

DESEMPENHO AGRONÔMICO, NUTRICIONAL E TECNOLÓGICO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO DO GRUPO CARIOCA

Guilherme Pozzato Francisco de Souza ¹, Taynara Tuany Borges Valeriano ²,
Fábio Luiz Checchio Mingotte ³, Leandro Borges Lemos ⁴

Resumo - Neste trabalho objetivou-se avaliar genótipos de feijoeiro do grupo comercial carioca, quanto às características agronômicas, nutricionais e tecnológicas, na safra inverno-primavera. O trabalho foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), em Jaboticabal-SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 17 tratamentos, constituídos por genótipos de feijoeiro (Pérola, BRS Cometa, IPR Juriti, BRS Estilo, CNFC 10429, CNFC 11944, CNFC 11945, CNFC 11946, CNFC 11948, CNFC 11951, CNFC 11952, CNFC 11953, CNFC 11954, CNFC 11956, CNFC 11959, CNFC 11962 e CNFC 11966), provenientes da Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, com três repetições. O genótipo CNFC 11962 mostrou-se promissor, uma vez apresentou elevado desempenho produtivo igualando-se em produtividade de grãos a cultivar IPR Juriti de alto potencial produtivo. Quanto à qualidade tecnológica, o genótipo CNFC 11962 se destacou, juntamente com a cultivar Pérola, devido sua renda de beneficiamento, destacando-se como linhagem promissora, podendo ser utilizada futuramente nos programas de melhoramento.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., componentes de produção, produtividade de grãos, proteína bruta, tecnologia de grãos.

¹ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador. Centro de Pesquisa Mokiti Okada - Estrada Municipal Camaquã, s/nº - Rodovia SP 191, Km 82 – Rural 13537000 - Ipeúna, SP - Brasil. E-mail: guilherme.souza@cpmo.org.br

² Engenheira Agrônoma, Doutoranda. Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV). Jaboticabal-SP. E-mail: taynarabvaleriano@gmail.com

³ Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor. Centro Universitário de Bebedouro - UNIFAFIBE. Rua Prof. Orlando França de Carvalho, 325 Bebedouro-SP. CEP 14.701-070. E-mail: flcmingotte@gmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Professor Assistente Doutor. Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV). Jaboticabal-SP. E-mail: leandrobl@fcav.unesp.br

AGRONOMIC, NUTRITIONAL AND TECHNOLOGICAL PERFORMANCE OF COMMON BEAN GENOTYPES OF THE CARIOCA GROUP

Abstract - The aim of this study was to evaluate the performance of bean genotypes Carioca commercial group, about the agronomic, nutritional and technological grown in the winter-spring in Jaboticabal-SP, at UNESP. The experimental design was randomized blocks with 17 treatments and three repetitions. The treatments consisted of the following genotypes of beans: Pérola, BRS Cometa, IPR Juriti, BRS Estilo, CNFC 10429, CNFC11944, CNFC 11945, CNFC 11946, CNFC 11948, CNFC 11951, CNFC 11952, CNFC 11953, CNFC11954, CNFC 11956, CNFC 11959, CNFC 11962 and CNFC 11966. The genotype CNFC 11962 showed promise, once it presented high productive performance, matched in productivity of grains to cultivar IPR Juriti with high productive potential. As for the technological quality, genotype CNFC 11962 stood out, together with the cultivar Pérola, due to its beneficiation income, standing out as a promising lineage, being able to be used in future breeding programs.

Key-words: *Phaseolus vulgaris* L., yield components, grain yield, crude protein, grain technology.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum é a espécie mais cultivada no mundo entre as demais do gênero *Phaseolus*. 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. O cultivo de feijão carioca, aqueles cujos grãos apresentam tegumento bege com estrias marrons, corresponde a 70% da produção de feijão no Brasil. Segundo a CONAB (2014), a produção nacional de feijão deverá alcançar 3,53 milhões de toneladas, 25,8% maior que a última safra. Segundo Farinelli e Lemos (2010) o feijoeiro apresenta uma baixa produtividade ao nível nacional, 850 kg ha⁻¹, porém este vem sendo explorado em uma diversidade de sistemas de produção em diferentes agroecossistemas, obtendo-se produtividades superiores a 3.000 kg ha⁻¹, principalmente nos cultivos irrigados, associado à utilização em maior quantidade de insumos agrícolas e em função da disponibilidade de cultivares com potencial produtivo acima de 4.000 kg ha⁻¹. Santana et al. (2014) obtiveram produtividades de até 4.597 kg ha⁻¹ com cultivares e níveis de reposição de água no solo, em Uberaba-MG.

No Brasil, além de ser uma cultura de grande importância sócio-econômica, o feijão é um alimento muito importante, especialmente por ser uma fonte protéica e energética de menor custo quando comparado com os produtos de origem animal (PERINA et al., 2014), apresentando ainda elevado teor de lisina, fibra, ferro, alto conteúdo de carboidratos e presença de vitaminas do complexo B (LAJOLO et al., 1996).

Ao considerar o feijão como alimento funcional, os programas de melhoramento estão voltados à obtenção de grãos de acordo com a preferência do mercado consumidor, destacando-se o menor tempo para o cozimento, alta capacidade de hidratação, quantidade e qualidade protéica (RAMALHO; ABREU, 2006). Segundo Dalla Corte et al. (2003) a qualidade tecnológica e nutricional do feijão recebe a influência do genótipo e da interação genótipo e ambiente que ocorre durante o desenvolvimento da planta e dos grãos. Portanto fatores como, clima, práticas de cultivo, condições de nas características culinárias do feijão. Porém segundo Ramos Junior et al. (2005), mesmo com excelentes características nutricionais, o consumo de feijão tem diminuído, tendo como possíveis causas o menor tempo disponível para o preparo das refeições. Contudo se faz necessário a identificação precoce de linhagens e cultivares de feijão com menor tempo para cozimento. Garcia-Vela e Stanley (1989); Lemos et al. (2004) utilizam a capacidade de hidratação dos grãos para verificar tal ocorrência, dado o possível relacionamento entre esses parâmetros, o que tem sido contestado por vários autores (CARBONELL et al., 2003; RODRIGUES et al., 2005b).

Vários trabalhos na literatura vêm demonstrando resultados importantes sobre as características tecnológicas e nutricionais de grãos feijoeiro. Farinelli e Lemos (2010), ao avaliarem o desempenho agrônomo de vinte e quatro genótipos de feijoeiro pertencentes ao grupo comercial carioca, em duas épocas de cultivo, safra da “seca” e das “águas” verificaram que os genótipos Gen 96S28-P7-1-1-1-1, Pérola, OP-S-16, OP-NS-331, Gen 96A28-P4-1-1-1-1 e CNFC 8065 apresentaram maiores produtividades de grãos em relação aos demais, com valores de 4.230 a 5.500 kg ha⁻¹.

Os principais parâmetros que norteiam as características tecnológicas dos grãos de feijão são o tamanho, formato e coloração do tegumento; conteúdo proteico e o balanço em aminoácidos de sua proteína; tempo de cozimento e a capacidade de hidratação, sendo determinados pelo genótipo e influenciados pelo efeito do ambiente durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. No entanto ocorre influência do ambiente e da interação genótipo x ambiente nos caracteres relacionados com a qualidade nutricional de grãos do feijoeiro (DALLA CORTE et al., 2003; CARBONELL et al., 2003;

LEMOS et al., 2004; RAMOS JUNIOR et al., 2005). Segundo Ribeiro et al. (2014), devido a interação genótipo x ambiente a seleção dos caracteres que conferem alto desempenho agrônômico e reduzido tempo de cozimento em feijão deve ser realizada em maior número de ambiente.

Mingotte et al. (2013) avaliaram o desempenho de 17 genótipos do grupo comercial carioca, quanto às características agrônômicas, nutricionais e tecnológicas, cultivados na época de inverno-primavera, e o genótipo que se mostrou promissor foi o CNFC 10716, pois além do elevado desempenho produtivo equivalente a 3.028 kg ha⁻¹, suas características tecnológicas foram satisfatórias, apresentando teor de proteína bruta de 23,1 g kg⁻¹, 17 minutos de tempo de cozimento e a relação de hidratação foi de 1,96.

Objetivou-se avaliar genótipos de feijoeiro do grupo comercial carioca, quanto às características agrônômicas, nutricionais e tecnológicas, cultivados no período de inverno-primavera, visando obter informações referentes à capacidade produtiva e a qualidade pós-colheita do feijão cultivado nessa época.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal-SP (UNESP), situada na latitude de 21° 15' 22" S e longitude de 48° 18' 58" W, com altitude média de 565 metros acima do nível do mar, em Latossolo Vermelho eutroférico. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca de inverno.

Os resultados da análise química do solo, obtidos antes da instalação do experimento, na profundidade de 0-20 cm, foram: 103 mg dm⁻³ de P (resina); 22 g kg⁻¹ de M. O.; 5,0 de pH (Ca Cl₂); 4,7 mmol_c dm⁻³ de K; 30 mmol_c dm⁻³ de Ca; 14 mmol_c dm⁻³ de Mg; 38 mmol_c dm⁻³ de H+Al; 86,7 mmol_c dm⁻³ de CTC e 56 de V%.

A semeadura do feijoeiro foi realizada em 10 de agosto de 2009; definida como inverno – primavera (PAULA JUNIOR et al., 2007); distribuindo manualmente 12 sementes por metro de sulco. Quanto às necessidades hídricas do sistema solo-planta utilizou-se o sistema de irrigação do tipo aspersão convencional.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 17 tratamentos, constituídos por genótipos de feijoeiro, provenientes da Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, com três repetições. Os genótipos de feijão utilizados foram: Pérola, BRS Cometa, IPR Juriti, BRS Estilo, CNFC 10429, CNFC

11944, CNFC 11945, CNFC 11946, CNFC 11948, CNFC 11951, CNFC 11952, CNFC 11953, CNFC 11954, CNFC 11956, CNFC 11959, CNFC 11962 e CNFC 11966. Cada parcela experimental foi formada por quatro linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas em 0,45 m. A área útil foi formada pelas duas linhas centrais, eliminando-se 0,50 m das extremidades de cada linha.

Por ocasião da colheita do feijoeiro foram coletadas dez plantas na área útil para a determinação dos componentes de produção, determinando assim o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e a massa de 100 grãos. A produtividade de grãos, expressa em kg ha^{-1} , foi obtida pelo arranquio manual das plantas presentes na área útil de cada parcela e posterior trilha mecânica, corrigindo-se a umidade para a $0,13 \text{ kg}^{-1}$ em base úmida.

Após a colheita, amostras de grãos de cada unidade experimental foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas por 60 dias em câmara seca sob temperatura de 25°C e umidade relativa de 35 a 40%. Após esse período foram realizadas as avaliações referentes as características tecnológicas e nutricionais dos grãos, tais como renda de beneficiamento, teor de proteína bruta, tempo para cozimento e capacidade de hidratação.

Para a determinação da renda de beneficiamento (%) os grãos colhidos foram classificados em tamanho pela passagem em conjunto de peneiras de crivos oblongos $11/64'' \times 3/4$ ($4,37 \times 19,05 \text{ mm}$) e $12/64'' \times 3/4$ ($4,76 \times 19,05 \text{ mm}$) em agitação por um minuto.

O teor de proteína bruta nos grãos foi determinado por meio do cálculo $\text{PB} = \text{N total} \times 6,25$, onde PB = teor de proteína bruta nos grãos (%) e N total = teor de nitrogênio total nos grãos, obtido de acordo com a metodologia proposta por SARRUGE e HAAG (1974), sendo os dados obtidos transformados para g kg^{-1} .

O tempo para cozimento, expresso em minutos, foi determinado com o auxílio do cozedor de Mattson, com água mantida em nível constante e temperatura de 96°C . De posse dos dados, adotou-se a escala de Proctor e Watts (1987) para verificar o nível de resistência ao cozimento, sendo representado por: tempo inferior a 16 minutos como muito suscetível ao cozimento, de 16 a 20 minutos como suscetibilidade média ao cozimento, de 21 a 29 minutos como resistência normal ao cozimento, de 29 a 32 minutos como resistência média ao cozimento, de 33 a 36 minutos como muito resistente ao cozimento.

A capacidade de hidratação dos grãos foi determinada por meio da metodologia descrita por Farinelli e Lemos (2010). Durante um tempo de 12 horas foram feitas avaliações do volume de água não absorvido pelos grãos, vertendo-a do béquer para a proveta, em intervalos de meia hora nas primeiras quatro horas e de uma hora nas oito horas restantes. Ao final do tempo previsto para a hidratação a água foi totalmente drenada e os grãos pesados. A relação de hidratação foi determinada como sendo a razão entre a massa após a hidratação e a massa inicial dos grãos. Também foi realizado o estudo de regressão polinomial entre o tempo (horas) e a capacidade de hidratação (mL), visando determinar o tempo necessário para que ocorresse a máxima hidratação dos grãos de feijão. Durante a condução do teste a temperatura da água foi de 25°C.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o teste F ($p < 0,05$) e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados referentes ao número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos evidenciou diferenças estatísticas entre os genótipos avaliados. (Tabela 1). Quanto à precisão experimental do respectivo trabalho, por meio dos resultados do coeficiente de variação (CV), foram obtidos valores de 9,18 %, 5,85%, 4,75% e 7,43% para número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade, respectivamente. Esses valores se encontram dentro do limite máximo proposto por Oliveira et al. (2009), em ensaios com a cultura do feijão, que determinaram os valores de CV aceitáveis em relação as características: vagens por planta (26,30%), grãos por vagem (18,35%), massa de 100 grãos (11,30%) e produtividade (24,86%).

Para o número de vagens por planta, observou-se diferença significativa entre os genótipos, podendo destacar os genótipos CNFC 11944, CNFC 11952, CNFC 11953 e CNFC 11954, com médias de 11,5, 11,8, 11,1 e 10,9 vagens por planta, respectivamente, todos acima da média geral que foi de 9,4 vagens por planta. Mingotte *et al.* (2013) obtiveram resultados semelhantes, onde o número médio de vagens por planta foi de 9,9 e o número máximo foi de 11,2, 11,5, 10,9 e 10,8 de vagens por planta, para as cultivares Pérola, BRS Pontal, e os genótipos CNFC 10716 e CNFC 10757, respectivamente.

Tabela 1. Componentes da produção e produtividade de genótipos de feijoeiro do grupo comercial carioca. Jaboticabal-SP, safra inverno-primavera 2009 ⁽¹⁾.

Genótipos	Vagens por planta	Grãos por vagem	Massa de 100 grãos	Produtividade de grãos
	----- n° -----	-----	----- g -----	----- kg ha ⁻¹ -----
Pérola	9,5 b	4,2 c	27,1 b	2.093 c
BRS Cometa	10,0 b	5,2 a	24,7 c	2.174 b
IPR Juriti	10,4 b	4,5 c	24,2 c	2.423 a
BRS Estilo	7,6 c	4,4 c	25,2 c	1.874 c
CNFC 10429	6,1 d	4,8 b	24,7 c	2.003 c
CNFC 11944	11,5 a	4,5 c	24,9 c	2.491 a
CNFC 11945	10,2 b	4,5 c	23,7 c	1.707 c
CNFC 11946	9,7 b	4,5 c	25,5 c	2.160 b
CNFC 11948	8,5 c	3,9 c	30,9 a	1.819 c
CNFC 11951	5,2 d	5,3 a	23,9 c	2.311 b
CNFC 11952	11,8 a	4,3 c	25,0 c	2.219 b
CNFC 11953	11,1 a	5,5 a	22,7 c	2.510 a
CNFC 11954	10,9 a	5,0 b	24,4 c	2.357 a
CNFC 11956	10,4 b	4,9 b	22,9 c	2.270 b
CNFC 11959	8,9 b	4,8 b	22,9 c	2.127 b
CNFC 11962	8,0 c	5,1 a	23,7 c	2.511 a
CNFC 11966	9,3 b	4,6 c	24,3 c	1.909 c
Média geral	9,4	4,7	24,7	2.174
Teste F	13,63**	7,18**	8,14**	7,16**
CV (%)	9,18	5,85	4,75	7,43

⁽¹⁾ Letras Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ($P \leq 0,05$). ** ($P \leq 0,01$), pelo teste F.

Com relação ao número de grãos por vagem, a linhagem CNFC 11953, foi o que apresentou o maior valor, sendo 5,5 grãos por vagem, porém, sem diferença significativa para CNFC 11951, BRS Cometa e CNFC 11962, obtendo 5,3, 5,2 e 5,1 grãos por vagem respectivamente. Quanto a massa de 100 grãos o genótipo CNFC 11948 se destacou entre as demais, obtendo 30,9 gramas. Inclusive superando o cultivar Pérola que obteve 27,1 g e é considerado padrão quanto a tamanho e forma de grãos. O valor médio do experimento foi de 24,7g, semelhante ao encontrado por Mingotte et al. (2013), cuja a massa de 100 grãos média obtida foi de 24,4g, para 17 genótipos de feijão cultivados na época de inverno-primavera. Entretanto Farinelli e Lemos (2010), obtiveram valores médios inferiores, sendo estes de 26,5g, 22,1g para a safra da seca e das águas, respectivamente.

Na cultura do feijão, a produtividade de grãos é altamente correlacionada com os componentes da produção, ou seja, número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de grãos (COSTA; ZIMMERMANN, 1988; COIMBRA et al., 1999). Dependendo das condições alguns componentes da produção podem aumentar e outros diminuir, facilitando a manutenção da estabilidade da produtividade de grãos (COSTA et al., 1983).

A produtividade de grãos variou de 2.511 kg ha⁻¹ a 1.707 kg ha⁻¹, sendo obtido pelos genótipos CNFC 11962 e CNFC 11945, respectivamente (Tabela 2). Foram os mais produtivos, diferindo dos demais, os genótipos CNFC 11962, CNFC 11953, CNFC 11944, IPR Juriti e CNFC 11954 com produtividade de grãos de 2.511, 2.510, 2.491, 2.423 e 2.357 kg ha⁻¹, respectivamente. A produtividade média de 2.174 kg ha⁻¹ obtida neste trabalho foi inferior à obtida por Farinelli e Lemos (2010), onde verificou-se uma variação de produtividade de 4.157 kg ha⁻¹ a 4.564 kg ha⁻¹ avaliando diferentes genótipos na cidade de Botucatu, SP. Esses autores demonstraram o potencial produtivo do feijoeiro, uma vez que os valores obtidos foram maiores do que os já mencionados na literatura para o Estado de São Paulo e de acordo com as épocas estudadas. Santana et al. (2014), quando estes avaliaram 4 cultivares de feijão do grupo carioca e níveis de reposição de água no solo, obtiveram valores semelhantes, sendo que obtiveram produtividades de 3.031 kg ha⁻¹ a 3.005 kg ha⁻¹. Entretanto Mingotte et al. (2013), avaliando 17 genótipos cultivados na época do inverno-primavera, obtiveram resultados semelhantes ao presente trabalho, sendo a produtividade média encontrada de 2.954 kg ha⁻¹. Os resultados referentes às características tecnológicas dos grãos dos genótipos de feijoeiro, do grupo comercial carioca, cultivados em Jaboticabal-SP encontram-se na Tabela 2.

Os grãos retidos na peneira número 12 são considerados pelas empacotadoras de grãos de feijão como grãos graúdos, as quais oferecem uma gratificação financeira (ágio) para fornecedores que apresentam um produto com renda acima de 65%. Pelas informações contidas na Tabela 2, somente os genótipos IPR Juriti, CNFC 11951, CNFC 11952, CNFC 11953, CNFC 11956 e CNFC 11966 não apresentaram grãos graúdos. Os genótipos Pérola, CNFC 11959 e CNFC 11962 se destacaram com renda de beneficiamento acima de 80% na peneira 12, sem diferirem entre si.

Tabela 2. Renda de beneficiamento, teor de proteína bruta, tempo de cozimento e relação de hidratação de genótipos de feijão do grupo comercial carioca. Jaboticabal-SP, safra inverno-primavera 2009 ⁽¹⁾.

Genótipos	Renda de beneficiamento	Proteína bruta	Tempo de cozimento	Relação de hidratação
	Peneira 12			
	----- % -----	--- g kg ⁻¹ ---	- minutos -	-
Pérola	81,6 a	172,1 b	48	2,05 a
BRS Cometa	75,1 b	195,4 b	42	2,09 b
IPR Juriti	64,2 b	160,4 b	38	2,10 b
BRS Estilo	71,8 b	176,5 b	41	2,09 b
CNFC 10429	75,2 b	246,7 a	41	2,11 b
CNFC 11944	73,4 b	189,6 b	40	2,10 b
CNFC 11945	72,2 b	189,6 b	39	2,11 b
CNFC 11946	75,7 b	199,8 b	44	2,11 b
CNFC 11948	76,4 b	217,3 a	40	2,04 a
CNFC 11951	37,6 c	188,1 b	35	2,08 a
CNFC 11952	27,2 d	175,0 b	39	2,07 a
CNFC 11953	18,6 e	185,2 b	38	2,06 a
CNFC 11954	71,6 b	175,0 b	40	2,07 a
CNFC 11956	13,8 e	182,3 b	37	2,06 a
CNFC 11959	82,6 a	188,1 b	40	2,06 a
CNFC 11962	88,0 a	167,7 b	42	2,06 a
CNFC 11966	28,7 d	159,0 b	36	2,15 b
Média geral	60,8	186,3	40	2,08
Teste F	63,90**	3,21**	1,25ns	3,25**
CV (%)	8,80	11,03	12,18	1,29

⁽¹⁾ Letras Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ($P \leq 0,05$). ^{ns} não significativo e ** ($P \leq 0,01$), respectivamente pelo teste F.

Com relação ao teor de proteína bruta, os valores variaram de 159,0g kg⁻¹ a 246,7g kg⁻¹, para os genótipos CNFC 11966 e CNFC 10429, respectivamente. Sendo que, o genótipo CNFC 10429 juntamente com o CNFC 11948 o qual obteve um teor de proteína bruta de 217,3 g kg⁻¹ foram os que mais se destacaram dentre os demais. Esses resultados vão de encontro com Lajolo et al. (1996), que afirmaram haver variações no teor proteico em função do local de cultivo, de condições ambientais e principalmente pelo fator genético. Entretanto resultados obtidos na literatura sugerem que o teor de proteína presente no grão seja correlacionado negativamente com características agrônômicas (MELLO FILHO et al., 2004). Avaliando genótipos de feijão do grupo carioca, Lemos et al. (2004), constataram que os genótipos que apresentaram valores maiores de proteína bruta foram aqueles que obtiveram uma produtividade menor que a média do experimento.

O tempo de cozimento variou de 35 a 48 minutos, para os genótipos CNFC 11951 e o Pérola, respectivamente. Apesar de não significativo essa diferença de 14 minutos

representa uma economia, para o genótipo CNFC 11951, de tempo e redução do consumo de gás durante o processo de cozimento. Ramos Junior et al. (2005) avaliaram o tempo de cozimento de 15 cultivares de feijoeiro do grupo comercial carioca e verificaram que o tempo de cocção variou de 33 (IAPAR 80) a 45 (Carioca Precoce) minutos, obtendo uma diferença de 12 minutos, diferença esta também encontrada por Perina et al. (2014) trabalhando com 25 genótipos cultivados na safra de inverno no estado de São Paulo, sendo que o genótipo que apresentou um menor tempo de cocção foi o P5-4-4-1, pertencente ao programa de melhoramento do IAC. Os genótipos CNFC 11951, CNFC 11966 e CNFC 11956 apresentaram os menores tempos para o cozimento, sendo de 35, 36, 37 minutos, respectivamente, não diferindo estatisticamente dos demais genótipos avaliados. Comparando-se os resultados obtidos do tempo para cozimento com os níveis de resistência à cocção, segunda a classificação de Proctor e Watts (1987), verifica-se que o genótipo CNFC 11951 se destacou como o único enquadrado como resistente e os demais como muito resistentes.

Vários fatores influenciam o tempo de cozimento do feijão, entre eles podemos citar a cultivar (RAMOS JUNIOR et al., 2005), o tempo transcorrido após a colheita (CHIARADIA; GOMES, 1997; COELHO et al., 2009a), além das condições ambientais (CARBONELL et al., 2003; LEMOS et al., 2004), e o método, a temperatura e a qualidade da água no processo de cocção (COELHO et al., 2009b).

O maior valor de relação de hidratação foi observado para o genótipo CNFC 11966. No entanto, o valor médio observado quanto à relação de hidratação foi de 2,08. Isso significa que, no grão dos diferentes genótipos de feijoeiro estudados, o volume de água absorvida corresponde aproximadamente a sua respectiva massa inicial, e que no final da hidratação os grãos podem apresentar o dobro de seu volume inicial.

A análise das equações de regressão entre o tempo de hidratação e a quantidade de água absorvida para os genótipos de feijoeiro evidenciam que o período de máxima hidratação variou de 9 horas e 21 minutos (CNFC 11966) à 12 horas e 03 minutos (CNFC 11944), sendo essa diferença de 2 horas e 42 minutos (Tabela 3). Os genótipos CNFC 11966, BRS Cometa e CNFC 11956 necessitaram dos menores tempos para atingirem a máxima hidratação, 09horas e 21 minutos e 09horas e 53 minutos, respectivamente.

Segundo Durigan et al. (1978) não há relação entre a capacidade de hidratação com o tempo para cozimento, sugerindo que a mesma cultivar de feijoeiro pode apresentar péssimas características de hidratação, mas ótimo comportamento quanto ao

seu cozimento, ou vice-versa. No entanto, Farinelli e Lemos (2010), avaliaram características de cozimento e hidratação de feijoeiro cultivar Pérola, ano agrícola 2003/2004 em Botucatu-SP e verificaram que houve aumento no tempo para máxima hidratação dos grãos até a dose de 120 kg ha⁻¹ de N aplicado em cobertura e correlação negativa ($r = -0,88^*$) entre o tempo para a máxima hidratação e o tempo de cocção dos grãos.

Tabela 3. Regressão entre o tempo para hidratação e a quantidade de água absorvida pelos grãos, coeficiente de determinação (R^2) e tempo para máxima hidratação dos grãos (horas:minutos) de genótipos de feijão do grupo comercial carioca. Jaboticabal-SP, safra inverno-primavera 2009 ⁽¹⁾.

Genótipos	Equação de regressão ¹	R^2	Tempo para máxima hidratação dos grãos (horas:minutos)
Pérola	$y = -0,258 x^2 + 5,8721x + 15,736$	0,96	11:20
BRS Cometa	$y = -0,269x^2 + 5,318x + 17,709$	0,96	9:53
IPR Juriti	$y = -0,2889x^2 + 6,1885x + 20,35$	0,97	10:42
BRS Estilo	$y = -0,2189x^2 + 4,9094x + 23,904$	0,96	11:12
CNFC 10429	$y = -0,2819x^2 + 5,9528x + 22,457$	0,96	10:33
CNFC 11944	$y = -0,1888x^2 + 4,5547x + 24,963$	0,97	12:03
CNFC 11945	$y = -0,2188x^2 + 4,9742x + 24,552$	0,96	11:22
CNFC 11946	$y = -0,2658x^2 + 5,7658x + 22,721$	0,97	10:50
CNFC 11948	$y = -0,3039x^2 + 6,5545x + 14,685$	0,97	10:47
CNFC 11951	$y = -0,2463x^2 + 5,535x + 20,423$	0,95	11:14
CNFC 11952	$y = -0,2942x^2 + 5,9755x + 21,061$	0,95	10:09
CNFC 11953	$y = -0,3001x^2 + 6,0752x + 20,669$	0,97	10:07
CNFC 11954	$y = -0,2382x^2 + 5,1725x + 23,688$	0,97	10:51
CNFC 11956	$y = -0,3035x^2 + 6,0013x + 21,82$	0,94	09:53
CNFC 11959	$y = -0,2425x^2 + 5,0947x + 24,091$	0,95	10:30
CNFC 11962	$y = -0,2179x^2 + 4,9399x + 22,645$	0,97	11:20
CNFC 11966	$y = -0,4455x^2 + 8,3404x + 17,954$	0,94	9:21
CV(%)	-	-	5,9

⁽¹⁾ x = tempo para a hidratação (minutos) e y = quantidade de água absorvida (mL).

Em outro trabalho, Carbonell et al. (2003), verificaram correlações significativas entre a porcentagem de embebição após cozimento, com a porcentagem de grãos

inteiros e com o tempo para cozimento em genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes locais do Estado de São Paulo na época “das águas” no ano de 2000. Os autores concluíram que devido à reduzida magnitude das correlações, não se pode selecionar genótipos com base simplesmente em dados de embebição, sendo necessário a realização de outros parâmetros como o tempo de cozimento. Rodrigues et al. (2005a) em estudo de correlação entre a absorção de água e o tempo de cozimento em dois cultivares de feijoeiro, TPS - Nobre e Pérola, constataram a existência de um tempo máximo para que os grãos fiquem imersos na água, sendo de 13 horas, e que após este tempo, ocorre estabilidade da absorção de água nos grãos normais. Também verificaram que o tempo de cozimento diminuiu com o aumento do tempo de hidratação.

CONCLUSÕES

O genótipo CNFC 11962 mostrou-se promissor, uma vez apresentou elevado desempenho produtivo igualando-se em produtividade de grãos a cultivar IPR Juriti de alto potencial produtivo. Quanto à qualidade tecnológica, o genótipo CNFC 11962 se destacou, juntamente com a cultivar Pérola, devido sua renda de beneficiamento, destacando-se como linhagem promissora, podendo ser utilizada futuramente nos programas de melhoramento.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão da Embrapa, pelo envio dos genótipos.

REFERÊNCIAS

CARBONELL, S.A.M.; CARVALHO, C.R.L.; PEREIRA, V.R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.369-379, 2003.

CHIARADIA, A.C.N.; GOMES, J.C. **Feijão: química, nutrição e tecnologia**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.180, 1997.

COELHO, C.M.M.; BORDIN, L.C.; SOUZA, C.A.; MIQUELLUTI, D.J.; GUIDOLIN, A.F. Tempo de cocção de grãos de feijão em função do tipo d'água. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.2, p.560-566, 2009b.

COELHO, S.R.M.; PRUDENCIO, S.H.; NÓBREGA, L.H.P.; LEITE, C.F.R. Alterações no tempo de cozimento e textura dos grãos de feijão comum durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.2, p.539-544, 2009a.

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

COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2013/2014: Nono levantamento**. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, p. 1-80. 2014.

COSTA, J.C.G.; ZIMMERMANN, M.J. de O. Melhoramento genético. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). **A cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós. p. 229-245. 1988.

COSTA, J.G.C.; KOHASHI-SHIBATA, J.; COLIN, S.M. Plasticidade no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, p.159-167, 1983.

DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M.B.S. et al. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.3, n.3, p.193-202, 2003.

DURIGAN, J.F.; FALEIROS, R.R.S.; LAM-SANCHEZ, A. Determinação das características tecnológicas e nutricionais de diversas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). I.. Características tecnológicas. **Científica**, Jaboticabal, v.6, n.2, p.215-224, 1978.

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Características agronômicas de genótipos de feijoeiro cultivados nas épocas da seca e das águas. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.2, p.361-366, 2010.

GARCIA-VELA, L.A.; STANLEY, D.W. Water holding capacity in hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris* L.): effect of pH and ionic strength. **Journal of Food Science**, v.54, p.1080-1081, 1989.

LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I.; MENEZES, E.W. Qualidade nutricional. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, p.23-56, 1996.

LEMO, L.B.; OLIVEIRA, R.S.; PALOMINO, E.C.; SILVA, T.R.B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p.319-326, 2004.

MELLO FILHO, O. L.; SEDIYAMA, C. S.; MOREIRA, M. A.; REIS, M. S.; ANDRADE, G. A. M.; DIAS, R. R.; PIOVESAN, S. D. SElection of high protein contente and high yield

soybean families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.4, n.2, p.171-177, 2004.

MINGOTTE, F.L.C.; GUARNIERI, C.C.O.; FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Desempenho Produtivo de Qualidade Pós – Colheita de Genótipos de Feijão do Grupo Comercial Carioca Cultivados na Época de Inverno – Primavera. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v.29, n.5, p.1101-1110, 2013.

PAULA JUNIOR, T.J.; VIEIRA, R.F.; CHAGAS, J.M.; CARNEIRO, J.E.S.; ARAUJO, G.A.A.; VENZON, M.; PATTO RAMALHO, M.A.; ABREU, A.F.B.; ANDRADE, M.J.B. Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: PAULA JUNIOR, T.J.; VENZON, M. (Coordenadores). **101 Culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, p.331-342, 2007.

PERINA, E.F.; CARVALHO, C.R.L.; CHIORATO, A.F.; LOPES, R.L.T.; GONÇALVES, J.G.R.; CARBONELL, S.A.M.. Technological quality of common bean grains obtained in diferente growing seasons, **Bragantia**, Campinas, v.73, n.1, p.14-22, 2014.

PROCTOR, J.R.; WATTS, B.M. Development of a modified Mattson Bean Cooker procedure base don sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Toronto, v.20, n.1, p.9-14, 1987.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2ª edição. Viçosa: UFV, p. 415-436, 2006.

RAMOS JUNIOR, E.U.; LEMOS, L.B.; SILVA, T.R.B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1, p.75-82, 2005.

RIBEIRO, N.D.; DOMINGUES, L.S.; GRUHN, E.M.; ZEMOLIN, A.E.M.; RODRIGUES, J.A. Desempenho agrônômico e qualidade de cozimento de linhagens de feijão de grãos especiais. **Ciência Agrônômica**, v.45, n.1, p.92-100, 2014.

RODRIGUES, J.A.; RIBEIRO, N.D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TRENTIN, M.; LONDERO, P.M.G. Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.369-376, 2005b.

RODRIGUES, J.A.; RIBEIRO, N.D.; LONDERO, P.M.G.; FILHO, A.C.; GARCIA, D.C. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.209-214, 2005a.

SANTANA, M.J.; LEMOS, L.B.; SOUZA, S.S.; CAMPOS, T.M.; SILVA, F.M.; BORGES, R.D. Estimated production and evapotranpiration of irrigated bean cultivars. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.34, n.6, p.1089-1103, 2014.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, p. 56, 1974.