

DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO DO GRUPO COMERCIAL CARIOCA CULTIVADOS NA ÉPOCA DE INVERNO-PRIMAVERA

YIELD AND POST HARVEST QUALITY IN COMMOM-BEAN GENOTYPES CULTIVATED IN WINTER-SPRING SEASON

Fabio Luíz Checchio MINGOTTE¹; Carlos Cesar de Oliveira GUARNIERI²; Rogério FARINELLI³; Leandro Borges LEMOS⁴

1. Engenheiro Agrônomo, Bolsista FAPESP, Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil. flcmingotte@gmail.com; 2. Graduação em Agronomia, Bolsista FAPESP – FCAV – UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil; 3. Professor, Doutor, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB, Barretos, SP, Brasil; 4. Professor, Doutor, Bolsista CNPq, FCAV – UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil. leandrobl@fcav.unesp.br

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de genótipos de feijão do grupo comercial carioca, quanto às características agrônômicas, nutricionais e tecnológicas, cultivados na época de inverno-primavera. O experimento foi conduzido em Jaboticabal-SP, num Latossolo Vermelho eutroférico. A semeadura foi realizada no dia 14 de agosto de 2008. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 17 tratamentos, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por 17 genótipos de feijoeiro, pertencentes ao grupo comercial carioca (Pérola, BRS Cometa, BRS Pontal, IPR Juriti, CNFC 10703, CNFC 10713, CNFC 10716, CNFC 10721, CNFC 10729, CNFC 10733, CNFC 10742, CNFC 10753, CNFC 10757, CNFC 10758, CNFC 10762, CNFC 10763 e CNFC 10813). Cada parcela experimental foi formada por quatro linhas de 4m de comprimento, espaçadas em 0,45m. A área útil foi constituída pelas duas linhas centrais, eliminando-se 0,50m das extremidades de cada linha. Quanto ao desempenho produtivo, mereceram destaque os genótipos BRS Pontal e CNFC 10716, obtendo simultaneamente maior número de vagens por planta e rendimento de grãos. Em relação às características tecnológicas, os genótipos CNFC 10703, CNFC 10713, CNFC 10758, CNFC 10813 e CNFC 10716 foram os que mais se destacaram, obtendo simultaneamente maior teor de proteína bruta e reduzido tempo para cozimento, assim como adequada capacidade de hidratação dos grãos. O genótipo CNFC 10716 mostrou-se promissor, pois além do elevado desempenho produtivo, suas características tecnológicas foram satisfatórias.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*. Competição de genótipos. Produtividade. Características nutricionais e tecnológicas.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta baixa produtividade média de grãos, em torno de 900 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013), porém, rendimentos superiores a 3.000 kg ha⁻¹ podem ser obtidos, principalmente em regiões de clima favorável nos períodos de outono-inverno e inverno-primavera com uso de sistemas de irrigação, associado à utilização em maior quantidade de insumos agrícolas e em função também das cultivares de elevado potencial produtivo (CHIORATO et al., 2007).

Os programas de melhoramento genético do feijoeiro no Brasil têm buscado desenvolver cultivares com adequada arquitetura de planta, precocidade, eficiência na fixação de nitrogênio, resistência a pragas e doenças, tolerância à seca, além de melhorar o potencial produtivo (RAMALHO; ABREU, 2006). Além disso, por tratar-se de uma cultura extremamente sensível às

variações do ambiente, muitas pesquisas foram realizadas objetivando avaliar a interação genótipo x ambiente (CARBONELL; POMPEU, 2000; MELO et al., 2007; MATOS et al., 2007; BURATTO et al., 2007; PEREIRA et al., 2009; ROSSETO et al., 2010). Dessa forma, como etapa final do processo de melhoramento, há necessidade de avaliar o desempenho das linhagens frente às inúmeras variações ambientais, o que permite a identificação de genótipos promissores em ambientes específicos de cultivo. Além disso, dentre as características de maior interesse, os programas de melhoramento de feijoeiro têm visado não apenas aumentar a produtividade, mas também melhorar a qualidade tecnológica de grãos, com destaque para o teor protéico, tempo para cozimento e capacidade de hidratação (CARBONELL et al., 2003; DALLA-CORTE et al., 2003).

Farinelli e Lemos (2010), ao avaliarem o desempenho agrônômico 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 96A28-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. Contudo, apenas os genótipos Pérola, OP-S-16 e Gen 96A28-P4-1-1-1-1 obtiveram altas produtividades nas três safras estudadas. Estes dados levantam a hipótese de que resultados superiores aos obtidos na literatura em relação ao potencial produtivo do feijoeiro podem ser superados, especificamente para o Estado de São Paulo e de acordo com as épocas de cultivo (CARBONELL et al. 2003; LEMOS et al. 2004). Outra hipótese levantada se baseia nas diferenças de produtividade de grãos entre os genótipos de feijoeiro, como também para as épocas de semeadura, que refletem a interação genótipo x ambiente, como relatado por Carbonell et al. (2004) e Ribeiro et al. (2008).

Os principais parâmetros que norteiam as características tecnológicas dos grãos de feijão são o tamanho, formato e coloração do tegumento; conteúdo protéico e o balanço em aminoácidos de sua proteína; tempo para 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., 2005b).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e as características tecnológicas dos grãos em genótipos de feijoeiro pertencentes ao grupo comercial carioca, cultivados no período de inverno-primavera, visando obter informações referentes à capacidade produtiva e à qualidade pós-colheita do feijão cultivado nessa época.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em Jaboticabal (SP), situado na latitude de 21° 15' 22" S, longitude de 48° 18' 58" W, com altitude média de 565 metros acima do nível do mar, em Latossolo Vermelho eutroférrico, anteriormente cultivado com milho sob preparo convencional. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é considerado como Aw, tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Os resultados da análise química do solo, obtidos antes da instalação do experimento, na profundidade de 0-20 cm, foram: 77 mg dm⁻³ de P (resina); 21 g kg⁻¹ de M.O.; 5,5 de pH (Ca Cl₂); 2,8 mmol_c dm⁻³ de K; 39 mmol_c dm⁻³ de Ca; 18 mmol_c dm⁻³ de Mg; 25 mmol_c dm⁻³ de H+Al; 85 mmol_c dm⁻³ de CTC e 71 de V%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 17 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos por genótipos de feijoeiro pertencentes ao grupo comercial carioca provenientes da Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Pérola, BRS Cometa, BRS Pontal, IPR Juriti, CNFC 10703, CNFC 10713, CNFC 10716, CNFC 10721, CNFC 10729, CNFC 10733, CNFC 10742, CNFC 10753, CNFC 10757, CNFC 10758, CNFC 10762, CNFC 10763 e CNFC 10813).

A semeadura do feijoeiro foi realizada em 14 de agosto de 2008; definida como inverno-primavera (PAULA JUNIOR et al., 2007); distribuindo-se mecanicamente 15 sementes viáveis por metro, com espaçamento de 0,45m entre linhas. Cada parcela foi constituída por 4 linhas de feijão com 4m de comprimento, sendo consideradas úteis as duas linhas centrais, desprezando-se 0,5m de cada extremidade.

Na adubação de semeadura foram aplicados 300 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20, ou seja, 24 kg de N ha⁻¹, 60 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 60 kg de K₂O ha⁻¹, respectivamente. Na adubação de cobertura foram utilizados 40 kg de N ha⁻¹ via fertilizante formulado 20-00-20, no estádio de desenvolvimento V_{4.4} (16/09/2008) caracterizado pela presença da quarta folha trifoliolada completamente aberta em 50% das plantas, e após decorridos 8 dias, foram aplicados 40 kg de N ha⁻¹ via uréia. As adubações de cobertura foram aplicadas em filete contínuo a 10 cm da linha da cultura sem incorporação, seguidas de irrigação com lâmina d'água de 10mm. O experimento foi mantido em regime de irrigação por aspersão convencional, com turno de rega de 4 a 6 dias, utilizando-se 10 a 50mm de lâmina de água por turno, dependendo da fase de desenvolvimento da cultura do feijoeiro, visando atender o sistema solo-planta.

O controle de plantas daninhas foi realizado com a aplicação de herbicida pendimethalina em pré-plantio incorporado e por meio de capina manual durante a fase inicial de desenvolvimento da cultura. O controle fitossanitário foi efetuado mediante monitoramento de insetos-praga e doenças e, quando necessário utilizou-se pulverizador motorizado e produtos recomendados para o feijoeiro, como lambda-cialotrina (aplicação em

29/08/2008 e 15/09/2008), azoxistrobina (aplicação em 03/10/2008 e 29/10/2008), mancozeb (aplicação em 03/10/2008) e cipermetrina + profenofós (aplicação em 03/11/2008).

Por ocasião da colheita do feijoeiro, aos 90 dias após emergência (DAE), foram coletadas dez plantas na linha de cultivo de cada subparcela e determinados 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 kg 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 40%. Após esse período foram realizadas

as avaliações referentes às características tecnológicas dos grãos, tais como teor de proteína bruta, tempo para cozimento e capacidade de hidratação.

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 (g kg^{-1}) e N total = teor de N total nos grãos (SARRUGE; HAAG, 1974).

O tempo para cozimento (minutos) foi determinado com o auxílio do cozedor de Mattson, com temperatura da água mantida a 96°C. Para essa determinação os grãos foram hidratados em água destilada durante um período de 12 horas. Em função do tempo para cozimento foi verificado o nível de resistência dos grãos ao cozimento, adotando-se a escala apresentada na Tabela 1 (PROCTOR; WATTS, 1987).

Tabela 1. Valores médios de referência de tempo para cozimento em grãos de feijão ⁽¹⁾.

| Tempo para cozimento (minutos) | Nível de resistência ao cozimento |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 16 < | muito suscetível |
| 16 – 20 | suscetibilidade média |
| 21 – 28 | resistência normal |
| 29 – 32 | resistência média |
| 33 – 36 | resistente |
| 36 > | muito resistente |

¹(PROCTOR; WATTS, 1987).

A capacidade de hidratação dos grãos foi determinada por meio da metodologia descrita por Farinelli e Lemos (2010). De hora em hora num intervalo de 12 horas foram feitas avaliações do volume de água não absorvido pelos grãos, vertendo-a do béquer para a proveta. Ao final do tempo previsto para a hidratação a água em excesso foi drenada e os grãos pesados. Não foram detectados grãos com casca dura. A relação de hidratação foi determinada pela razão entre a massa final e a massa inicial dos grãos. Foi aplicado o estudo de regressão polinomial entre o tempo (horas) e a capacidade de hidratação (mL), visando determinar o tempo necessário à máxima hidratação dos grãos de feijão. Durante a condução do teste a temperatura da água foi de 25°C. Anteriormente à determinação da capacidade de hidratação, foi verificado o grau de umidade nos grãos em porcentagem, determinado pelo método da estufa; que consiste em manter a massa de sementes à 105°C \pm 3°C, durante 24 horas; descrito nas regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados referentes ao número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos evidenciou diferenças estatísticas entre os genótipos avaliados, exceto para o número de grãos por vagem (Tabela 2).

Quanto à precisão do experimento, por meio dos resultados do coeficiente de variação (CV), foram obtidos valores de 8,16%, 7,68%, 5,53% e 7,54% para número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade, respectivamente. Esses valores demonstram a adequada condução do experimento, uma vez que na avaliação da precisão de experimentos de campo para a cultura do feijoeiro, os limites aceitáveis de CV para o número de vagens por planta é de 26,30%, número de grãos por vagem é de 18,35%, massa de 100 grãos é de 11,30% e produtividade é de 24,86% (OLIVEIRA et al., 2009).

Tabela 2. Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de genótipos de feijoeiro pertencentes ao grupo comercial carioca, cultivados no período de inverno-primavera de 2008, em Jaboticabal-SP ⁽¹⁾.

| Genótipos | Vagens por planta | Grãos por vagem | Massa de 100 grãos | Produtividade de grãos |
|------------|------------------------|------------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| | ----- n ----- | | ---- g ---- | --- kg ha ⁻¹ --- |
| Pérola | 11,2 a | 4,5 | 26,0 a | 2.556 b |
| BRS Cometa | 8,3 c | 4,5 | 24,7 b | 3.241 a |
| BRS Pontal | 11,5 a | 5,1 | 22,8 c | 3.009 a |
| IPR Juriti | 10,2 b | 4,4 | 24,7 b | 3.176 a |
| CNFC 10703 | 9,7 b | 4,6 | 24,4 b | 3.496 a |
| CNFC 10713 | 9,7 b | 4,8 | 22,9 c | 3.013 a |
| CNFC 10716 | 10,9 a | 4,6 | 20,9 c | 3.028 a |
| CNFC 10721 | 10,3 b | 4,8 | 23,7 c | 2.945 a |
| CNFC 10729 | 8,4 c | 4,5 | 23,8 c | 2.946 a |
| CNFC 10733 | 8,7 c | 5,0 | 24,1 b | 2.894 a |
| CNFC 10742 | 9,6 b | 4,0 | 26,0 a | 3.297 a |
| CNFC 10753 | 9,8 b | 4,6 | 24,6 b | 2.936 a |
| CNFC 10757 | 10,8 a | 4,6 | 23,4 c | 2.256 b |
| CNFC 10758 | 8,9 c | 4,4 | 24,3 b | 2.465 b |
| CNFC 10762 | 9,8 b | 4,9 | 24,9 b | 3.081 a |
| CNFC 10763 | 10,2 b | 4,4 | 24,8 b | 2.996 a |
| CNFC 10813 | 10,0 b | 4,5 | 28,3 a | 2.736 b |
| Teste F | 0,04 ** ⁽²⁾ | 15,02 ^{ns} ⁽³⁾ | 0,03 ** | 0,01 ** |
| CV (%) | 8,16 | 7,68 | 5,53 | 7,54 |
| Média | 9,9 | 4,6 | 24,4 | 2.945 |

¹ Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). ² ** ($p < 0,01$) e ³ ns - não significativo, respectivamente pelo teste F.

Observou-se diferença significativa para o número de vagens por planta destacando-se as cultivares Pérola e BRS Pontal e os genótipos CNFC 10716 e CNFC 10757, com valores médios de 11,2, 11,5, 10,9 e 10,8 vagens por planta, respectivamente, todos acima da média geral que foi de 9,9 vagens por planta. Lemos et al. (2004) obtiveram resultados semelhantes, onde a cultivar Pérola apresentou 12,2 e 9,3 vagens por planta nas safras de 2001 e 2002, respectivamente.

Para o número de grãos por vagem não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados, sendo que a média foi de 4,6 grãos por vagem. Quanto à massa de 100 grãos, houve diferença significativa entre os genótipos, sendo que as linhagens CNFC 10813 e CNFC 10742 apresentaram os maiores valores (28,3 e 26,0g), e a cultivar Pérola com 26,0g. Porém, a média do experimento foi de 24,4g, inferior as médias obtidas por Lemos et al. (2004), que para a cultivar Pérola foram de 30,4g e 35,8g, nas safras de 2001 e 2002, respectivamente. A produtividade de grãos variou de 2.256 a 3.496 kg ha⁻¹, sendo obtida pelos genótipos CNFC 10757 e CNFC 10703, respectivamente. A produtividade média de 2.945 kg ha⁻¹ obtida neste trabalho foi próxima da obtida

por PEREIRA et al. (2009) que foi de 2.710 kg ha⁻¹ em experimento realizado na safra de inverno no ano de 2003, em Rio Verde (GO), onde a altitude é semelhante a de Jaboticabal-SP.

Os genótipos CNFC 10703, CNFC 10742, BRS Cometa, IPR Juriti, CNFC 10762, CNFC 10716, CNFC 10713, BRS Pontal, CNFC 10763, CNFC 10729, CNFC 10721, CNFC 10753 e CNFC 10733 foram os mais produtivos, obtendo valores variando de 3.496 a 2.894 kg ha⁻¹, porém sem diferir estatisticamente entre si.

Os resultados referentes às características tecnológicas dos grãos dos genótipos de feijoeiro, cultivados no período de inverno-primavera em Jaboticabal-SP, encontram-se na Tabela 3.

Quanto ao teor de proteína bruta nos grãos os genótipos BRS Cometa, CNFC 10703, Pérola, BRS Pontal, CNFC 10713, CNFC 10716, CNFC 10733, CNFC 10757, CNFC 10758 e CNFC 10813 foram superiores aos demais. O teor de proteína bruta variou de 18,6% (CNFC10762) a 24,7% (BRS Cometa) e apenas CNFC 10742 e CNFC 10762 não apresentaram teor de proteína acima de 20,0%. A média obtida nesta característica foi inferior aos valores 22,7% e 25,4%, verificados por Párraga et al. (1981) e Pimentel et al. (1988) em duzentas

cultivares e em vinte linhagens de feijoeiro, respectivamente. Porém, RAMOS JUNIOR et al. (2005b) obtiveram resultado semelhante em experimento com 15 cultivares de feijão, com média de 20,5% para o teor de proteína bruta nos grãos. Esses resultados corroboram com LAJOLO et al. (1996), que afirmaram haver variações no teor protéico em função do fator genético e das condições ambientais durante o cultivo. Com os

resultados dos genótipos IPR Juriti, CNFC 10721, CNFC 10729, CNFC 10742, CNFC 10753, CNFC 10762 e CNFC 10763 verificou-se que os materiais mais produtivos foram os que apresentaram menor teor protéico nos grãos. Esses resultados corroboram os relatos de que o teor de proteína bruta é inversamente proporcional à produtividade de grãos (BRESSANI, 1989; POMPEU, 1993).

Tabela 3. Teor de proteína bruta, tempo para cozimento, grau de umidade antes da hidratação e relação de hidratação de grãos de genótipos de feijoeiro pertencentes ao grupo comercial carioca, cultivados no período de inverno-primavera de 2008, em Jaboticabal-SP⁽¹⁾.

| Genótipos | Teor de proteína bruta | Tempo para cozimento | Grau de umidade antes da hidratação | Relação de hidratação |
|------------|------------------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| | ---- g kg ⁻¹ ---- | -- minutos -- | ----- % ----- | - |
| Pérola | 21,9 a | 22 a | 14,2 | 2,03 a |
| BRS Cometa | 24,7 a | 23 a | 14,5 | 2,05 a |
| BRS Pontal | 22,2 a | 21 a | 14,4 | 1,98 b |
| IPR Juriti | 20,9 b | 22 a | 14,2 | 1,97 b |
| CNFC 10703 | 23,8 a | 20 b | 14,9 | 2,03 a |
| CNFC 10713 | 22,2 a | 17 b | 13,9 | 2,01 a |
| CNFC 10716 | 23,1 a | 17 b | 13,6 | 1,96 b |
| CNFC 10721 | 20,6 b | 18 b | 14,7 | 1,97 b |
| CNFC 10729 | 20,2 b | 19 b | 13,9 | 1,96 b |
| CNFC 10733 | 21,8 a | 21 a | 14,5 | 1,98 b |
| CNFC 10742 | 19,7 b | 18 b | 14,2 | 1,99 b |
| CNFC 10753 | 20,5 b | 18 b | 14,0 | 1,96 b |
| CNFC 10757 | 22,8 a | 25 a | 14,3 | 1,98 b |
| CNFC 10758 | 21,8 a | 20 b | 14,4 | 2,00 a |
| CNFC 10762 | 18,6 b | 22 a | 14,7 | 2,02 a |
| CNFC 10763 | 21,3 a | 21 a | 14,7 | 1,99 b |
| CNFC 10813 | 21,6 a | 19 b | 14,8 | 2,01 a |
| Teste F | 0,37 ** ⁽²⁾ | 0,01 ** | 52,98 ^{ns(4)} | 1,10 * ⁽³⁾ |
| CV (%) | 6,95 | 9,03 | 4,43 | 1,44 |
| Média | 21,6 | 20 | 14,3 | 1,99 |

¹ Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). ² ** ($p < 0,01$) e ³ * ($p < 0,05$) e ⁴ ns - não significativo, respectivamente pelo teste F.

Resultados obtidos na literatura sugerem que o teor de proteína presente no grão seja correlacionado negativamente com características agrônomicas, número de vagens por planta, número de sementes por vagem e rendimento de grãos por planta (MELLO FILHO et al., 2004), demonstrando a dificuldade de efetuar a seleção de genótipos com elevados teores de proteína e alto potencial de rendimento (BURATTO et al., 2009). Vale ressaltar que no trabalho efetuado por Lemos et al. (2004), os genótipos de feijão com produtividade de grãos abaixo da média experimental apresentaram os maiores teores de proteína bruta.

Ramos Junior et al. (2005b) avaliando a qualidade tecnológica em 15 cultivares de feijão, verificaram que o valor médio para proteína bruta

foi de 20,5%, destacando-se a cultivar Princesa. Quanto ao tempo para cozimento dos grãos, os pesquisadores verificaram a necessidade de 33 a 45 minutos, com média de 37 minutos entre as cultivares avaliadas. Com relação ao “hardshell” ou a presença de grãos duros, observaram em todas as cultivares reduzida incidência desta característica, o que é favorável. Quanto à relação de hidratação, também não houve diferenças entre as cultivares, variando de 1,99 (Pérola) a 1,85 (Carioca Precoce).

Quanto ao tempo para cozimento dos grãos, os genótipos CNFC 10713 e CNFC 10716 apresentaram os menores valores médios, juntamente com os genótipos CNFC 10703, CNFC 10721, CNFC 10729, CNFC 10742, CNFC 10753, CNFC 10758 e CNFC 10813. Os valores

observados estão compreendidos entre 17 e 20 minutos para o tempo de cozimento, sendo considerados como de suscetibilidade média à cocção, conforme Tabela 1 (PROCTOR; WATTS, 1987). Os demais genótipos foram classificados como de resistência normal à cocção. Vários fatores influenciam o tempo para cozimento em grãos de feijão, entre eles a cultivar (RAMOS JUNIOR et al., 2005b), o tempo transcorrido após a colheita (CHIARADIA; GOMES, 1997; RAMOS JÚNIOR et al., 2005a; RIBEIRO et al., 2008; COELHO et al., 2009b), além das condições ambientais de cultivo (CARBONELL et al., 2003; LEMOS et al., 2004), e o método, a temperatura e a qualidade da água no processo de cocção (TOLEDO; CANNIATTI-BRAZACA, 2008; COELHO et al., 2009a).

Quanto à relação de hidratação, os genótipos Pérola, BRS Cometa, CNFC 10703, CNFC 10713, CNFC 10758, CNFC 10762 e CNFC 10813 apresentaram grãos com relação de

hidratação acima de 2 e diferindo estatisticamente dos demais genótipos. Isso significa que os grãos absorveram massa de água aproximadamente igual à sua massa inicial, desempenho esse considerado como satisfatório (LEMOS et al., 2004; RAMOS JÚNIOR et al. 2005a,b).

As equações de regressão (Tabela 4) entre o tempo de hidratação e a quantidade de água absorvida para os genótipos de feijão mostraram que o período necessário para máxima hidratação variou de 8 horas e 21 minutos (CNFC 10721) a 9 horas e 05 minutos (CNFC 10813), evidenciando diferença de 44 minutos entre os genótipos. No entanto, mesmo o maior tempo necessário para se atingir a máxima hidratação dos grãos; 9 horas e 05 minutos, no genótipo CNFC 10813; ainda foi satisfatório, uma vez que geralmente os grãos de feijão são submetidos à maceração na noite anterior ao preparo, por aproximadamente 12 horas.

Tabela 4. Tempo para máxima hidratação dos grãos (TMH em hora:minuto) em genótipos de feijoeiro, pertencentes ao grupo comercial carioca, cultivados no período de inverno-primavera de 2008, em Jaboticabal-SP⁽¹⁾.

| Genótipos | Equação de regressão ⁽¹⁾ | R ² | TMH |
|------------|--------------------------------------|----------------|------|
| Pérola | $y = -0,000149x^2 + 0,1525x + 17,39$ | 0,80 | 8:31 |
| BRS Cometa | $y = -0,000134x^2 + 0,1385x + 20,47$ | 0,75 | 8:36 |
| BRS Pontal | $y = -0,000141x^2 + 0,1456x + 16,13$ | 0,82 | 8:36 |
| IPR Juriti | $y = -0,000126x^2 + 0,1299x + 18,79$ | 0,75 | 8:35 |
| CNFC 10703 | $y = -0,000132x^2 + 0,1368x + 20,21$ | 0,76 | 8:38 |
| CNFC 10713 | $y = -0,000142x^2 + 0,1442x + 18,39$ | 0,78 | 8:27 |
| CNFC 10716 | $y = -0,000126x^2 + 0,1289x + 18,88$ | 0,73 | 8:31 |
| CNFC 10721 | $y = -0,000125x^2 + 0,1253x + 21,70$ | 0,68 | 8:21 |
| CNFC 10729 | $y = -0,000118x^2 + 0,1204x + 21,11$ | 0,68 | 8:30 |
| CNFC 10733 | $y = -0,000117x^2 + 0,1225x + 20,15$ | 0,72 | 8:43 |
| CNFC 10742 | $y = -0,000121x^2 + 0,1249x + 21,40$ | 0,71 | 8:36 |
| CNFC 10753 | $y = -0,000113x^2 + 0,1181x + 20,38$ | 0,71 | 8:42 |
| CNFC 10757 | $y = -0,000116x^2 + 0,1221x + 19,49$ | 0,73 | 8:46 |
| CNFC 10758 | $y = -0,000122x^2 + 0,1276x + 19,95$ | 0,74 | 8:43 |
| CNFC 10762 | $y = -0,000125x^2 + 0,1314x + 20,22$ | 0,76 | 8:46 |
| CNFC 10763 | $y = -0,000131x^2 + 0,1374x + 17,06$ | 0,79 | 8:44 |
| CNFC 10813 | $y = -0,000128x^2 + 0,1395x + 15,46$ | 0,85 | 9:04 |

⁽¹⁾ x = tempo para a hidratação (horas) e y = quantidade de água absorvida (mL). R² = coeficiente de determinação.

Os relatos encontrados na literatura negam a relação entre a capacidade de hidratação com o tempo para cozimento, sugerindo que a mesma cultivar de feijão pode apresentar péssimas características de hidratação, mas ótimo comportamento quanto ao seu cozimento, e vice-versa (DURIGAN et al., 1978). No entanto, Lemos et al. (1996) avaliaram as características de cozimento e hidratação dos grãos de 38 genótipos de

feijão cultivados em dois anos agrícolas e verificaram que destacaram-se as linhagens AN 512583-0-3, AN 721063, AN 721070 e MA 534609. No mesmo trabalho, a linhagem MA 720948 necessitou de mais de 51 horas para atingir o tempo para hidratação máxima de seus grãos e apresentou elevado tempo para cozimento. Já a linhagem AN 511652 não atingiu o tempo para hidratação máxima, apresentando comportamento linear entre o

tempo para hidratação e a quantidade de água absorvida pelos grãos. Os autores citados relataram que ambas linhagens (MA 720948 e AN 511652) apresentavam tegumento da cor castanho-claro com estrias havana brilhante, relacionando o aspecto do brilho no grão como a possível causa para a baixa capacidade de hidratação.

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 feijão cultivados em diferentes locais do Estado de São Paulo na época “das águas” no ano de 2000. Concluíram que devido à reduzida magnitude das correlações, não se pode selecionar genótipos com base simplesmente em dados de embebição, sendo necessária a realização de outros parâmetros como o tempo necessário para cozimento dos grãos.

No presente trabalho, os resultados indicam que não há relação direta entre tempo de cozimento e tempo para máxima hidratação, uma vez que o genótipo CNFC 10813 com o maior tempo para máxima hidratação (9 horas e 4 minutos) e o genótipo CNFC 10721 com o menor tempo para máxima hidratação (8 horas e 21 minutos) obtiveram reduzido valor de tempo para cozimento (19 minutos).

Deve-se ressaltar a necessidade de realização de novas pesquisas visando avaliar não

apenas o desempenho agrônomico e produtivo de genótipos de feijoeiro em programas de melhoramento, mas também as características tecnológicas dos grãos, principalmente quando cultivados em diferentes ambientes, sistemas de produção e épocas de cultivo como foi mostrado também por (CARBONEL et al., 2003; DALLA CORTE et al., 2003; LEMOS et al., 2004; RAMOS JUNIOR et al., 2005b; FARINELLI; LEMOS, 2010).

CONCLUSÕES

Quanto ao desempenho produtivo, mereceram destaque os genótipos BRS Pontal e CNFC 10716, obtendo simultaneamente maior número de vagens por planta e rendimento de grãos.

Em relação às características tecnológicas, os genótipos CNFC 10703, CNFC 10713, CNFC 10758, CNFC 10813 e CNFC 10716 foram os que mais se destacaram, obtendo simultaneamente maior teor de proteína bruta e reduzido tempo para cozimento, assim como adequada capacidade de hidratação dos grãos.

O genótipo CNFC 10716 mostrou-se promissor, pois além do elevado desempenho produtivo, suas características tecnológicas foram satisfatórias.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the agronomic performance and grain quality, especially the grain technological characteristics in the common bean genotypes, cultivated in winter-spring season. The experiment was carried out in Jaboticabal-SP, in a Rhodic Hapludox. The experimental design was a randomized block with 17 treatments (genotypes) with three replications. The plots had been composed for 17 carioca common bean group genotypes (Pérola, BRS Cometa, BRS Pontal, IPR Juriti, CNFC 10703, CNFC 10713, CNFC 10716, CNFC 10721, CNFC 10729, CNFC 10733, CNFC 10742, CNFC 10753, CNFC 10757, CNFC 10758, CNFC 10762, CNFC 10763 and CNFC 10813). BRS Pontal and CNFC 10716 showed simultaneously the higher number of per plant and grain yield. The technological characteristics more expressive was verified in CNFC 10703, CNFC 10713, CNFC 10758, CNFC 10813 and CNFC 10716 genotypes, principally about the protein content, cooking time and grain hydration capacity. The CNFC 10716 genotype detached as promissory, because their elevated agronomic performance and satisfactory technological characteristics.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris*. Genotypes competition. Yield. Nutritional and culinary quality.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS. 2009, 339 p.

BRESSANI, R. Revisión sobre la calidad del grano de frijol. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Guatemala, v. 39, n. 3, p. 419-442, 1989.

- BURATTO, J. S.; MODA-CIRINO, V.; FONSECA JÚNIOR, N.; PRETE, C. E. C.; FARIA, R. T. Adaptabilidade e estabilidade produtiva em genótipos precoces de feijão no estado do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 373-380, 2007.
- BURATTO, J. S.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M. B. S.; LANGAME, D. E. M.; FONSECA JÚNIOR, N.; PRETE, C. E. C. Variabilidade genética e efeito do ambiente para o teor de proteína em grãos de feijão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 593-597, 2009.
- CARBONELL, S. A. M.; AZEVEDO FILHO, J. A.; DIAS, L. A. S.; GARCIA, A. A. F.; MORAIS, L. K. Common bean and lines interactions with environments. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, n. 2, p. 169-177, 2004.
- CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipo de feijoeiro cultivado em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 369-379, 2003.
- CARBONELL, S. A. M.; POMPEU, A. S. Estabilidade fenotípica de linhagens de feijoeiro em três épocas de plantio no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 321-329, 2000.
- CHIARADIA, A. C. N.; GOMES, J. C. **Feijão: química, nutrição e tecnologia**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.180, 1997.
- CHIORATO, A. F.; CARBONELL, S. A. M.; ITO, M. F.; BENCHIMOL, L. L.; COLOMBO, C. A.; REGINA, C. L. Novas cultivares de feijoeiro para o Estado de São Paulo. In: ITO, M. F.; STEIN, C. P.; RAMOS JUNIOR, E. U.; ITO, M. A. (Coordenadores). **DIA DE CAMPO DE FEIJÃO**, 23, 2007. Capão Bonito. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônômico, 2007, p. 13-19.
- 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, 2009a.
- 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, 2009b.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2012/2013**: Oitavo levantamento. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013. 30 p.
- DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO V.; SCHOLZ, M. B. S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, 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 agrônômicas de genótipos de feijoeiro cultivados nas épocas da seca e das águas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 361-366, 2010.
- 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.
- LEMOS, L. B.; DURIGAN, J. F.; FORNASIERI FILHO, D.; PEDROSO, P. A. C.; BANZATTO, D. A. Características de cozimento e hidratação de grãos de genótipos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 7, p. 47-57, 1996.

- LEMOS, 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.
- MATOS, J. W.; RAMALHO, P. M. A.; ABREU, A. F. B. Trinta e dois anos do programa de melhoramento genético do feijoeiro comum em Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1749-1754, 2007.
- MELLO FILHO, O. L.; SEDIYAMA, C. S.; MOREIRA, M. A.; REIS, M. S.; ANDRADE, G. A. M.; DIAS, R. R.; PIOVESAN, N. D. Selection of high protein content and high yield soybean families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 4, n. 2, p. 171-177, 2004.
- MELO, C. L.; MELO, P. G. S.; FARIA, L. C.; DIAZ, J. L. C.; DEL PELOSO, M. J.; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 715-723, 2007.
- OLIVEIRA, R. L.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; REIS, R. L. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 113-119, 2009.
- PÁRRAGA, M. S.; JUNQUEIRA NETTO, A.; PEREIRA, P.; BUENO, L. C. S.; PENONI, J. S. Avaliação do conteúdo de proteína total de duzentas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) visando seu melhoramento genético. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 07-17, 1981.
- 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.
- PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; FARIA, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; COSTA, J. G. C.; RAVA, C. A.; WENDLAND, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 29-37, 2009.
- PIMENTEL, M. L.; MIRANDA, P.; COSTA, A. F.; MIRANDA, A. B. Estudo nutricional de linhagens de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 10, n. 2, p. 55-65, 1988.
- POMPEU, A. S. Feijão. In: FURLANI, A. M. C., VIÉGAS, G. P. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**, Campinas: Instituto Agrônomo, p. 111-155. 1993.
- PROCTOR, J. R.; WATTS, B. M. Development of a modified Mattson Bean Cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Toronto, v. 20, n. 1, p. 09-14, 1987.
- RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. Viçosa: 2.ed. UFV, p. 415-436, 2006.
- RAMOS JUNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Características tecnológicas de cultivares de feijão antes e após o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 97-103, 2005a.
- 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, 2005b.
- RIBEIRO, N. D.; POERSCH, N. L.; ROSA, S.S. Períodos de semeadura e condições de armazenamento na qualidade de cozimento de grãos de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 936-941, 2008.

ROSSETTO, T. A. O. F.; MINGOTTE, F. L. C.; BARROS, L. M.; BORDINI, L. G.; MODA-CIRINO, V.; FONSECA JÚNIOR, N. Estudo da interação genótipo ambiente em feijão do grupo comercial carioca no estado do Paraná. **UNOPAR Científica**. Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 9, n. 1, p. 33-40, 2010.

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

TOLEDO, T. C. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação química e nutricional do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) cozido por diferentes métodos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 355-360, 2008.