

QUALIDADE NUTRICIONAL E TECNOLÓGICA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO CULTIVADOS EM DIFERENTES SAFRAS AGRÍCOLAS (1)

ROGÉRIO FARINELLI (2); LEANDRO BORGES LEMOS (2,3*)

RESUMO

O feijão é um dos alimentos mais produzidos em todo o território nacional, sendo intensa a busca por cultivares produtivas, adaptadas ao local de cultivo e com boas características culinárias. Assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o comportamento de genótipos de feijoeiro, quanto ao teor de proteína, tempo para cozimento e capacidade de hidratação dos grãos. O experimento foi desenvolvido em três safras, correspondendo às épocas da "seca" 2005, das "águas" 2005 e da "seca" 2006. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 24 tratamentos, representados pelos genótipos de feijoeiro dos grupos comerciais Carioca e Preto, com quatro repetições. Os grãos de feijão produzidos na safra das "águas" 2005 tiveram maior tempo médio para cozimento, menor teor de proteína bruta e maior tempo para máxima hidratação. Os genótipos LP 98-20 e CNFC 9494 (Grupo comercial Carioca), como também as cultivares Graúna e IAC Una (Grupo comercial Preto) destacaram-se quanto ao menor tempo para cozimento nas três safras estudadas, enquanto Gen 96A10, CNFC 9484 (Ambos do grupo comercial Carioca) e CNFP 10138 (Grupo comercial Preto) destacaram-se em relação aos demais pela baixa porcentagem de grãos de casca dura e menor tempo para a máxima hidratação dos grãos.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, proteína bruta, tempo para cozimento, grãos de casca dura e interação genótipo x ambiente

ABSTRACT

NUTRITIONAL AND TECHNOLOGICAL QUALITY OF COMMON BEAN GENOTYPES CULTIVATED IN DIFFERENT SEASONS

The common bean is one of the most cultivated crops in the Brazil, and thus, the search for cultivars that are more productive, adapted to the environment and have good cooking characteristics is intense. The objective of this study was to assess the behavior of different common bean genotypes in relation to protein content, cooking time and hydration capacity. The experiment was carried out during three successive crop seasons, including the dry and rainy seasons of 2005 and the dry season of 2006. The experiment was designed in a randomized blocks, with 24 treatments represented by the common bean genotypes (Carioca and Black commercial groups), with four replications. Beans produced during the rainy season of 2005 had the longest cooking time, the lowest protein content and the longest time for maximum hydration. Genotypes LP 98-20 and CNFC 9494 (Carioca commercial group), as well as the Graúna and IAC Una cultivars (Black commercial group) showed the shortest cooking time in all crop seasons, while Gen 96A10, CNFC 9484 (Carioca commercial group) and CNFP10138 (Preto commercial group) showed low percentage of hardshell grains and shorter time to maximum hydration.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, protein content, cooking time, hardshell and genotype x environment interaction.

(1) Recebido para publicação em 17 de julho de 2009 e aceito em 21 de janeiro de 2010.

(2) Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), 14884-000, Jaboticabal (SP). E-mail: rfarinelli@fcav.unesp.br; leandrobl@fcav.unesp.br (*) Autor correspondente.

(3) Bolsista do CNPq.

Gradativamente, as atividades de pesquisa procuram promover a divulgação de cultivares com características tecnológicas dos grãos de acordo com a preferência do mercado consumidor, como menor tempo para cozimento, tamanho, formato e coloração do tegumento desejáveis, capacidade de hidratação, menor presença de grãos de casca dura e melhor qualidade nutricional. Essas características são determinadas pelo genótipo e influenciadas pelas condições do ambiente durante o desenvolvimento da planta e dos grãos (CARBONELL et al., 2003; DALLA CORTE et al., 2003; RIBEIRO et al., 2008).

A identificação precoce de linhagens e cultivares de feijão com menor tempo para cozimento é indispensável, e a capacidade de hidratação dos grãos tem sido utilizada para verificar tal ocorrência, dado o possível relacionamento entre esses parâmetros (GARCIA-VELA e STANLEY, 1989; LEMOS et al., 2004), o que tem sido contestado por vários autores (CARBONELL et al., 2003; RODRIGUES et al., 2005).

Vários trabalhos na literatura vêm demonstrando resultados importantes sobre as características tecnológicas e nutricionais de grãos de feijoeiro. CARBONELL et al. (2003), estudando diferentes ambientes no Estado de São Paulo, revelaram que os genótipos FT Porto Real, IAPAR 80, PF 902998, FT 901909 e Gen C97-10 foram superiores aos padrões (IAC Una, FT Nobre, IAC Carioca, IAC Carioca Eté e Pérola) quanto ao tempo para cozimento.

LEMOS et al. (2004) durante a safra das "águas" de dois anos agrícolas em São Manuel (SP) observaram diferenças significativas em relação ao teor de proteína e o tempo para cozimento de 29 genótipos de feijoeiro. Os genótipos Carioca e CNFC 8005 destacaram-se quanto ao teor proteico com valores superiores a 20%. O tempo para cozimento médio permaneceu em torno de 20 minutos, principalmente para IAC Carioca, CNFC 8012 e a CNFC 8156.

RAMOS JUNIOR et al. (2005), avaliando as características tecnológicas dos grãos verificaram que quanto ao tempo para cozimento, as cultivares proporcionaram valores entre 33 e 45 minutos, com média de 37 minutos. Com relação à hidratação dos grãos, não houve diferença entre as cultivares, com a relação entre a massa hidratada e a seca variando de 1,85 (Carioca Precoce) a 1,99 (Pérola).

Vale destacar que o período empregado para a hidratação dos grãos de feijão é muito variável na literatura disponível, podendo ser de 4 horas (RODRIGUES et al., 2005), 8 horas (RIBEIRO et al., 2008), 12 horas (LEMOS et al., 2004 e RAMOS JUNIOR et al., 2005) e de 16 horas (CARBONELL et al., 2003; DALLA CORTE et al., 2003), apesar de a metodologia oficial recomendar que seja de 18

horas, e que se utilize a relação de uma parte de grãos para quatro partes de água, em temperatura ambiente (GARCIA-VELA e STANLEY, 1989).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de genótipos de feijão semeados em diferentes épocas (seca e águas), quanto aos teores de proteína bruta, tempo para cozimento e capacidade de hidratação de seus grãos.

O trabalho foi desenvolvido em Botucatu (SP), localizado a 740 metros de altitude em Nitossolo Vermelho distrófico. Com uma semeadora-adubadora foram abertos sulcos distanciados entre si de 0,45 m, realizando-se simultaneamente a aplicação de 350 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 8-28-16 + 0,5% Zn. A semeadura foi efetuada de forma manual, utilizando-se 16 sementes por metro de sulco, sendo realizadas em 16 de fevereiro de 2005 (safra da "seca" 2005), em 6 de setembro de 2005 (safra das "águas" 2005) e em 15 de fevereiro de 2006 (safra da "seca" 2006).

Quanto ao atendimento das exigências de água pela cultura do feijoeiro utilizaram-se para todas as safras a irrigação convencional por aspersão, mediante as fases de desenvolvimento de maior necessidade, alternando turnos de rega de 4 a 5 dias, com uma lâmina de água de aproximadamente 25 mm.

A adubação de cobertura foi efetuada quando em 50% das plantas havia a 3.^a folha trifoliada desenvolvida, aplicando-se superficialmente em filete contínuo a 10 cm da linha da cultura e sem incorporação, 70 kg ha⁻¹ de N e de K₂O, utilizando, respectivamente, o formulado 20-0-20, seguida de irrigação com lâmina de água de 10 mm.

O delineamento experimental adotado, nas três safras, foi em blocos casualizados, com 24 tratamentos (genótipos de feijoeiro) e quatro repetições. Cada parcela experimental consistiu de quatro linhas com cinco metros de comprimento, espaçadas em 0,45 m, tendo-se como área útil as duas linhas centrais, eliminando-se 0,50 m das extremidades de cada linha.

As avaliações foram efetuadas aos 60 dias após a colheita, visto que as amostras de grãos foram previamente homogeneizadas, classificadas em peneira de furos oblongos 12/64 x 3/4" (4,76 x 19,05 mm), acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara seca a 25 °C e 35% a 40% de umidade relativa.

Calculou-se o teor de proteína bruta (PB%) multiplicando-se o teor de N total pelo fator 6,25. O teor de N total foi determinado utilizando-se o método da digestão sulfúrica, de acordo com SARRUGE e HAAG (1974).

O tempo para cozimento, expresso em minutos, foi determinado com o auxílio do cozedor de Mattson,

que consta de 25 estiletes verticais terminados em ponta de 1/16" mantidos submersos em água quente, a qual foi mantida em nível constante e a 96°C. O tempo para cozimento da amostra foi obtido quando 50% + 1 (14 estiletes) foram deslocados. Para essa determinação, os grãos foram previamente hidratados em água destilada, por 12 horas.

A capacidade de hidratação foi quantificada segundo método de DURIGAN (1979), em amostras de 50 g colocadas em água destilada durante 12 horas. Nas primeiras 4 horas, o volume de água absorvida foi determinado a cada 30 minutos e nas 8 horas restantes, a cada hora. No fim do tempo para a hidratação, a água foi totalmente drenada e os grãos pesados. A relação de hidratação foi determinada como a razão entre a massa após o término da avaliação e a massa inicial dos grãos. Os grãos não hidratados, denominados de "casca dura" (hard-shell) foram separados e pesados, com o valor expresso em porcentagem. Durante a realização

do teste, a temperatura média da água foi de 24 °C. Realizou-se a análise de regressão entre o tempo (horas) e a capacidade de hidratação (mL) para se determinar o tempo necessário para a máxima hidratação dos grãos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância individual, e posterior à análise conjunta, uma vez que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual não foi superior a sete (BANZATTO e KRONKA, 1995). Quando da presença de interações significativas, foram realizados os desdobramentos necessários. As médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de SCOTT-KNOTT (1974) para a avaliação dos efeitos dos genótipos e teste de Tukey para as safras, ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao teor protéico, apenas a cultivar FT Nobre manteve-se com maior valor do que os demais genótipos nas três safras (Tabela 1). De forma geral, os teores de proteína bruta permaneceram entre 16,3% e 23,9%, sendo os menores valores correspondentes aos

Tabela 1. Proteína bruta (%) e tempo para cozimento (minutos) de grãos de genótipos de feijoeiro, cultivados nas safras da "seca" 2005, das "águas" 2005 e da "seca" 2006, em Botucatu (SP)

Genótipos	Grupo Comercial	Proteína bruta			Tempo para cozimento		
		Seca 2005	Águas 2005	Seca 2006	Seca 2005	Águas 2005	Seca 2006
Gen 96A31-1-2-1-53-1	Carioca	20,9bA	16,4cB	18,5cB	15dB	19cA	14bB
Gen 96A55-P16-1-1	Preto	21,5aA	16,3cB	20,9bA	15dB	21cA	15aB
LP 98-20	Carioca	19,3bB	16,9cC	21,9bA	13eB	15cA	11bB
CNFP 7966	Preto	21,7aA	18,0bB	23,6aA	21aA	23bA	18aB
CNFC 9494	Carioca	22,5aA	18,6bB	21,2bA	15dAB	17cA	13bB
IAC Carioca Eté	Carioca	22,1aA	17,5bB	21,7bA	17cB	22cA	14bB
CNFP 10138	Preto	22,6aA	16,9cC	20,2bB	20bA	21cA	15aB
Gen 96A28-P7-1-1-1-1	Carioca	19,9bB	16,9cC	23,6aA	17cB	20cA	14bB
Pérola	Carioca	20,6bB	16,9cC	23,8aA	18cB	27aA	16aC
FT Nobre	Preto	21,5aA	21,8aA	22,3aA	20bA	19cA	14bB
Gen 96A102-1-1-52-1	Carioca	20,5bA	17,6bB	22,6aA	19bA	21cA	15aB
IAC Carioca Tybatã	Carioca	19,7bB	18,0bB	22,5aA	20bB	25bA	16aC
LP 99-63	Carioca	20,8bA	16,5cB	18,4cB	14eB	21cA	12bB
Graúna	Preto	19,6bAB	17,6bB	20,7bA	15dAB	17cA	13bB
LP 98-123	Preto	20,9bA	17,5bB	19,6cAB	17cB	20cA	15aB
CNFC 9484	Carioca	21,3aA	18,4bB	22,0bA	17cA	14eB	15aAB
OP-S-16	Carioca	20,8bA	16,3cB	21,0bA	22aA	19cB	16aC
OP-NS-331	Carioca	21,4aA	17,1cB	22,0bA	21aA	22cA	17aB
IAC Una	Preto	21,2aA	18,7bB	18,7cB	17cA	17cA	14bB
Gen 96A31-P2-1-1-1-1	Carioca	22,4aA	18,3bB	18,3cB	19bAB	20cA	17aB
Gen 96A28-P4-1-1-1-1	Carioca	21,9aA	17,9bB	17,9cB	14eB	20cA	13bB
CNFC 8065	Carioca	19,2bA	16,4cB	16,4cB	21aA	21cA	16aB
Gen 96A10	Carioca	23,9aA	18,7bB	18,7cB	16dB	20cA	15aB
Gen 96A58-P3-4-1-1	Preto	21,4aA	18,1bB	18,1cB	18cB	21cA	16aB
Média		21,1	17,6	20,6	17	20	15
Teste F (interação)			5,50**			5,36**	
CV % (interação)			5,53			7,06	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) e de Tukey a 5%, respectivamente.

genótipos CNFC 8065, LP 99-63 e Gen 96A31-1-2-1-53-1. LEMOS et al. (2004) obtiveram variação no teor proteico de 17,0% a 23,8%, em função dos 29 genótipos e dos dois anos agrícolas. A variação nos resultados para esta característica corrobora com LAJOLO et al. (1996), quando relataram que o teor de proteína do feijão é variável com o local de cultivo, como as condições climáticas e, principalmente com a cultivar.

Quanto ao tempo para cozimento, destacaram-se os materiais LP 98-20, CNFC 9494, Graúna e IAC Una com os menores tempos, 11 a 17 minutos, nas três safras (Tabela 1). Esses tempos são considerados satisfatórios em razão da economia de energia e rapidez no preparo dos grãos o que pode determinar a aceitação de uma cultivar em nível comercial. Para todos os genótipos de feijão estudados, os tempos para cozimento foram maiores na safra das “águas” 2005 do que nas safras da “seca” 2005 e 2006 (Tabela 1), e tal ocorrência pode estar relacionada com a maior precipitação pluvial acumulada nos meses compreendidos entre a maturação fisiológica e a colheita, que correspondeu a 247 mm. A maior precipitação pluvial provavelmente teria ocasionado alterações na qualidade fisiológica dos grãos de feijão, modificando a integridade do tegumento e a absorção de

água (CARBONELL et al., 2003). Na literatura consultada, os tempos para o cozimento são variáveis e entre 15 e 20 minutos, segundo RODRIGUES et al. (2005), entre 25 e 42 minutos, por DALLA CORTE et al. (2003) e entre 35 e 45 minutos, conforme RAMOS JUNIOR et al. (2005).

Quanto à capacidade de hidratação, verificou-se que nas três safras os genótipos Gen 96A10, CNFP 10138 e CNFC 9484 foram os de maior destaque (Tabela 2), pela baixa porcentagem de grãos de casca dura bem como o menor tempo para a máxima hidratação (9 horas e 15 minutos a 9 h e 58 minutos). Esses tempos de hidratação obtidos são importantes para o cozimento, pois na culinária nacional, os grãos de feijão são deixados em maceração em água, à temperatura ambiente, por um período de aproximadamente 12 a 14 horas antes do preparo, e esta prática faz com que se reduza o tempo gasto para o cozimento dos grãos. De maneira geral, na safra da “seca” 2005, foram verificados menores valores da relação de hidratação e maiores valores para a porcentagem de grãos de casca dura (Tabela 2), pois no período de maturação fisiológica ocorreu elevação da temperatura máxima (próximo a 30 °C) e ausência de precipitação pluvial, podendo tal efeito ser determinante para estas características. Segundo CARBONELL et al.

Tabela 2. Relação de hidratação (R.H.), porcentagem de grãos de casca dura (C.D.) e tempo para a máxima hidratação (T.H.) dos grãos dos genótipos de feijoeiro, cultivados nas safras da “seca” 2005, da “águas” 2005 e da “seca” 2006, em Botucatu (SP)

Genótipos	Grupo comercial	Seca 2005			Águas 2005			Seca 2006		
		R.H.	C.D.	T.H.	R.H.	C.D.	T.H.	R.H.	C.D.	T.H.
Gen 96A31-1-2-1-53-1	Carioca	2,01	7,32	10:03	2,07	0,46	13:02	2,03	1,80	11:26
Gen 96A55-P16-1-1	Preto	1,86	15,60	12:41	1,99	3,40	12:58	1,99	0,80	10:41
LP 98-20	Carioca	1,98	2,74	11:26	2,05	0,00	10:02	2,00	0,00	09:49
CNFP 7966	Preto	2,05	0,00	10:22	2,09	0,00	10:02	2,03	0,00	09:43
CNFC 9494	Carioca	1,99	1,50	10:48	2,07	0,00	10:05	1,99	0,80	09:52
IAC Carioca Eté	Carioca	1,99	1,48	11:19	2,05	0,00	11:10	1,99	0,00	10:04
CNFP 10138	Preto	2,07	0,00	09:46	2,08	0,00	09:58	2,04	0,13	09:42
Gen 96A28-P7-1-1-1-1	Carioca	1,99	0,79	10:17	2,02	0,66	10:49	1,99	0,00	09:53
Pérola	Carioca	1,97	2,80	11:15	2,07	0,00	11:54	2,02	0,46	11:11
FT Nobre	Preto	2,03	0,46	09:57	2,05	0,00	10:38	2,02	0,00	09:32
Gen 96A102-1-1-52-1	Carioca	1,99	5,98	11:09	2,06	0,00	11:29	2,01	0,46	11:43
IAC Carioca Tybatã	Carioca	1,98	6,03	10:45	2,05	0,00	10:26	1,98	0,00	09:27
LP 99-63	Carioca	2,04	0,00	09:50	2,04	0,73	10:50	1,98	1,06	11:07
Graúna	Preto	2,03	0,58	09:56	2,03	0,00	10:16	1,98	0,00	10:14
LP 98-123	Preto	2,04	0,00	09:50	2,05	0,00	10:11	1,97	0,00	09:12
CNFC 9484	Carioca	2,09	0,46	09:51	2,10	0,53	09:57	2,03	0,00	09:15
OP-S-16	Carioca	2,05	0,92	10:08	2,16	0,00	10:36	1,99	0,93	10:15
OP-NS-331	Carioca	1,98	5,20	11:09	2,01	0,46	11:42	1,96	0,53	11:55
IAC Una	Preto	2,20	0,75	10:10	2,04	0,00	11:09	1,97	0,20	10:33
Gen 96A31-P2-1-1-1-1	Carioca	2,14	0,52	10:06	2,13	0,00	10:40	2,04	0,26	10:05
Gen 96A28-P4-1-1-1-1	Carioca	1,97	3,53	11:34	1,97	3,91	13:11	1,84	5,86	17:30
CNFC 8065	Carioca	2,00	3,50	11:42	1,98	1,33	13:13	1,94	0,66	11:02
Gen 96A10	Carioca	2,10	0,60	09:17	2,14	0,00	09:35	2,06	0,86	09:40
Gen 96A58-P3-4-1-1	Preto	2,00	9,60	11:32	1,99	0,00	13:06	1,96	0,00	09:51

(2003) e RIBEIRO et al. (2008), a presença de grãos duros é promovida por situações de estresse hídrico e altas temperaturas, próximas à época de colheita dos grãos.

Os genótipos LP 98-20 e CNFC 9494 (grupo comercial Carioca), como também as cultivares Graúna e IAC Una (grupo comercial Preto) destacaram-se quanto ao menor tempo para cozimento nas três safras estudadas. Os genótipos Gen 96A10, CNFC 9484 (ambos do grupo comercial Carioca) e CNFP 10138 (grupo comercial Preto) sobressaíram em relação aos demais pela baixa porcentagem de grãos de casca dura e menor tempo para a máxima hidratação dos grãos.

REFERÊNCIAS

- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.
- CARBONELL, S.A.M.; CARVALHO, C.R.L.; PEREIRA, V.R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, v.62, p.369-379, 2003.
- DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SHOLZ, M.B.S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, p.193-202, 2003.
- 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.)**. 1979. 81f. Dissertação (Mestre em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, 1979.
- 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, 1996, p.23-56.
- LEMO, L.B.; OLIVEIRA, R.S.; PALOMINO, E.C.; SILVA, T.R.B. Características agrônomicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.319-326, 2004.
- RAMOS JUNIOR, E.U.; LEMO, L.B.; SILVA, T.R.B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, v.64, p.75-82, 2005.
- 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**, v.38, p.936-941, 2008.
- 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**, v.64, p.369-376, 2005.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p. (Mimeografado)
- SCOTT, A.; KNOTT, M. A cluster-analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.