

Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca

Leandro Borges Lemos⁽¹⁾, Ricardo Soares de Oliveira⁽¹⁾, Edwin Camacho Palomino⁽¹⁾
e Tiago Roque Benetoli da Silva⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade do Estado de São Paulo (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), Dep. de Produção Vegetal, Caixa Postal 237, CEP 18603-970 Botucatu, SP. E-mail: leandrobl@fca.unesp.br, rsoliveira@fca.unesp.br, palomino@fca.unesp.br, benetoli@fca.unesp.br

Resumo – A busca por cultivares produtivas, adaptadas ao local de cultivo e com características tecnológicas desejáveis é uma constante. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de genótipos de feijão, do grupo comercial Carioca, quanto a características agronômicas e tecnológicas. Vinte e nove genótipos foram cultivados na época das águas, nos anos de 2001 e 2002, e distribuídos em blocos casualizados, com quatro repetições. Sobressaíram-se os genótipos IAC-Carioca, FT-Bonito, Rudá, Porto Real, CNFC 8008, CNFC 8011, CNFC 8012, CNFC 8013 e CNFC 8156 com produtividade de grãos acima da média obtida. Destacaram-se com produtividade média de grãos acima de 3.000 kg ha⁻¹ e tempo de cozimento médio em torno de 20 minutos, os genótipos IAC-Carioca, CNFC 8012 e CNFC 8156.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, produtividade, componentes da produção, proteína bruta, hidratação dos grãos.

Agronomic and technologic characteristics of common bean genotypes from Carioca commercial group

Abstract – Cultivars with high yield, adaptability and desirable technological characteristics are a must. The objective of this work was to evaluate agronomic and technologic characters of common bean genotypes from carioca commercial group. Genotypes were cultivated in water growing season, in 2001 and 2002. The experimental design was by randomized blocks with 29 genotypes and four replications. The IAC-Carioca, FT-Bonito, Rudá, Porto Real, CNFC 8008, CNFC 8011, CNFC 8012, CNFC 8013 and CNFC 8156 genotypes yielded above the average. The genotypes IAC-Carioca, CNFC 8012 and CNFC 8156 presented the best results with 3,000 kg ha⁻¹ and 20 minutes cooking time.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, yield, production components, crude protein, grain hydration.

Introdução

A melhoria do desempenho produtivo da cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) associada à obtenção de novas cultivares com características agrônômicas desejáveis vem aumentando com o passar do tempo, o que evidencia maior preocupação com a interação entre genótipos e ambientes, com as diferenças no comportamento das linhagens e das cultivares, em diversos locais, anos agrícolas e épocas de semeadura (Duarte & Zimmermann, 1994; Carbonell & Pompeu, 2000; Carbonell et al., 2001).

Os programas brasileiros para o melhoramento genético do feijoeiro têm dado maior ênfase à obtenção de cultivares do grupo comercial Carioca pela grande demanda do mercado (Zimmermann et al., 1996).

No Brasil, na década de 90, foram colhidas, em média, 3,5 milhões de toneladas por ano, das quais 2,7 milhões são de feijão comum, com 1,6 milhões do tipo Carioca, 0,6 milhões do grupo comercial preto e 0,5 milhões restantes de outros tipos (Ferreira et al., 2002).

O consumo de feijão vem diminuindo nos últimos 40 anos, ou seja, de mais de 20 kg hab⁻¹ ano⁻¹ na década de 70, passou para 16 kg hab⁻¹ ano⁻¹, no final dos anos 90, representando uma redução de 1,3% ao ano, enquanto a população cresceu 2,2% (Yokoyama et al., 1996; Ferreira et al., 2002).

Mesmo assim, o feijão ainda é um dos alimentos tradicionais da dieta do brasileiro, constituindo importante fonte protéica e energética. No entanto, é um produto que perde rapidamente o valor comercial após a colheita, por causa, principalmente, da diminuição da capaci-

dade de reidratação, do aumento do tempo necessário de cozimento e do escurecimento do tegumento (Sawazaki et al., 1985; Bressani, 1989; Iaderoza et al., 1989).

Parâmetros que norteiam o melhoramento genético do feijoeiro são o tempo de cozimento, as características de hidratação, o conteúdo protéico e o balanço em aminoácidos de sua proteína, influenciados diretamente pelo fator genético (Durigan et al., 1978) e a interação genótipo x ambiente (Bressani, 1989).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca, quanto a características agrônômicas e tecnológicas.

Material e Métodos

Foram realizados dois experimentos na época das águas, nos anos de 2001 e 2002, na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, Campus de Botucatu, localizada no Município de São Manuel, SP, em área anteriormente ocupada com a cultura de aveia, num solo apresentando 80 e 20 g kg⁻¹ de areia e argila, respectivamente. O local encontra-se a 22°45' S, 48°34' O, com altitude de 750 m. Os dados climáticos encontram-se na Figura 1.

A análise química do solo (0–20 cm) em 2001 revelou os seguintes resultados: P, 20 mg dm⁻³; MO, 11 g dm⁻³; pH em CaCl₂, 5,1; K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, 1,4, 15, 5, 28, 21,4 e 49,4 mmol_c dm⁻³, respectivamente, e 43% de V (saturação por bases). Aplicou-se calcário em 12/6/2001, objetivando elevar a saturação por bases a 70%. O calcário foi o dolomítico com PRNT de 91% na dose de 1,5 t ha⁻¹. No ano de 2002, a análise química do solo apresentou os seguintes valores: P, 42 mg dm⁻³; MO, 14 g dm⁻³; pH em CaCl₂, 6,3; K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, 2,5, 29, 14, 15, 46 e 60 mmol_c dm⁻³, respectivamente, e V% igual a 76, sem necessidade de aplicação de calcário.

Aplicaram-se, nos sulcos de semeadura, 300 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 4–14–8 + 0,4% de boro. Foram realizadas duas adubações de cobertura: a primeira aos 26 dias após a semeadura (DAS) e a segunda com 45 DAS, utilizando-se 70 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 20–0–20 em cada aplicação, nos dois anos de experimentação.

As semeaduras foram realizadas manualmente em 16/8/2001 e 19/8/2002, utilizando-se 18 sementes por metro, com espaçamento entre linhas de 0,50 m (240.000 plantas ha⁻¹).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 29 genótipos de feijoeiro do grupo

comercial Carioca, com quatro repetições, com parcela experimental constituindo-se de 4 linhas de 4 m de comprimento, com espaços de 0,50 m. A área útil de 3 m² era formada pelas duas linhas centrais, eliminando-se 0,5 m das extremidades de cada linha.

Os genótipos de feijão utilizados foram: Carioca, Pérola, IAC-Carioca, IAC-Carioca Eté, IAC-Carioca Pyatã, IAC-Carioca Aruã, Campeão 2, Carioca Precoce, FT-Bonito, Rudá, Aporé, Princesa, IAPAR 14, IAPAR 80, IAPAR 81, Porto Real, CNFC 8005, CNFC 8006, CNFC 8007, CNFC 8008, CNFC 8009, CNFC 8010, CNFC 8011, CNFC 8012, CNFC 8013, CNFC 8156, RELAV 37-19, MA 534534 e EL 49.

As irrigações foram efetuadas utilizando-se sistema do tipo aspersão convencional, com turno de rega de cinco dias, sempre que necessário, tomando-se cuidado especial com as fases críticas da cultura como emergência de plântulas, floração e enchimento de vagens.

Foram avaliadas características agrônômicas (produtividade de grãos, índice relativo de produtividade de grãos, número de vagens/planta, número de grãos/vagem e massa de 100 grãos) e características tecnológicas dos grãos (teor de proteína bruta, tempo de cozimento, capacidade de hidratação e presença de grãos de casca dura que não hidrataram).

A produtividade de grãos foi estimada em kg ha⁻¹, em razão do rendimento de grãos na área útil de cada parcela experimental e o índice relativo (%), expresso para cada genótipo em relação às cultivares Carioca e Pérola.

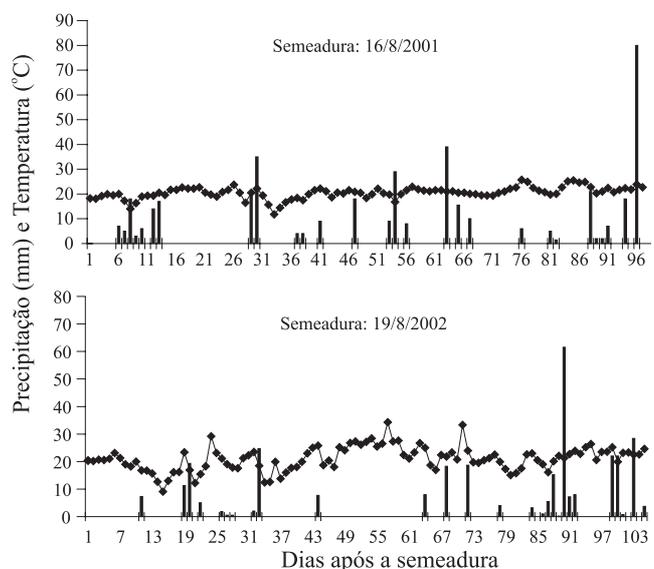


Figura 1. Precipitação pluvial (■) e temperatura média (◆) ocorridas em experimento de genótipos de feijão em São Manuel, SP, em 2001 e 2002.

Para obtenção dos componentes de produção, número de vagens/planta, número de grãos/vagem e massa de 100 grãos, foram coletadas ao acaso 10 plantas na área útil de cada parcela experimental.

O teor de proteína bruta (PB%) foi determinado pela fórmula $PB = N \text{ total} \times 6,25$, em que N total é o teor de N nos grãos, obtido pelo método de Kjeldahl (Sarruge & Haag, 1974).

O tempo de cozimento (minutos) foi determinado em grãos-recém colhidos (10 dias após a colheita) com o auxílio do Cozedor de Mattson. Todas as partes do aparelho, compreendidas pelos receptáculos e estiletos, ficam dentro de água quente, mantida em nível constante; a média da temperatura da água, verificada periodicamente, foi de 96°C, nos dois anos de experimentação (Durigan, 1979).

A capacidade de hidratação foi determinada em amostras de 50 g colocadas em água destilada durante 12 horas. Nas primeiras quatro horas, o volume de água foi determinado a cada 30 minutos e nas 8 horas restantes, a cada hora. Ao final do tempo previsto para a hidratação, a água foi totalmente drenada e os grãos pesados. Por meio da diferença entre o peso final e o peso inicial, obteve-se a quantidade de água absorvida na amostra. Os grãos com casca dura ("hardshell") que não hidrataram foram pesados separadamente para determinar sua porcentagem, calculada pela relação entre o peso de grãos não hidratados e o peso inicial da amostra, multiplicado por 100 (Durigan, 1979). Durante a condução do teste, verificou-se que a temperatura média da água foi de 25°C nos dois anos de experimentação.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F, e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Realizou-se análise de regressão entre o tempo (horas) e a capacidade de hidratação (mL), visando determinar o tempo necessário para que a máxima hidratação dos grãos dos genótipos de feijão ocorra. Em relação aos grãos com casca dura que não hidrataram, não foi realizada análise estatística.

Resultados e Discussão

A produtividade de grãos variou de 2.151 kg ha⁻¹ a 3.623 kg ha⁻¹ no ano de 2001 e de 1.449 kg ha⁻¹ a 3.412 kg ha⁻¹ no ano de 2002 (Tabela 1). Carbonell et al. (2003) obtiveram produtividades acima de 3.000 kg ha⁻¹, no Estado de São Paulo na safra das águas de 2001 e

2002, e a produtividade média de dezoito genótipos de feijão foi de 2.700 kg ha⁻¹.

Em produtividade de grãos, destacaram-se no ano de 2001, os genótipos IAC-Carioca, FT-Bonito, Rudá, Princesa, IAPAR 80, IAPAR 81, Porto Real, CNFC 8005, CNFC 8006, CNFC 8007, CNFC 8008, CNFC 8010, CNFC 8011, CNFC 8012, CNFC 8013, CNFC 8156 e o RELAV 37-19, com produtividade acima da média (2.833 kg ha⁻¹) e índices relativos superiores aos das cultivares testemunhas Carioca e Pérola. Já os genótipos IAC-Carioca e CNFC 8010 apresentaram produtividade acima de 3.500 kg ha⁻¹, com número de vagens por planta e número de grãos por vagem, acima da média (Tabela 2). No ano de 2002, obtiveram produtividades de grãos acima da média (2.318 kg ha⁻¹), os genótipos Carioca, IAC-Carioca, FT-Bonito, Rudá, Porto Real, CNFC 8008, CNFC 8009, CNFC 8011, CNFC 8012, CNFC 8013, CNFC 8156 e MA 534534, todos com índices relativos acima da testemunha Pérola. Apenas os genótipos CNFC 8009, CNFC 8012 e CNFC 8156 apresentaram índices relativos acima da cultivar testemunha Carioca. Já os genótipos CNFC 8012 e CNFC 8156 tiveram produtividades acima de 3.000 kg ha⁻¹, com massa de 100 grãos e número de grãos superiores à média (Tabela 2).

Esses resultados mostram que a produtividade de grãos está correlacionada com o número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de grãos, que são, portanto, variáveis importantes na seleção de genótipos produtivos. A variação dos componentes da produção do feijoeiro colabora com a manutenção da estabilidade da produtividade de grãos, ou seja, no caso de um desses componentes ser prejudicado por qualquer fator, outro componente se eleva, estabilizando a produtividade (Costa et al., 1983; Coimbra et al., 1999).

No ano de 2001, a temperatura média foi mais favorável ao desenvolvimento do feijoeiro, ficando em torno de 22°C ao longo do ciclo (Figura 1). Situação diferente ocorreu no ano de 2002, quando a temperatura média oscilou bastante. Com aproximadamente 15 DAS, verificou-se temperatura média próxima a 10°C e, a partir de 48 DAS, observou-se temperatura média acima de 30°C aproximando-se de 40°C aos 57 e 72 DAS, coincidindo com as fases reprodutivas do florescimento pleno, início da formação das vagens e enchimento das vagens. Essas condições interferiram no número de grãos por vagens que foi de 3,3 na média, sendo muito inferior ao obtido no ano anterior (4,5 grãos por vagem), concordando com os resultados de Didonet (2002), que ve-

rificou o efeito maléfico de altas temperaturas nesse componente da produção.

Houve diferença significativa entre os genótipos de feijão em relação ao teor de proteína bruta e o tempo de cozimento nos dois anos (Tabela 3).

O teor de proteína bruta variou de 18,6% (Rudá) a 23,8% (Porto Real e EL 49) e de 17,0% (CNFC 8007 e CNFC 8011) a 21,8% (EL 49) nos anos de 2001 e 2002, respectivamente. Entre os genótipos avaliados, apenas Campeão 2, Rudá e IAPAR 81 não apresentaram teor de proteína bruta acima de 20% no ano de 2001. Já em 2002, apenas os genótipos Carioca, CNFC 8005 e EL 49 apresentaram teor de proteína acima de 20,0%. Esses mesmos genótipos apresentaram teor de proteína bruta médio superior a esse valor nos dois anos.

Os teores protéicos dos grãos foram semelhantes aos obtidos por Párraga et al. (1981) e inferiores aos obtidos por Pimentel et al. (1988). Segundo Lajolo et al. (1996), na composição centesimal do feijão, o conteúdo protéico é variável em razão do local de cultivo, de fatores ambientais e da própria cultivar. No entanto, os

genótipos que apresentaram os maiores teores de proteína nem sempre sobressaíram-se nas outras características avaliadas, especialmente em relação à produtividade de grãos, tais como os genótipos Porto Real e EL 49, no ano de 2001. Já os genótipos IAC-Carioca e CNFC 8010 proporcionaram as maiores produtividades em 2001, mas o teor de proteína bruta foi igual entre si e abaixo da média experimental. Em 2002, os genótipos CNFC 8005 e EL 49 proporcionaram teores de proteína bruta acima de 21,0% e produtividade de grãos abaixo da média experimental. Esses resultados corroboram os dados de Bressani (1989) e Pompeu (1993), ou seja, o teor de proteína bruta é inversamente proporcional à produtividade de grãos.

Quanto ao tempo de cozimento, destacaram-se com valores inferiores a 20 minutos, nos dois anos, os genótipos Carioca, IAC-Carioca Eté, Princesa, IAPAR 14, IAPAR 80, Porto Real, CNFC 8006, CNFC 8013 e MA 534534. Já o genótipo CNFC 8005 obteve o maior tempo de cozimento nos dois anos, de 25 e 23 minutos, respectivamente. No entanto, o tempo de

Tabela 1. Produtividade de grãos e índices relativos em relação à cultivar Carioca (IRC) e à cultivar Pérola (IRP) de genótipos de feijão, cultivados na época das águas⁽¹⁾.

Genótipos	Produtividade (kg ha ⁻¹)		IRC (%)		IRP (%)	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Carioca	2.462hijk	2.940abc	100	100	93	155
Pérola	2.661efghi	1.900ghij	108	65	100	100
IAC-Carioca	3.555ab	2.511bcdefg	144	85	134	132
IAC-Carioca Eté	2.363ijk	1.596ij	96	54	89	84
IAC-Carioca Pyatã	2.655efghi	1.449j	108	49	100	76
IAC-Carioca Aruã	2.237jk	2.046fghij	91	70	84	108
Campeão 2	2.581fghij	2.130defghi	105	72	97	112
Carioca Precoce	2.151k	1.878hij	87	64	81	99
FT-Bonito	2.862cdefgh	2.701bcde	116	92	108	142
Rudá	3.029cde	2.714bcde	123	92	114	143
Aporé	2.545ghijk	2.122efghi	103	72	96	112
Princesa	2.895cdefg	2.000fghij	118	68	109	105
IAPAR 14	2.689defghi	2.199defghi	109	75	101	116
IAPAR 80	3.132c	2.090efghi	127	71	118	110
IAPAR 81	3.114c	2.178defghi	126	74	117	115
Porto Real	2.946cdefg	2.896abc	120	99	111	152
CNFC 8005	2.947cdefg	1.449j	120	49	111	76
CNFC 8006	2.931cdefg	2.155defghi	119	73	110	113
CNFC 8007	3.183bc	2.222defghi	129	76	120	117
CNFC 8008	3.042cde	2.754bcd	124	94	114	145
CNFC 8009	2.237jk	2.946abc	91	100	84	155
CNFC 8010	3.623a	2.029fghij	147	69	136	107
CNFC 8011	3.000cde	2.585bcdef	122	88	113	136
CNFC 8012	3.086cd	3.412a	125	116	116	180
CNFC 8013	2.977cdef	2.364cdefgh	121	80	112	124
CNFC 8156	3.192bc	3.073ab	130	105	120	162
RELAV 37-19	2.920cdefg	2.138defghi	119	73	110	113
MA 534534	2.691defghi	2.598bcdef	109	88	101	137
EL 49	2.464hijk	2.144defghi	100	73	93	113

⁽¹⁾Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; os coeficientes de variação em relação à produtividade de grãos foram de 5,3% e 9,9%, respectivamente, nos anos 2001 e 2002.

cozimento dos diferentes genótipos variou de 15 a 25 minutos e de 15 a 23 minutos em relação aos anos de 2001 e 2002, respectivamente, com variação de 10 e 8 minutos.

O tempo de cozimento do feijão é influenciado pela cultivar (Durigan et al., 1978; Pimentel et al., 1988; Vieira et al., 1989; Cazetta et al., 1995), tempo transcorrido após a colheita e histórico do armazenamento (Chiaradia & Gomes, 1997; Ramos Júnior, 2002), além das condições ambientais (Bressani, 1989; Lam-Sanchez et al., 1990), do sistema e da temperatura utilizados no processo de cocção.

No ano de 2001, em apenas sete genótipos houve a presença de grãos de casca dura (“hardshell”) sem capacidade de absorver água, cuja porcentagem variou de 0,1 a 0,5%. Em 2002, 15 materiais apresentaram casca dura que variou de 1,0% a 1,6%. Esses valores são considerados baixos ou de reduzida intensidade, mostrando de forma geral, que o grupo de genótipos apresentou comportamento favorável quanto a essa característica. Moreno & Lopez (1992) relataram que, para prevenir a ocorrência de casca dura, indica-se o armazenamento

sob temperaturas inferiores a 17°C, umidade relativa abaixo de 55% e umidade de grãos em torno de 8%.

As equações de regressão entre o tempo de hidratação e a quantidade de água absorvida para os genótipos de feijão evidenciaram que o período de máxima hidratação variou de 8 horas e 25 minutos a 15 horas e 44 minutos e de 8 horas e 8 minutos a 14 horas e 28 minutos para os anos de 2001 e 2002, respectivamente, tendo portanto variação de 7 horas e 19 minutos e 6 horas e 20 minutos, considerados elevados (Tabelas 4 e 5). No entanto, todos os genótipos, até mesmo aqueles que necessitaram de mais tempo para atingir a máxima hidratação, com exceção da cultivar IAC-Carioca Pyatã, podem ser considerados de comportamento satisfatório. Assim, Durigan et al. (1978) observaram que não há relação entre capacidade de hidratação com o tempo de cozimento, sugerindo que a mesma cultivar de feijão pode apresentar péssimas características de hidratação, mas ótimo comportamento quanto ao seu cozimento, ou vice-versa. No entanto,

Tabela 2. Número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos de genótipos de feijão, cultivados na época das águas⁽¹⁾.

Genótipos	Vagens/planta		Grãos/vagem		Massa de 100 grãos (%)	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Carioca	11,6abcd	16,3bcd	4,8	3,5ab	26,2ab	28,5bcdefghi
Pérola	12,2abcd	9,3bc	3,8	2,5ab	30,4ab	35,8a
IAC-Carioca	13,3abcd	17,5bcd	4,5	3,0ab	23,8b	30,0bcdef
IAC-Carioca Eté	11,3bcd	15,3cd	3,8	2,8ab	23,7b	23,5k
IAC-Carioca Pyatã	10,8bcd	20,3abc	4,0	1,8b	23,6b	24,5ijk
IAC-Carioca Aruã	12,8abcd	18,5bcd	4,0	3,0ab	21,8b	26,3efghijk
Campeão 2	14,3abcd	16,8bcd	4,5	2,8ab	27,0ab	31,0bcd
Carioca Precoce	13,7abcd	16,3bcd	4,8	3,5ab	25,3ab	25,5ghijk
FT-Bonito	10,4cd	19,5bc	4,8	3,3ab	26,2ab	30,5bcde
Rudá	15,0abcd	20,5abc	4,0	3,5ab	21,6b	27,0defghilk
Aporé	12,1abcd	13,8cd	4,3	3,3ab	28,6ab	32,3ab
Princesa	17,5a	14,8cd	4,5	4,0a	23,1b	24,8ijk
IAPAR 14	14,5abcd	19,0bc	4,0	3,0ab	24,6b	25,8fghijk
IAPAR 80	14,8abcd	17,8bcd	4,5	2,8ab	23,8b	27,8cdefghijk
IAPAR 81	11,9abcd	16,8bcd	4,5	3,5ab	25,7ab	29,8bcdefg
Porto Real	15,8abc	24,3ab	4,8	3,5ab	25,6ab	29,3bcdefgh
CNFC 8005	12,6abcd	10,0d	4,3	2,8ab	29,6ab	29,5bcdefgh
CNFC 8006	14,1abcd	21,3abc	4,3	3,5ab	24,0b	24,8ijk
CNFC 8007	12,7abcd	13,5cd	5,0	4,0a	23,2b	26,3efghijk
CNFC 8008	11,2bcd	16,8bcd	5,0	3,8a	27,4ab	31,0bcd
CNFC 8009	16,0ab	15,0cd	4,0	3,8a	35,5a	29,3bcdefgh
CNFC 8010	11,7abcd	14,3cd	5,0	3,5ab	24,6b	25,3hijk
CNFC 8011	12,6abcd	17,8bcd	5,0	4,0a	24,2b	24,8ijk
CNFC 8012	10,7bcd	13,5cd	5,3	3,5ab	25,9ab	28,0bcdefghij
CNFC 8013	11,2bcd	16,8bcd	4,3	3,0ab	21,7b	24,0jk
CNFC 8156	12,3abcd	13,8cd	4,8	3,8a	24,0b	27,5defghijk
RELAV 37-19	12,6abcd	16,5bcd	4,8	4,0a	25,1ab	27,8cdefghijk
MA 534534	13,4abcd	28,5a	3,8	3,0ab	25,0ab	28,5bcdefghi
EL 49	9,4d	16,0bcd	4,5	3,0ab	30,1ab	32,0abc
CV (%)	16,83	18,5	14,17	20,96	15,21	5,64

⁽¹⁾Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Teor de proteína bruta, tempo para cozimento e grãos de casca dura que não reidrataram em genótipos de feijão, cultivados na época das águas⁽¹⁾.

Genótipos	Teor de proteína bruta (%)		Tempo para cozimento (min)		Grãos de casca dura (%)	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Carioca	21,5ab	21,0abc	15f	16fg	0,0	0,1
Pérola	21,9ab	19,0abcd	20bcde	21abcd	0,0	0,4
IAC-Carioca	21,6ab	18,5abcd	20bcde	21abcd	0,4	0,0
IAC-Carioca Eté	21,1ab	19,5abcd	17d	16efg	0,0	0,3
IAC-Carioca Pyatã	22,2ab	18,5abcd	20bcde	21abcd	0,1	1,3
IAC-Carioca Aruã	22,2ab	17,5d	21abcd	19bcdef	0,0	0,0
Campeão 2	19,4ab	17,3cd	21abcd	21abcd	0,0	0,1
Carioca Precoce	22,4ab	18,8abcd	17d	21abcd	0,2	0,3
FT-Bonito	21,2ab	18,3abcd	19bcdef	20abcd	0,0	0,0
Rudá	18,6b	17,3cd	20bcde	20abcd	0,0	0,3
Aporé	23,4ab	18,8abcd	23ab	22abc	0,0	0,0
Princesa	22,0ab	17,5cd	18cdef	19bcdef	0,0	0,4
IAPAR 14	21,8ab	17,3cd	18cdef	19bcdef	0,0	0,1
IAPAR 80	20,7ab	18,5abcd	15f	15g	0,0	0,0
IAPAR 81	19,5ab	17,8bcd	20bcde	21abcd	0,0	0,5
Porto Real	23,8a	18,0abcd	16ef	18defg	0,0	0,3
CNFC 8005	22,3ab	21,5ab	25a	23a	0,5	0,0
CNFC 8006	22,1ab	18,0abcd	19bcdef	18cdefg	0,0	0,5
CNFC 8007	20,5ab	17,0d	20bcde	20abcd	0,0	0,0
CNFC 8008	22,7ab	17,3cd	21abcd	21abcd	0,4	0,3
CNFC 8009	22,7ab	19,0abcd	23ab	21abcd	0,0	0,0
CNFC 8010	20,3ab	19,3abcd	20bcde	21abcd	0,4	1,6
CNFC 8011	20,0ab	17,0d	21abcd	21abcd	0,0	0,0
CNFC 8012	22,3ab	19,5abcd	20bcde	20abcd	0,0	0,0
CNFC 8013	21,6ab	17,8bcd	17def	18bcdefg	0,0	0,0
CNFC 8156	21,9ab	18,5abcd	20bcde	20abcd	0,0	0,0
RELAV 37-19	23,2ab	19,5abcd	22abc	22abc	0,5	0,2
MA 534534	20,7ab	18,5abcd	18cdef	19bcdef	0,0	0,0
EL 49	23,8a	21,8a	22abc	22abc	0,0	0,0
CV (%)	7,4	7,8	8,86	6,99	-	-

⁽¹⁾Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Regressão entre o tempo para hidratação e a quantidade de água absorvida pelos grãos de genótipos de feijão, cultivados na época das águas no ano de 2001.

Genótipos	Equação de regressão ⁽¹⁾	R ²	Tempo de máxima hidratação (horas:minutos)
Carioca	$Y = 10,2175 + 7,5976X - 0,4334X^2$	0,8939	8:46
Pérola	$Y = 7,5852 + 8,1180X - 0,4312X^2$	0,9535	9:25
IAC-Carioca	$Y = 6,0461 + 7,4547X - 0,3512X^2$	0,9809	10:37
IAC-Carioca Eté	$Y = 2,7006 + 7,3917X - 0,3466X^2$	0,9902	10:40
IAC-Carioca Pyatã	$Y = 0,1122 + 5,8059X - 0,1844X^2$	0,9928	15:44
IAC-Carioca Aruã	$Y = 13,8334 + 7,4688X - 0,4311X^2$	0,8438	8:40
Campeão 2	$Y = 9,9154 + 8,2297X - 0,4755X^2$	0,9078	8:39
Carioca Precoce	$Y = 8,2496 + 8,1508X - 0,4638X^2$	0,9311	8:47
FT-Bonito	$Y = 8,4378 + 7,7648X - 0,4079X^2$	0,9382	9:31
Rudá	$Y = 8,4761 + 8,2560X - 0,4637X^2$	0,9261	8:54
Aporé	$Y = 8,5102 + 8,7954X - 0,5176X^2$	0,9337	8:30
Princesa	$Y = 7,0512 + 7,3855X - 0,3562X^2$	0,9714	10:22
IAPAR 14	$Y = 4,4432 + 8,0354X - 0,4010X^2$	0,9857	10:01
IAPAR 80	$Y = 11,4165 + 8,0190X - 0,4627X^2$	0,9009	8:40
IAPAR 81	$Y = 9,2456 + 8,6070X - 0,5114X^2$	0,9180	8:25
Porto Real	$Y = 8,1153 + 7,3664X - 0,3707X^2$	0,9601	9:56
CNFC 8005	$Y = 9,3331 + 8,2901X - 0,4678X^2$	0,9276	8:52
CNFC 8006	$Y = 8,2499 + 7,8711X - 0,4291X^2$	0,9522	9:10
CNFC 8007	$Y = 4,6526 + 8,1678X - 0,4322X^2$	0,9770	9:27
CNFC 8008	$Y = 8,9476 + 8,0756X - 0,4577X^2$	0,9219	8:49
CNFC 8009	$Y = 6,5305 + 8,8070X - 0,5055X^2$	0,9530	8:43
CNFC 8010	$Y = 4,2506 + 7,1035X - 0,3322X^2$	0,9843	10:41
CNFC 8011	$Y = 11,6785 + 7,9690X - 0,4555X^2$	0,8921	8:45
CNFC 8012	$Y = 3,6308 + 7,7142X - 0,3814X^2$	0,9866	10:07
CNFC 8013	$Y = 12,1230 + 7,3405X - 0,4130X^2$	0,8748	8:53
CNFC 8156	$Y = 7,5689 + 8,9908X - 0,5125X^2$	0,9573	8:46
RELAV 37-19	$Y = 5,8485 + 8,3882X - 0,4420X^2$	0,9718	9:29
MA 534534	$Y = 11,7146 + 7,8681X - 0,4517X^2$	0,8869	8:43
EL 49	$Y = 3,2527 + 7,4443X - 0,3487X^2$	0,9913	10:40

⁽¹⁾X: tempo para hidratação (horas); Y: quantidade de água absorvida (mL).

Tabela 5. Regressão entre o tempo para hidratação e a quantidade de água absorvida pelos grãos de genótipos de feijão, cultivados na época das águas no ano de 2002.

Genótipos	Equação de regressão ⁽¹⁾	R ²	Tempo de máxima hidratação (horas: minutos)
Carioca	$Y = 8,8681 + 8,2250X - 0,4869X^2$	0,9307	8:26
Pérola	$Y = 6,1708 + 8,0215X - 0,4185X^2$	0,9726	9:35
IAC-Carioca	$Y = 6,5353 + 8,5350X - 0,4557X^2$	0,9623	9:22
IAC-Carioca Eté	$Y = 3,5115 + 7,5255X - 0,3719X^2$	0,9895	10:07
IAC-Carioca Pyatã	$Y = 2,2345 + 5,7241X - 0,1979X^2$	0,9860	14:28
IAC-Carioca Aruã	$Y = 16,5780 + 7,4689X - 0,4595X^2$	0,7688	8:08
Campeão 2	$Y = 8,8021 + 7,7306X - 0,4263X^2$	0,9330	9:08
Carioca Precoce	$Y = 6,8211 + 7,0480X - 0,3602X^2$	0,9550	9:47
FT-Bonito	$Y = 12,2326 + 7,6905X - 0,4383X^2$	0,8764	8:47
Rudá	$Y = 7,9306 + 7,5455X - 0,4044X^2$	0,9484	9:20
Aporé	$Y = 7,7070 + 8,5326X - 0,4761X^2$	0,9279	8:46
Princesa	$Y = 6,1290 + 6,7975 - 0,3198X^2$	0,9597	10:38
IAPAR 14	$Y = 5,2147 + 8,5991X - 0,5010X^2$	0,9566	8:35
IAPAR 80	$Y = 15,5380 + 6,3162X - 0,3519X^2$	0,7846	8:59
IAPAR 81	$Y = 9,7349 + 7,5362X - 0,4233X^2$	0,9157	8:54
Porto Real	$Y = 5,3507 + 6,8229X - 0,3241X^2$	0,9772	8:41
CNFC 8005	$Y = 10,3097 + 8,0218X - 0,4619X^2$	0,9058	10:32
CNFC 8006	$Y = 8,4725 + 6,6725X - 0,3336X^2$	0,9360	10:00
CNFC 8007	$Y = 13,4833 + 7,9464X - 0,4800X^2$	0,8342	8:17
CNFC 8008	$Y = 10,7731 + 8,4658X - 0,5053X^2$	0,9017	8:23
CNFC 8009	$Y = 10,1810 + 7,7535X - 0,4381X^2$	0,9051	8:51
CNFC 8010	$Y = 6,1798 + 7,8583X - 0,4276X^2$	0,9562	9:41
CNFC 8011	$Y = 6,8835 + 7,8583X - 0,4276X^2$	0,9537	9:11
CNFC 8012	$Y = 2,6410 + 6,8444X - 0,3121X^2$	0,9900	10:58
CNFC 8013	$Y = 9,6371 + 7,1584 X - 0,3922X^2$	0,9196	9:08
CNFC 8156	$Y = 10,4024 + 7,7044X - 0,4221X^2$	0,9098	9:08
RELAV 37-19	$Y = 10,4147 + 7,1923X - 0,3938X^2$	0,8920	9:08
MA 534534	$Y = 9,4905 + 7,6508 X - 0,4213X^2$	0,9194	9:05
EL 49	$Y = 9,3078 + 7,9279X - 0,4416X^2$	0,9215	8:59

⁽¹⁾X: tempo para hidratação (horas); Y: quantidade de água absorvida (mL).

Lam-Sanchez et al. (1990) concluíram que diferentes épocas de semeadura afetaram as características de hidratação e o tempo de cozimento dos grãos de cultivares de feijão. Na época da seca, verificaram altos valores de grãos com casca dura nas cultivares Ayso e Carioca 80, 19,5% e 7,4%, respectivamente. Já na época das águas, a porcentagem destes grãos foi quase nula, a não ser na cultivar Paraná-1 que apresentou 4,5%.

Conclusões

1. Os genótipos IAC-Carioca, FT-Bonito, Rudá, Porto Real, CNFC 8008, CNFC 8011, CNFC 8012, CNFC 8013 e CNFC 8156 são os mais produtivos.

2. Os genótipos IAC-Carioca, CNFC 8012 e CNFC 8156 apresentam alta produtividade e reduzido tempo para cozimento.

Agradecimentos

À Embrapa Arroz e Feijão, pela cessão das sementes dos genótipos; à Fapesp pelas bolsas concedidas aos autores Ricardo Soares de Oliveira e Tiago Roque Benetoli da Silva.

Referências

- BRESSANI, R. Revision sobre la calidad del grano de frijol. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.39, p.419-442, 1989.
- CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J.A.; DIAS, L.A.S.; GONÇALVES, C.; ANTONIO, C.B. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.60, p.69-77, 2001.
- CARBONELL, S.A.M.; ITO, M.F.; AZEVEDO FILHO, J.A. de; SARTORI, J.A. Cultivares comerciais de feijoeiro para o Estado de São Paulo: características e melhoramento. In: DIA DE CAMPO DE FEIJÃO, 19., 2003, Capão Bonito. **Anais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2003. p.5-27. (Documentos IAC, 71).
- 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**, v.35, p.321-329, 2000.
- CAZETTA, J.O.; KANESHIRO, M.A.B.; FALEIROS, R.R.S.; DURIGAN, J.F. Comparação de aspectos químicos e tecnológicos de grãos verdes e maduros de guandu com os de feijão e ervilha. **Alimentos e Nutrição**, v.6, p.39-53, 1995.
- CHIARADIA, A.C.N.; GOMES, J.C. **Feijão**: química, nutrição e tecnologia. Viçosa: UFV, 1997. 180p.
- 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**, v.29, p.213-218, 1999.

- COSTA, J.G.C.; KOHASHI-SHIBATA, J.; COLIN, S.M. Plasticidade no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, p.159-167, 1983.
- DIDONET, A.D. **Respostas da cultivar de feijoeiro comum Pérola ao choque térmico com altas temperaturas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAP, 2002. 3p. (Comunicado Técnico, 39).
- DUARTE, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.25-32, 1994.
- DURIGAN, J.F. **Influência do tempo e das condições de estocagem sobre as propriedades químicas, físico-mecânicas e nutricionais do feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Campinas, 1979. 81p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Campinas, Campinas.
- 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**, v.6, p.215-224, 1978.
- FERREIRA, C.M.; DEL PELOSO, M.J.; FARIA, L.C. **Feijão na economia nacional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAP, 2002. 47p. (Documentos, 135).
- IADEROZA, M.; SALES, A.M.; BALDINI, V.L.S.; SARTORI, M.R.; FERREIRA, V.L.P. Atividade de polifenoloxidase e alterações da cor e dos teores de taninos condensados em novas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante o armazenamento. **Coletânea ITAL**, v.19, p.154-164, 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: Potafos, 1996. p.23-56.
- LAM-SANCHEZ, A.; DURIGAN, J.F.; CAMPOS, S.L.; SILVESTRE, S.R.; PEDROSO, P.A.C.; BANZATTO, D.A. Efeitos da época de semeadura sobre a composição química e características físico-químicas de grãos de *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus angularis* (Wild) Wright e *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Alimentos e Nutrição**, v.2, p.35-44, 1990.
- MORENO, C.R.; LOPEZ, O.P. Endurecimento del frijol común. **Cuadernos del Nutricion**, v.15, p.17-32, 1992.
- 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**, v.5, p.7-17, 1981.
- 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**, v.10, 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, 1993. p.111-155.
- RAMOS JÚNIOR, E.U. **Componentes do rendimento, qualidade de sementes e características tecnológicas em cultivares de feijoeiro**. 2002. 72p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de São Paulo, Botucatu.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: Esalq, 1974. 56p.
- SAWAZAKI, H.E.; TEIXEIRA, J.P.F.; MORAES, R.M.; BULISANI, E.A. Modificações bioquímicas e físicas em grãos de feijão durante o armazenamento. **Bragantia**, v.44, p.375-390, 1985.
- VIEIRA, R.F.; ROMEIRO, E.M.C.; SOUZA, L.R.P.; DONZELLI, M.F.; VIEIRA, V. Tempo de cocção, rendimento alimentar e aceitabilidade de feijões secos dos gêneros *Vigna* e *Phaseolus*. **Revista Ceres**, v.36, p.525-537, 1989.
- YOKOYAMA, L.P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, T. Aspectos socioeconômicos da cultura. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.2-4.
- ZIMMERMANN, M.J.O.; CARNEIRO, J.E.S.; DEL PELOSO, M.J.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; PEREIRA, P.A.A. Melhoramento genético e cultivares. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.223-273.

Recebido em 29 de setembro de 2003 e aprovado em 22 de dezembro de 2003