante o período de armazenamento, ocorre o escurecimento do tegumento dos grãos, característica que é avaliada durante a classificação do produto, podendo levar à sua depreciação no mercado. Os consumidores têm preferência por feijões de cor clara, pois o escurecimento do grão é associado ao envelhecimento do produto, maior tempo de cocção e baixa palatabilidade (Lopes, 2011). Existem pesquisas que associam o escurecimento do grão à presença de fenóis, sendo que a rapidez com que ocorrem as reações está associada ao genótipo. Para obtenção de cultivares com escurecimento lento dos grãos é importante que este fenótipo esteja associado a outros de interesse agrônomo, como exemplo arquitetura de planta e produtividade. Entre as linhagens que apresentam escurecimento lento, merece destaque a BRSMG Madrepérola. Entretanto, essa linhagem apresenta arquitetura de plantas prostrada. Como o feijoeiro-comum é cultivado em diversas condições agroclimáticas, além da obtenção de linhagens com essas características associadas, também é necessário avaliar sua interação com ambiente. Existem vários estudos que comprovam a interação dos genótipos com ambientes para produtividade dos grãos (Torga et al., 2013 e Pereira et al., 2013), porém as existem poucos relatos associando escurecimento de grãos, a arquitetura de plantas e produtividade. O objetivo desse trabalho foi identificar linhagens com escurecimento lento dos grãos, que associem arquitetura ereta e alta produtividade de grãos e verificar o efeito do ambiente no escurecimento dos grãos.

**Material e Métodos.** Foram avaliadas 44 linhagens, selecionadas a partir de estudos anteriores, oriundas de cruzamentos entre a cultivar BRSMG Madrepérola (com escurecimento lento dos grãos e arquitetura prostrada) e as cultivares BRS Estilo, BRS Cometa, BRS Notável e CNFC 10429 (escurecimento normal dos grãos e arquitetura ereta). Também foram utilizados os cinco genitores como testemunhas. Os ensaios foram conduzidos na safra de inverno/2013 em três locais em diferentes estados: Sete Lagoas-MG, Anápolis-GO e Cáceres-MT. O delineamento utilizado foi um látice triplo 7 x 7 com parcelas de duas linhas de 3 metros, visando reduzir a heterogeneidade ambiental dentro dos blocos. As linhagens foram avaliadas quanto à arquitetura, escurecimento do

<sup>1</sup>Mestranda, Genética e Melhoramento de Plantas, UFG, Goiânia, Goiás, Brasil. fr.mendonca@yahoo.com.br;

<sup>2</sup>Doutorandas, Genética e Melhoramento de Plantas, UFG, Goiânia, Goiás, Brasil. eng.fernanda09@gmail.com; renatalvares08@hotmail.com;

<sup>3</sup>Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Ant. de Goiás, Goiás, Brasil. helton.pereira@embrapa.br, \* Orientador;

<sup>4</sup>Docente, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. pgsantos@gmail.com, \*\*Co-orientadora;

<sup>5</sup>Pesquisadores, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Ant. de Goiás, Goiás, Brasil. leonardo.melo@embrapa.br; luis.faria@embrapa.br; thiago.souza@embrapa.br; jaloisio@cnpaf.embrapa.br;

<sup>6</sup>Analista, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Ant. de Goiás, Goiás, Brasil. cabreira@embrapa.br;

<sup>7</sup>Pesquisador, Instituto Agrônomo de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. felix.antonio@ipa.br;

<sup>8</sup>Docente, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. mmartins@umarama.ufu.br;

<sup>9</sup>Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe, Brasil. helio.carvalho@embrapa.br;

<sup>10</sup>Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. israel@cnpms.embrapa.br;

<sup>11</sup>Pesquisador, Empaer, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. empaperpd@terra.com.br;

grão e produtividade (Melo, 2009). A arquitetura de planta foi avaliada por escalas de notas de 1 a 9, sendo 1 para plantas de arquitetura ereta e 9 para plantas de arquitetura prostrada. O escurecimento dos grãos foi avaliado aos 90 dias após a colheita, por meio de escalas de notas variando de 1-grãos claros a 5-grãos escuro, conforme metodologia adotada por Silva (2007). Inicialmente foram realizadas análises de variância individuais para cada característica em cada um dos ensaios e, posteriormente, foram realizadas análises conjuntas agrupando-se os experimentos, observando-se a homogeneidade das variâncias, por meio da relação 7:1 dos quadrados médios residuais, conforme relatado por Pimentel-Gomes (2000). Para os testes de comparação entre médias foi utilizado o método Scott-Knott, a 10% de probabilidade.

**Resultados e Discussão.** As análises individuais apresentaram coeficientes de variação (CV) abaixo de 25%, indicando boa precisão experimental, conforme as normas estabelecidas para Registro Nacional de Cultivares (RNC). O delineamento látice foi eficiente (EF) na maioria das análises. Houve diferença significativa entre as linhagens em todos ambientes avaliados (Tabela 1), para arquitetura (ARQ), escurecimento (ESCUR) e produtividade (PROD), comprovando a variabilidade genética dessas linhagens. As análises de variância conjuntas também mostraram diferenças entre as linhagens, confirmando a diferença genética e também entre os ambientes, mostrando que os ambientes foram diferentes (Tabela 2). Também foi detectada presença de interação genótipos x ambientes para todos os caracteres. Resultados semelhantes têm sido relatados na literatura, para esses caracteres: Torga et al. (2013) para produtividade de grãos; Pereira et al. (2013) para produtividade e arquitetura; Silva et al. (2012) e Junk-Knievel et al. (2007) para o escurecimento dos grãos. Considerando as médias das linhagens (Tabela 3), 84% das linhagens apresentaram grãos claros após o armazenamento (notas inferiores a 3, considerando o teste de agrupamento), ou seja, 37 possuem escurecimento lento dos grãos. As linhagens CNFC 16871, CNFC 16697, CNFC 16709 e CNFC 16754 apresentaram as melhores notas para escurecimento lento dos grãos, juntamente com BRSMG Madrepérola, testemunha com melhor desempenho para essa característica. A arquitetura ereta de plantas reduz a perda durante a colheita mecânica e evita que as vagens fiquem em contato com o solo, o que causa deterioração da qualidade comercial dos grãos. Com relação à arquitetura de plantas, as testemunhas BRS Estilo, CNFC 10429, BRS Cometa e BRS Notável foram as mais eretas. As linhagens CNFC 16857, CNFC 16831 e CNFC 16793 apresentaram arquitetura semelhante às melhores testemunhas. Outras 15 linhagens apresentaram arquitetura intermediária, sendo superiores à BRSMG Madrepérola. Com relação à produtividade de grãos, 23 linhagens apresentaram desempenho semelhante ao das melhores testemunhas, BRS Estilo e BRSMG Madrepérola. Considerando os três caracteres em conjunto, as linhagens CNFC 16709, CNFC 16754, CNFC 16866, CNFC 16694, CNFC 16862, CNFC 16877 e CNFC 16876 apresentaram escurecimento lento, arquitetura ereta e alta produtividade e, portanto, tem maior potencial de se tornarem cultivares.

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância individuais dos ensaios com 49 linhagens de feijoeiro-comum, conduzidos em Anápolis-GO (A), Cáceres-MT (B) e Sete Lagoas-MG (C), na safra de inverno/2013, para a arquitetura de plantas (ARQ), escurecimento de grãos (ESCUR) e produtividade (PROD)(kg ha<sup>-1</sup>).

Local	ARQ				ESCUR				PROD			
	P	MÉD	CV	EF	P	MÉD	CV	EF	P	MÉD	CV	EF
A	0,0010 **	4,54	12	121	0,0000 **	2,70	17	95	0,0182 **	3.339	21	100
B	0,0028 **	5,59	11	108	0,0000 **	2,89	16	103	0,0181 **	1.562	19	107
C	-	-	-	-	0,0000 **	2,65	16	100	0,2109 *	4.722	11	109

P: Probabilidade; MÉD: Média geral do ensaio; CV: Coeficiente de variação (%); EF: Eficiência do látice.

**Tabela 2.** Resumo das análises de variância conjuntas dos ensaios com 49 linhagens de feijoeiro-comum, conduzidos em Anápolis-GO, Cáceres-MT e Sete Lagoas-MG, na safra de inverno/2013, para a arquitetura de plantas (ARQ), escurecimento de grãos (ESCUR) e produtividade (PROD)(kg ha<sup>-1</sup>).

Caráter	FV	GL	QM	F	P
ARQ	Linhagens	48	0,8949	2,80	0,000
	Ambientes	1	79,6224	249,46	0,000
	T X A	48	0,9294	2,91	0,000
	Erro Efetivo Médio	156	0,3192		
ESCUR	Tratamento	48	4,4572	21,93	0,000
	Ambiente	2	2,3333	11,48	0,000
	T X A	96	0,4299	2,11	0,000
	Erro Efetivo Médio	234	0,2032		
PROD	Tratamento	48	717456	2,52	0,000
	Ambiente	2	369019006	1300,07	0,000
	T X A	96	578163	2,03	0,000
	Erro Efetivo Médio	234	283843		

FV: Fonte de variação; GL: Graus de Liberdade; QM: Quadrado médio; F: Valor do teste F; P: Probabilidade.

**Tabela 3.** Médias das 49 linhagens de feijoeiro-comum para a arquitetura de plantas (ARQ), escurecimento de grãos (ESCUR) e produtividade (PROD)(kg ha<sup>-1</sup>).

Linhagem	ESCUR <sup>(*)</sup>	ARQ <sup>(*)</sup>	PROD <sup>(*)</sup>	Linhagem	ESCUR <sup>(*)</sup>	ARQ <sup>(*)</sup>	PROD <sup>(*)</sup>
CNFC 16871	1,88 a	4,88 b	3.145 b	CNFC 16690	2,66 c	5,09 c	2.820 b
CNFC 16697	2,00 a	5,62 c	3.427 a	CNFC 16788	2,67 c	5,36 c	3.493 a
CNFC 16709	2,02 a	4,87 b	3.279 a	CNFC 16843	2,69 c	5,29 c	2.816 b
BRSMG							
Madrepérola	2,02 a	5,32 c	3.408 a	CNFC 16724	2,79 c	5,07 c	2.998 b
CNFC 16754	2,10 a	4,91 b	3.280 a	CNFC 16862	2,80 c	4,85 b	3.364 a
CNFC 16757	2,20 b	5,08 c	3.476 a	CNFC 16820	2,80 c	5,07 c	3.224 a
CNFC 16778	2,21 b	5,28 c	3.489 a	CNFC 16827	2,97 d	5,61 c	2.863 b
CNFC 16772	2,23 b	5,51 c	3.729 a	CNFC 16877	2,98 d	4,78 b	3.288 a
CNFC 16866	2,33 b	4,95 b	3.259 a	CNFC 16692	3,00 d	5,75 c	2.681 b
CNFC 16702	2,33 b	5,52 c	2.959 b	CNFC 16876	3,01 d	5,00 b	3.343 a
CNFC 16838	2,34 b	5,48 c	3.162 b	CNFC 16826	3,01 d	4,97 b	3.157 b
CNFC 16763	2,34 b	5,36 c	3.175 b	CNFC 16852	3,12 d	5,21 c	3.010 b
CNFC 16729	2,34 b	5,54 c	3.251 a	CNFC 16846	3,35 e	5,26 c	3.683 a
CNFC 16902	2,35 b	4,66 b	3.187 b	CNFC 16793	3,42 e	4,61 a	3.355 a
CNFC 16857	2,35 b	4,45 a	2.475 b	CNFC 16819	3,44 e	4,96 b	3.126 b
CNFC 16761	2,42 b	4,91 b	2.920 b	CNFC 16830	3,45 e	5,14 c	3.476 a
CNFC 16726	2,45 b	5,19 c	2.898 b	CNFC 16849	3,56 e	4,93 b	3.487 a
CNFC 16694	2,47 b	4,88 b	3.864 a	CNFC 16722	3,56 e	5,32 c	3.329 a
CNFC 16831	2,54 c	4,40 a	3.068 b	CNFC 16832	3,65 e	4,92 b	3.616 a
CNFC 16881	2,55 c	5,26 c	2.941 b	CNFC 16760	3,99 f	5,33 c	3.249 a
CNFC 16872	2,55 c	5,58 c	3.363 a	BRS Estilo	3,99 f	4,16 a	3.587 a
CNFC 16741	2,57 c	5,15 c	3.033 b	CNFC 10429	4,11 f	4,26 a	3.164 b
CNFC 16713	2,57 c	5,39 c	2.760 b	BRS Notável	4,88 g	4,23 a	3.144 b
CNFC 16775	2,65 c	5,49 c	3.278 a	BRS Cometa	5,00 g	4,47 a	3.154 b
CNFC 16747	2,65 c	4,85 b	2.930 b				

<sup>(\*)</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Scott-Knott a 10% de probabilidade).

**Conclusão.** A interação genótipos x ambientes é importante para o escurecimento dos grãos, produtividade e arquitetura de plantas em feijoeiro-comum. As linhagens CNFC 16709, CNFC 16754, CNFC 16866, CNFC 16694, CNFC 16862, CNFC 16877 e CNFC 16876 apresentam escurecimento lento, arquitetura ereta e alta produtividade, e, portanto, tem maior potencial de se tornarem cultivares.

**Agradecimentos.** À Capes, pela concessão de bolsa à primeira e segunda autoras. Ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora ao terceiro, quarto e sexto autores. A Embrapa Arroz e Feijão e ao CNPq pelo financiamento desta pesquisa.

### **Referências.**

FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação). **Production Yearbook**. 2012. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 05 maio 2014.

JUNK-KNIEVEL, D. C.; VANDENBERG, A.; BETT, K. E. An accelerated post-harvest seed coat darkening protocol for pinto beans grown across different environments. **Crop Science**, Madison, v. 47, p. 694-702, 2007.

LOPES, L. R. T. **Características tecnológicas de genótipos de feijoeiro em razão de épocas de cultivo e períodos de armazenamento**. 2011. 64 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)-Instituto Agrônômico, Campinas, 2011.

MELO, L. C. (Ed.) **Procedimentos para condução de ensaios de valor de cultivo e uso em feijoeiro-comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 104p. (Embrapa Arroz e Feijão, Série Documentos, 239)

PEREIRA, H. S.; COSTA A. F da.; MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L. C.de.; WENDLAND, A. Interação entre genótipos de feijoeiro e ambientes no Estado de Pernambuco: estabilidade, estratificação ambiental e decomposição da interação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2603-2614, 2013.

PIMENTEL-GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. São Paulo: Nobel, 2000. 466p.

SILVA, F. de C. **Potencial genético de populações segregantes de feijoeiro-comum para escurecimento e cocção dos grãos**. 2012. 104 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

SILVA, G. S. **Controle genético do escurecimento precoce de grãos de feijão tipo carioca**. 2007. 52 p. Dissertação (Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

TORGA, P. P.; MELO, P. G. S.; PEREIRA, H. S.; FARIA, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C. Interaction of common bean cultivars of the black group with years, locations and sowing seasons. **Euphytica**, Wageningen, v. 189, n. 2, p. 239-248, 2013.