

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA PAREDE CELULAR E SUAS IMPLICAÇÕES NO TEMPO DE COZIMENTO DE GRÃOS DE FEIJÃO

BEATRIZ P. DE **SOUZA**¹; FABIANA C. **GIORA**¹; ELIANA F. **PERINA**²; RODRIGO L.T.
LOPES²; CÁSSIA R. L. **CARVALHO**³; SÉRGIO A. M. **CARBONELL**⁴

Nº 12118

RESUMO

O objetivo do trabalho foi determinar a composição da parede celular e avaliar suas implicações no tempo de cozimento de grãos de feijão. Para isso foram utilizadas 25 linhagens/cultivares de feijão do grupo comercial carioca e preto, provenientes dos experimentos regionais de valor de cultivo e uso (VCU), realizado pelo Programa de Melhoramento de Feijoeiro do IAC e implantados em diferentes ambientes no Estado de São Paulo. Foram determinados o tempo de cozimento e os componentes estruturais da parede celular: fibra solúvel, fibra insolúvel, fibra total, fibra detergente ácido e lignina, para o tegumento e o cotilédone. Os resultados encontrados indicam que houve influência ambiental sobre os componentes da parede celular e de que há indicativos que o teor de lignina exerça influência sobre o tempo de cozimento dos grãos de feijão.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the cell wall composition and evaluate their implications in cooking time of common bean. For this were used 25 lineage/cultivars of common beans trade group carioca and black, from the regional trials for value for cultivation and use (VCU), conducted by IAC Bean Breeding Program and implemented in different environments in the State of Sao Paulo . Were determined the cooking time and the structural components of the cell wall, soluble fiber, insoluble fiber, total fiber, acid detergent fiber and lignin, to tegument and cotyledon. The results indicate an the environmental influence on the cell wall components and that there are indications that the lignin content has influence on the cooking time of common beans.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

² Doutorando do Curso de Pós Graduação em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia do Instituto Agrônomo – IAC. E-mail: efperina@yahoo.com.br, lorencettitunes@gmail.com

³ Pesquisadora Científica do Centro de Recursos Genéticos Vegetais do Instituto Agrônomo – IAC, Campinas – SP. E-mail: climonta@iac.sp.gov.br

⁴ Pesquisador Científico do Centro A.P.T.A. dos Grãos e Fibras do Instituto Agrônomo – IAC, Campinas – SP. E-mail: carbonel@iac.sp.gov.br

INTRODUÇÃO

Fonte de proteínas, vitaminas e fibras, o feijão (*Phaseolus vulgaris*) faz parte dos hábitos alimentares da população brasileira. Porém, longos períodos de processamento para que os grãos se tornem palatáveis diminuem a aceitabilidade do produto pelo consumidor, além de levar a perda de nutrientes e ao desperdício de combustível.

Segundo BOURNE (1980), a aceitabilidade de um alimento pode ser dividida em três categorias: aparência (cor e forma), *flavor* (sabor e odor) e textura. A textura nos alimentos de origem vegetal é o resultado de um conjunto de fatores e propriedades que incluem características mecânicas (dureza, viscosidade e elasticidade), geométricas (forma e tamanho de partícula) e químicas. De acordo com JACKMAN e STANLEY (1995), a textura está relacionada com a integridade da parede celular e lamela média. A parede celular consiste de uma mistura de polissacarídeos e outros polímeros secretados pela célula, reunidos em uma rede organizada por meio de ligações covalentes e não-covalentes. A parede celular vegetal também contém proteínas estruturais, enzimas, polímeros fenólicos e outros materiais que modificam as características físicas e químicas da parede (SHIGA, 2003).

O modelo básico das paredes primárias é o de uma rede de microfibrilas de celulose encaixada em uma matriz de hemiceluloses, pectinas e proteínas estruturais. As paredes secundárias diferem das primárias por conterem uma porcentagem mais alta de celulose, por terem hemiceluloses diferentes e porque a lignina substitui as pectinas da matriz. As paredes secundárias podem também se tornar altamente espessas, ornamentadas e embebidas com proteínas estruturais especializadas (TAIZ e ZEIGER, 2009).

O amaciamento dos tecidos conseguido pelo processamento térmico decorre de diversos fatores, tais como, desnaturação de proteínas e despolimerização dos polissacarídeos da parede celular e da lamela média (SEFA-DEDEH et al., 1978; LIU, 1995). Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo determinar a composição da parede celular e avaliar suas implicações no tempo de cozimento de grãos de feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas linhagens/cultivares de feijoeiro do tipo carioca e preto (Tabela 1), provenientes dos experimentos regionais de valor de cultivo e uso (VCU), realizados pelo Programa de Melhoramento de Feijoeiro do IAC e implantados em diferentes ambientes no Estado de São Paulo, no biênio de 2009/2010 e 2010/2011.

Os experimentos foram instalados nas épocas das “Águas” de 2010 e da “Seca” de 2011, nos municípios de Capão Bonito, Mococa e Avaré; e na época de “Inverno” em Votuporanga, Colina e Ribeirão Preto.

O delineamento experimental adotado em todos os experimentos foram os de blocos casualizados, conforme as normas do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento/Registro Nacional de Cultivares (MAPA/RNC) para ensaios de feijoeiro. As parcelas foram constituídas por quatro linhas de 4 metros de comprimento, espaçadas de 0,5 metros entre si, com 10 a 12 plantas viáveis por metro linear e a área útil da parcela correspondendo as duas linhas centrais.

Os grãos, depois de selecionados por peneiras de classificação nº 13 e com a retirada de sementes visualmente danificadas, foram armazenados em potes plásticos, devidamente identificados e conservados sob refrigeração.

O tempo de cozimento (TC) de cada genótipo foi determinado em triplicata, seguindo método adaptado dos propostos por PROCTOR e WATTS (1987) e SARTORI (1982). Foram amostradas 30 g de sementes uniformes e inteiras, as quais permaneceram em embebição em água destilada por 16 horas, à temperatura ambiente. Destes, 25 grãos foram escolhidos aleatoriamente e colocados no Cozedor de Mattson. Foram aquecidos 1000 mL de água destilada até a fervura, em bquer com capacidade de 3000 mL, e o cozedor, já preparado com os grãos, foi colocado dentro do bquer. O TC das amostras foi medido por meio de cronômetro, até o momento em que a décima terceira vareta perfurou o grão.

Realizou-se uma seleção das linhagens/cultivares participantes dos ensaios de VCU utilizando como critério o TC médio para todos os locais/época de plantio, com a finalidade de quantificar os componentes da parede celular dos grãos. Foram escolhidos três genótipos do grupo carioca (P5-4-3-1, P5-4-4-1 e LP 05-77) e três do grupo preto (PR 14-2-3-2, BRS- Esplendor e IAC- Diplomata), para dois locais de semeadura (“Avaré/Águas 2010” e “Mococa/Seca 2011”).

Aproximadamente 150 g de sementes, das linhagens/cultivares selecionadas, foram embebidas em água destilada, por 16 horas. Logo após, separaram-se manualmente os tegumentos dos cotilédones dos grãos, que foram secos em estufa

ventilada, a 60 °C, por 18 horas. Os tegumentos e cotilédones foram moídos (moinho analítico IKA) e passados totalmente em peneira de 0,250 mm de abertura.

Nos tegumentos e cotilédones foram determinados os teores de fibra insolúvel (FI) e fibra total (FT), empregando método enzimático proposto por LEE et al. (1992), sendo que o conteúdo de FT corresponde à porção de celulose, hemicelulose, lignina e pectina; e a FI equivale ao conteúdo de celulose, hemicelulose e lignina. Os teores de fibra solúvel (FS), que correspondem ao conteúdo de substâncias pécicas, foram obtidos pela diferença entre os valores de FT e FI, sendo os resíduos da FT e FI corrigidos em relação aos conteúdos de proteínas e cinzas.

Nos tegumentos e cotilédones secos também foram quantificados os teores de fibra detergente ácida (FDA) e de lignina (L), seguindo o método 973.18 da AOAC (1995). A fração de FDA corresponde a porção de celulose e lignina existente nos tecidos vegetais.

As comparações entre as médias dos parâmetros estudados foram realizadas utilizando-se o teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade, por meio do programa GENES (CRUZ, 2006). Foram determinados também os coeficientes de correlação linear de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 demonstra o TC médio para as 25 linhagens/cultivares provenientes dos ensaios de VCU, semeados para as três épocas de cultivo do feijoeiro. Observa-se que a época das “Águas/2010” apresentou resultados de TC mais elevados que “Inverno/2011” e “Seca/2011”, respectivamente. Segundo CARBONELL et al. (2003), além das diferenças genéticas, presentes nos genótipos, o tempo de cozimento também é influenciado pelo local de cultivo e pela interação genótipo por ambiente. Desse modo, para a avaliação dos polissacarídeos estruturais da parede celular dos grãos, realizou-se uma seleção de genótipos.

A seleção das linhagens/cultivares foi baseada no TC médio obtido de todos os locais de cultivo, elegendo-se genótipos de TC menor, intermediário e maior. No grupo de tegumento carioca, os genótipos selecionados foram: P5-4-4-1 (28,6 min.), P5-4-3-1 (31,3 min.) e LP 05-77 (35,4 min.), e no grupo de tegumento preto foram escolhidos os genótipos PR14-2-3-2 (20,1 min.), IAC-Diplomata (31,1 min.) e BRS-Esplendor (34,2 min.)(Tabela 1). Em relação aos locais de semeadura, ainda que não tenha sido detectada diferença significativa dos demais locais da época, o local “Mococa/Seca 2011” foi classificado como um bom ambiente, devido ao seu menor TC médio (23,7

min.). Por outro lado, “Avaré/Águas 2010” obteve o maior TC médio (38,7 min) de todos os locais, embora não se distinguiu significativamente de “Capão Bonito/Águas 2010”.

SHIGA (2003) relata que feijões Carioca-Pérola são constituídos por 1,5% de embrião, 88,6% de cotilédone e 9,9% de casca (tegumento). As proporções de cotilédone e tegumento encontradas neste estudo foram semelhantes. Para o tegumento, em ambos locais, a amplitude foi de 8,9 a 10,3% e para a porção de cotilédone, os valores registrados foram de 89,7 a 90,8%, não diferindo as proporções em relação ao ambiente de cultivo e entre os tipos de tegumento (carioca e preto).

A Tabela 2 traz o conteúdo dos componentes estruturais da parede celular, quantificado no tegumento e no cotilédone dos grãos de feijão selecionados. Em termos gerais, o local “Avaré/Águas 2010” proporcionou aos feijoeiros cultivados neste ambiente proporções mais elevadas dos carboidratos estruturais do que o local de “Mococa/Seca 2011”. Os conteúdos de FI, FT e FDA foram diferentes estatisticamente entre os locais para o tegumento; e para o cotilédone detectou-se diferença para os teores de FT e L.

Coeficientes de correlação linear foram determinados entre os componentes estruturais da parede celular e o TC médio das linhagens/cultivares para cada local de semeadura (Tabela 3). Os valores encontrados não apresentaram significância, assim sendo, não é possível afirmar tais correlações. Apesar da correlação não ser significativa, o componente lignina quantificado no cotilédone demonstrou uma certa tendência positiva juntamente com TC, pressupondo que quanto maior a quantidade de L, maior o TC.

Desse modo, sugere-se que em outros estudos sejam utilizados genótipos contrastantes de TC para avaliação dos componentes estruturais da parede celular, uma vez que os genótipos dos ensaios de VCU são pré-selecionados.

CONCLUSÃO

Houve influência ambiental sobre os componentes da parede celular. Há indicativos que o teor de lignina exerça influência sobre o tempo de cozimento dos grãos de feijão.



6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2012
13 a 15 de agosto de 2012– Jaguariúna, SP

Tabela 1. Tempo de cozimento médio¹ (min.) para as 25 linhagens/cultivares de feijão, grupo carioca e preto, cultivados em diferentes ambientes no Estado de São Paulo, no biênio de 2009/2010 e 2010/2011.

Genótipo (Tegumento)	Águas / 2010			Seca / 2011			Inverno / 2011			MÉDIA
	C. Bonito	Mococa	Avaré	C. Bonito	Mococa	Avaré	Votuporanga	Colina	R. Preto	
C2-1-6-1 (Carioca)	46,1	41,2	45,4	24,4	24,2	23,1	26,6	41,4	32,9	32,2 b
C2-1-6-1-1 (Carioca)	37,9	34,1	41,4	26,3	21,9	25,1	15,5	28,1	33,9	29,5 c
C 2-3-1-1-2 (Carioca)	34,0	27,7	34,3	25,0	29,3	24,8	32,8	35,3	22,0	28,8 c
C 4-5-4-1-2 (Carioca)	32,9	33,7	51,5	28,3	25,0	24,4	27,2	43,3	34,2	31,3 b
P 5-4-3-1 (Carioca)	36,4	30,6	37,7	26,6	23,1	22,2	27,9	39,5	43,4	31,3 b
P 5-4-4-1 (Carioca)	41,2	22,7	24,5	25,3	25,7	25,6	26,8	39,8	32,5	28,6 c
Pr 11-3-5-1 (Preto)	34,7	39,0	39,3	27,3	23,5	27,7	32,8	36,5	27,6	31,3 b
Pr 11-6-4-1-2 (Carioca)	39,1	44,7	35,8	25,5	19,1	19,6	33,5	26,3	32,7	32,0 b
Pr 14-2-3-2 (Preto)	36,2	36,1	32,8	25,9	21,7	18,7	27,5	30,1	36,5	29,1 c
C4-8-1-1 (Carioca)	37,9	30,7	35,1	23,4	21,3	22,9	36,6	26,4	31,7	29,7 c
BRS-Cometa (Carioca)	37,8	46,5	34,0	27,8	25,5	27,6	35,6	23,7	42,4	34,9 a
BRS-Esplendor (Preto)	45,6	37,1	37,8	24,6	23,4	30,7	33,9	29,8	39,3	34,2 a
BRS-Estilo (Carioca)	34,6	37,5	37,3	26,9	24,6	26,0	34,2	23,0	36,4	32,1 b
CNFC 10104 (Preto)	31,7	34,0	36,2	28,9	25,2	25,8	35,9	35,2	40,3	31,8 b
Eldorado (Carioca)	34,9	34,2	41,3	21,2	24,3	27,8	25,9	38,2	39,5	31,7 b
LP 04-03 (Carioca)	28,6	28,3	38,4	23,2	21,7	24,9	30,3	18,5	36,6	29,1 c
LP 05-77 (Carioca)	42,1	48,0	44,7	26,4	23,5	21,8	28,9	32,2	43,4	35,4 a
CHC 97-29 (Carioca)	38,4	38,2	43,6	24,9	23,8	18,8	26,4	34,2	30,1	31,4 b
CHP 98-59 (Preto)	40,6	32,6	39,7	24,6	22,2	27,8	34,7	51,4	34,5	30,7 b
MAII-22 (Carioca)	30,6	34,6	32,8	24,3	25,1	22,2	38,3	29,8	34,9	29,8 c
RP-2 (Carioca)	38,9	28,8	44,9	26,9	21,2	17,2	23,2	22,9	37,7	30,2 c
IAC-Alvorada (Carioca)	35,4	32,6	50,3	23,7	27,1	24,1	25,1	24,2	26,1	31,1 b
IAC-Diplomata (Preto)	45,6	36,3	35,1	23,6	21,9	20,3	35,5	29,8	32,0	31,1 b
IAC-Una (Preto)	38,6	35,2	35,7	25,0	20,4	21,4	24,9	26,2	32,8	29,5 c
Pérola (Carioca)	39,2	36,3	38,0	25,6	28,2	29,3	29,6	30,6	34,6	33,6 a
MÉDIA	37,6 A²	35,2 B	38,7 A	25,4 D	23,7 D	24,0 D	30,0 C	31,9 C	34,7 B	

¹ Médias de três determinações analíticas;

² Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade; Locais e genótipos em negrito foram os selecionados para continuação das análises de Fibra total, Fibra insolúvel, Fibra solúvel, Fibra detergente ácido e Lignina.



6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2012
13 a 15 de agosto de 2012– Jaguariúna, SP

Tabela 2. Conteúdo dos componentes estruturais da parede celular, quantificados no tegumento e cotilédone dos grãos de feijão selecionados, cultivados em “Avaré/Águas 2010” e “Mococa/Seca 2011”.

“Avaré – Águas 2010”											
Genótipo	Tegumento						Cotilédone				
	TC¹ (min)	FI (%)	FS (%)	FT (%)	FDA (%)	L (%)	FI (%)	FS (%)	FT (%)	FDA (%)	L (%)
P 5-4-4-1	24,5	84,4	4,8	89,2	50,5	44,5	30,5	8,2	38,7	2,7	1,9
P 5-4-3-1	37,7	79,4	6,9	86,3	47,7	42,7	31,3	10,5	41,8	3,0	2,2
LP 05-77	44,7	85,0	4,6	89,7	50,4	41,8	32,9	10,2	43,1	3,8	3,1
Pr 14-2-3-2	32,8	76,7	10,8	87,4	54,4	53,6	35,3	7,5	42,8	4,2	3,6
IAC-Diplomata	35,1	80,6	8,4	89,1	50,8	42,9	39,4	8,1	47,5	3,7	2,6
BRS-Esplendor	37,8	78,1	12,2	90,3	52,4	43,5	29,6	12,5	42,1	4,3	4,3
Média local	35,4A	80,7A	7,9A	88,6A	51,0A	44,8A	33,1A	9,5A	42,6A	3,6A	2,9A

“Mococa – Seca 2011”											
Genótipo	Tegumento						Cotilédone				
	TC (min)	FI (%)	FS (%)	FT (%)	FDA (%)	L (%)	FI (%)	FS (%)	FT (%)	FDA (%)	L (%)
P 5-4-4-1	25,7	73,0	8,7	81,7	45,6	43,3	30,4	5,9	36,3	2,7	2,3
P 5-4-3-1	23,1	75,3	6,6	82,3	44,7	40,9	29,5	9,4	38,9	3,1	1,5
LP 05-77	23,5	78,6	5,4	84,0	44,9	42,5	25,8	10,3	36,2	3,4	2,1
Pr 14-2-3-2	21,7	75,4	7,7	83,0	43,3	39,7	30,7	3,8	34,5	2,6	2,0
IAC-Diplomata	21,9	73,1	6,5	79,7	38,8	36,4	28,3	6,2	34,6	3,0	1,8
BRS-Esplendor	23,4	76,3	8,9	85,1	42,0	39,8	27,0	2,6	29,7	3,3	2,1
Média local	23,2B	75,3B	7,3A	82,6B	43,2B	40,4A	28,6A	6,3A	35,0B	3,0A	1,9B

¹ TC – tempo de cozimento; FI– fibra insolúvel; FS- fibra solúvel; FT– fibra total, FDA– fibra detergente ácido; L– Lignina.

² Médias seguidas de mesma letra, para cada variável nos diferentes locais de cultivo, não diferem significativamente pelo teste Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Coeficientes de correlação entre os componentes estruturais da parede celular (%) e o tempo de cozimento médio (min.) dos seis genótipos de feijoeiro cultivados em “Avaré/Águas 2010” e “Mococa/Seca 2011”.

	FI (T)	FS (T)	FT (T)	FDA (T)	L (T)
TC¹_{Mococa}	-0.12	0.38	0.13	0.64	0.79
TC_{Avaré}	0.07	0.32	0.10	-0.17	-0.32
	FI (C)	FS (C)	FT (C)	FDA (C)	L (C)
TC_{Mococa}	0.03	0.15	0.16	0.01	0.55
TC_{Avaré}	0.05	0.56	0.44	0.48	0.42

¹TC – tempo de cozimento; FI– fibra insolúvel; FS- fibra solúvel; FT– fibra total, FDA– fibra detergente ácido; L– Lignina; T- tegumento; C- cotilédone.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIC pela concessão de bolsa de iniciação científica.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16 ed. Washington, D.C.: AOAC International, 1995, 1094p.

BOURNE, M.C. Texture evaluation of horticultural crops. **HortScience**, Michigan, v. 15, n. 1, p. 51-57, 1980.

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.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa 2006.

JACKMAN, R.L.; STANLEY, D.W. Perspectives in the textural evaluation of plant foods. **Trends Food Sci Technol**, London, v. 6, p. 187-194, 1995.

LEE, S.C.; PROSKY, L.; DE VRIES, J.W. Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods-Enzymatic-Gravimetric method. MES-TRIS Buffer: Collaborative Study, **Journal AOAC International**, v.75, n. 3, p. 395-416, 1992.

LIU, K. Cellular, biological and physicochemical basis for the hard-to-cook defect in Legume seeds. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, Cleveland, v. 35, n. 4, p. 263-298, 1995.

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**. v. 20, n. 1, p. 9-14, 1987.

SARTORI, M.R. **Technological quality of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) stored under nitrogen**. 1982, 92p, Dissertação (Pós-Doutorado) - Kansas State University, Manhattan, USA.

SEFA-DEDEH, S.; STANLEY, D.W.; VOISEY, P.W. Effect of soaking time and cooking conditions on texture and microstructure of cowpea (*Vigna unguiculata*). **J. Food Sci.**, Chicago, v. 43, p. 1832-1838, 1978.

SHIGA, T.M. **Participação dos polissacarídeos de parede celular no fenômeno de endurecimento de feijões (*Phaseolus vulgaris* L.) – cv, Carioca-Pérola**, 2003, 113p, Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 848p.