

Qualidade para o cozimento e composição nutricional de genótipos de feijão com e sem armazenamento sob refrigeração

Cooking quality and nutritional composition of common bean genotypes with and without stored refrigeration

Viviani Ruffo de Oliveira^{III} Nerinéia Dalfollo Ribeiro^{III*} Sandra Maria Maziero^I
Alberto Cargnelutti Filho^{III} Evandro Jost^I

RESUMO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta alto valor nutricional, entretanto, quando armazenado em condições não apropriadas torna-se endurecido e resistente ao cozimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade para o cozimento e a qualidade nutricional de grãos de genótipos de feijão dos grupos preto (Macanudo, Guapo Brilhante e BRS Campeiro) e de cor (Carioca, Pérola e LH 5) armazenados sob refrigeração. Os seis genótipos de feijão foram avaliados imediatamente após a colheita e os grãos que foram avaliados após seis meses de armazenamento passaram por prévia secagem em estufa (65 a 70°C), até umidade média de 13%, foram acondicionados em sacos de polietileno e armazenados em câmara fria a 0°C e a 50% de umidade relativa. Avaliou-se a qualidade para o cozimento (absorção de água, grãos normais, grãos hardshell e tempo de cozimento), a coloração do tegumento dos grãos e a qualidade nutricional (proteína, potássio, ferro e zinco). Os genótipos do grupo preto (Macanudo e BRS Campeiro) mantêm a qualidade para o cozimento, a claridade do tegumento dos grãos e a qualidade nutricional por seis meses de armazenamento refrigerado. Os genótipos do grupo de cor (Carioca, Pérola e LH 5) apresentam escurecimento do tegumento dos grãos, mas a qualidade nutricional não é alterada no armazenamento refrigerado por seis meses.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., absorção de água, tempo de cozimento, tegumento, nutrientes.

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) presents higher nutritional quality, however when stored in undesirable

conditions, become hardened and resistant to cooking. The aim of this research was to evaluate the effect of refrigeration storage on the cooking and nutritional quality of common bean genotypes of the black (Macanudo, Guapo Brilhante and BRS Campeiro) and color (Carioca, Pérola and LH 5) group. The six genotypes were evaluated immediately after harvest time and the grains that were evaluated after six months of storage, were dried in hot-house until 13% moisture content. The grains were reserved in plastic bag and stored in refrigeration under 0°C and at 50% of relative humidity. It was evaluated cooking quality (water absorption, normal grains, hardshell grains and cooking time), the color of grains tegument and the nutritional quality (protein, potassium, iron and zinc) were evaluated as well. The genotypes of black group (Macanudo and BRS Campeiro) keep the quality for cooking, the clarity of grains tegument and nutritional quality after six months of storage. The genotypes of the color group (Carioca, Pérola and LH 5) present darkening on the grains tegument, but the nutritional quality is not modified after six months of storage.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., water absorption, cooking time, tegument, nutrients.

INTRODUÇÃO

O consumo diário de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é saudável devido à qualidade da proteína e ao alto teor de minerais (RIBEIRO et al., 2007a; RIBEIRO et al., 2008a). Essa leguminosa é cultivada em quase todos os países de clima tropical e subtropical e,

^IDepartamento de Medicina Interna, Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

^{II}Programa de Pós-graduação em Agronomia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

^{III}Departamento de Fitotecnia, CCR, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: nerineia@hotmail.com. * Autor para correspondência.

em muitas regiões, é possível a colheita de grãos em até três vezes ao ano. Entretanto, o feijão é um dos poucos produtos agrícolas que não tolera o armazenamento prolongado, pois resulta em aumento do tempo de cozimento (BRACKMANN et al., 2002), diminuindo a aceitação para o consumo.

O armazenamento visa preservar as características do produto e é influenciado pela constituição genética, pelos fatores ambientais e pela interação dos genótipos com os ambientes (VIEIRA & YOKOYAMA, 2000). Por isso, o controle no armazenamento é essencial para preservar a qualidade para o cozimento e a qualidade nutricional do feijão, sendo a umidade dos grãos, a umidade relativa do ar e a temperatura de armazenamento os parâmetros mais críticos (MOURA, 1998).

Os grãos perdem qualidade para o cozimento devido à perda de peso e ao consumo de energia pelo processo respiratório, pela presença de rachaduras e pelo ataque de insetos e de fungos. Quando o feijão é armazenado em condições não apropriadas, torna-se endurecido e resistente ao cozimento devido a diferentes processos: *hardshell* e *hard-to-cook*. O termo *hardshell* se refere aos grãos maduros e secos, que falham em absorver água quando embebidos em períodos relativamente longos (BOURNE, 1967); enquanto que *hard-to-cook* é empregado para descrever a condição na qual os grãos requerem um tempo prolongado de cozimento para amolecer ou não amolecem, mesmo depois de cozimento prolongado em água em ebulição. O *hardshell* caracteriza-se pela impermeabilidade do tegumento à água e o *hard-to-cook* está associado ao não amolecimento dos cotilédones durante a cocção, mesmo que o grão absorva água (BOURNE, 1967; VINDIOLA et al., 1986).

A coloração do tegumento dos grãos pode alterar-se durante o armazenamento e reduzir o valor comercial do feijão (BRACKMANN et al., 2002). Portanto, a claridade (valor de 'L*') será determinante para a aceitação de uma nova cultivar de feijão. Para grãos do tipo carioca, a maior claridade do tegumento dos grãos é associada com grãos recém-colhidos e de rápido cozimento e cultivares com 'L*' superior a 55 têm maior cotação no mercado (RIBEIRO et al., 2003). Ao contrário, para grãos do grupo preto, a menor claridade ('L*' inferior a 22) é desejável, pois estará relacionada à ausência de grãos arroxeados e ao menor tempo para o cozimento.

Durante o armazenamento, as condições de temperatura e de umidade relativa do ar podem alterar a qualidade para o cozimento (RIBEIRO et al., 2007b; RIBEIRO et al., 2008b) e a qualidade nutricional dos grãos de feijão (COELHO et al., 2008). As modificações

relacionadas ao endurecimento dos grãos, ao tempo de cozimento, aos teores de proteína e de minerais, que podem ocorrer no armazenamento de grãos de feijão sob refrigeração, não foram extensivamente estudadas. Face ao exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade para o cozimento e a qualidade nutricional de grãos de feijão de genótipos dos grupos preto e de cor logo após a colheita e após seis meses de armazenamento sob condições de refrigeração (temperatura de 0°C e umidade relativa do ar de 50%).

MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos de feijão foram obtidos a partir de experimento a campo, conduzido na safra agrícola de 2007/2008, na área experimental do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul - RS (29°42'S, 53°49'W e a 95m de altitude). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, e os tratamentos consistiram de seis genótipos de feijão, sendo três do grupo comercial preto (Macanudo, Guapo Brilhante e BRS Campeiro) e três do grupo de cor (Carioca, Pérola e LH 5). A LH 5 é uma linha pura que ainda não foi registrada para o cultivo no RS. As parcelas foram compostas por cinco fileiras de 4,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50m, e a área útil de 6,0m².

A colheita e a trilha das plantas foram realizadas manualmente na maturação. Os grãos foram selecionados, retirando-se os quebrados e aqueles com danos por insetos, secos em estufa de secagem e de esterilização com circulação forçada (65°C a 70°C), marca Odontobras, modelo Odontobras1.5, fabricada no Brasil, até umidade média de 13%, e acondicionados em sacos de polietileno.

As avaliações da qualidade para o cozimento (absorção de água, grãos normais, grãos *hardshell* e tempo de cozimento) da coloração do tegumento dos grãos e da qualidade nutricional (proteína, potássio, ferro e zinco) foram realizadas nas amostras obtidas em cada repetição de campo. Estas foram efetuadas em dois tempos de armazenamento dos grãos: zero – imediatamente após a colheita e seis meses após o armazenamento refrigerado em câmara fria de circulação forçada, marca Mipal, modelo LMMI031 A MI Plus, fabricada no Brasil, a 0°C e a 50% de umidade relativa.

A absorção de água foi avaliada com 25 grãos de feijão por repetição. A cada 30 minutos, uma subamostra aleatória de cada genótipo foi colocada em maceração em água destilada por oito horas, à temperatura ambiente (15°C±3°C), de acordo com a metodologia descrita em RODRIGUES et al. (2004). A

percentagem de absorção de água dos grãos foi determinada pela diferença de massa antes e após a maceração, conforme os métodos de GARCIA-VELA & STANLEY (1989) e de PLHAK et al. (1989). As percentagens de grãos normais - com absorção normal de água - e a de grãos duros (*hardshell*) - sem a capacidade de hidratação - foram quantificadas em relação ao número total de grãos avaliados. O tempo de cozimento dos grãos foi avaliado com o emprego do aparelho cozedor de Mattson, com 25 hastes, utilizando o procedimento descrito em RODRIGUES et al. (2005). O tempo médio de queda das 13 primeiras hastes foi considerado como tempo médio de cozimento de cada amostra como recomendado em RIBEIRO et al. (2007c).

Para a avaliação da coloração do tegumento dos grãos, amostras de 100g de grãos, com 13% de umidade, foram selecionadas e dispostas em placas de "Petri" de 22cm de diâmetro e 3cm de altura, de maneira que os grãos cobrissem completamente o fundo do recipiente, conforme proposto por BRACKMANN et al. (2002). A quantificação do valor de 'L*' foi realizada com colorímetro, marca Minolta®, modelo CR-310, fabricado nos Estados Unidos, sempre durante o dia, no interior de uma sala iluminada com lâmpadas fluorescentes.

Os teores de proteína bruta e de minerais foram determinados no feijão cozido. Para tanto, amostras de 100g de grãos não lavados foram maceradas em 400mL de água deionizada, em uma proporção feijão:água de 1:4 (p/v), por oito horas, à temperatura ambiente. O feijão foi cozido sob pressão por 23 minutos, em panela de pressão doméstica com capacidade de sete litros, marca Fusipar, modelo EB 2122, fabricada no Brasil, utilizando a água de maceração, adotando-se a metodologia descrita em CARNEIRO et al. (2005). Após o cozimento, as amostras de feijão foram desidratadas em estufa de secagem e de esterilização com circulação forçada a 65°C-70°C e realizou-se a moagem, por meio de trituração do material seco em moinho analítico de faca, marca Quimis, modelo Q298A21, fabricado no Brasil, até passar em malha de 2mm-3mm, obtendo-se uma farinha fina.

O teor de proteína bruta (PB, g 100g⁻¹ matéria seca - MS) foi determinado pelo método de micro-Kjeldahl (nitrogênio x 6,25), por digestão sulfúrica, em destilador Vapodest, marca Gerhardt, modelo Vapodest 50, fabricado na Alemanha, com o uso da metodologia descrita pela AOAC (1995). A digestão nítrica-perclórica (HNO₃ + HClO₄, na proporção 3:1) foi realizada para a quantificação dos teores de minerais. O potássio foi determinado por fotômetro de chama, Marca Digimed®, modelo DM-62, fabricado no Brasil, e o ferro e o zinco, por leitura em espectrofotômetro de absorção atômica,

marca PerkinElmer, modelo AAnalyst 200, fabricado nos Estados Unidos, utilizando os seguintes comprimentos de onda: Fe: 248,3nm e Zn: 213,9nm. Os métodos aplicados para a digestão das amostras e para as dosagens dos minerais foram descritos por MIYAZAWA et al. (1999).

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, utilizando-se o teste F a 5% de probabilidade, para testar as hipóteses da interação genótipos x tempos de armazenamento e dos efeitos principais. O efeito de genótipos e de tempos de armazenamento foram considerados fixos. Em relação às variáveis com interação significativa e àquelas com efeito significativo para genótipos, efetuou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas no programa SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação genótipos x tempos de armazenamento significativa para absorção de água, tempo de cozimento e coloração do tegumento dos grãos (Tabela 1), o que evidencia resposta diferenciada dos genótipos de feijão quando a avaliação foi realizada imediatamente após a colheita e aos seis meses de armazenamento refrigerado. Os grãos normais e os grãos *hardshell* apresentaram efeito significativo apenas para genótipos.

A cultivar 'Guapo Brilhante' foi a de menor absorção de água (73,7%), não diferindo significativamente da cultivar 'Macanudo' (87,7%), quando a avaliação foi realizada imediatamente após a colheita (Tabela 1). A linhagem LH 5 apresentou absorção de água similar às cultivares 'BRS Campeiro', 'Carioca', 'Pérola' e 'Macanudo'. Como o tegumento dos grãos de feijão apresentou diferenças quanto à espessura, o peso, à aderência aos cotilédones, à porosidade e às propriedades coloidais (WYATT, 1977), esses fatores podem interferir na absorção de água, resultando em diferenças entre as cultivares. CORRÊA (2007) não observou diferenças significativas para a absorção de água entre sete cultivares de feijão de diferentes grupos comerciais, avaliadas logo após a colheita.

As cultivares 'Guapo Brilhante', 'BRS Campeiro' e 'Pérola' apresentaram redução na absorção de água após seis meses de armazenamento (Tabela 1). A 'Macanudo', a 'Carioca' e a 'LH 5' mantiveram a absorção de água em valores similares aos grãos recém colhidos. A cultivar 'Guapo Brilhante' continuou apresentando a menor porcentagem de absorção de água (61,4%), no entanto, não diferiu significativamente da cultivar 'Pérola' (75,9%) (Tabela 1). A presença de

Tabela 1 - Médias da porcentagem de absorção de água, de grãos normais, de grãos *hardshell*, do tempo de cozimento (minutos) e da coloração do tegumento (valor de 'L') avaliada imediatamente após a colheita (zero) e aos seis meses de armazenamento refrigerado a 0°C e a 50% de umidade relativa.

Genótipo	-----Tempo de armazenamento (meses)-----						Média
	-----Zero-----			-----Seis-----			
	-----Absorção de água (%)-----						
Macanudo	87,7	ab	A	85,3	ab	A	86,5
Guapo Brillhante	73,7	b	A	61,4	c	B	67,6
BRS Campeiro	93,7	a	A	84,7	ab	B	89,2
Carioca	92,7	a	A	93,3	a	A	93,0
Pérola	99,9	a	A	75,9	bc	B	87,9
LH 5	93,6	a	A	90,1	ab	A	91,9
Média	90,2			81,8			86,0
	-----Grãos normais (%)-----						
Macanudo	97,3	a		98,7	a		98,0
Guapo Brillhante	85,3	b		86,7	b		86,0
BRS Campeiro	97,3	a		98,7	a		98,0
Carioca	100,0	a		100,0	a		100,0
Pérola	98,7	a		93,3	ab		96,0
LH 5	100,0	a		100,0	a		100,0
Média	96,4			96,2			96,3
	-----Grãos <i>hardshell</i> (%)-----						
Macanudo	2,7	b		1,3	b		2,0
Guapo Brillhante	14,7	a		13,3	a		14,0
BRS Campeiro	2,7	b		1,3	b		2,0
Carioca	0,0	b		0,0	b		0,0
Pérola	1,3	b		6,7	ab		4,0
LH 5	0,0	b		0,0	b		0,0
Média	3,6			3,8			3,7
	-----Tempo de cozimento (minutos)-----						
Macanudo	19,1	b	A	18,5	c	A	18,8
Guapo Brillhante	24,1	a	A	25,6	b	A	24,9
BRS Campeiro	23,5	a	A	20,9	c	B	22,2
Carioca	23,7	a	A	20,5	c	B	22,1
Pérola	23,4	a	B	30,4	a	A	26,9
LH 5	24,4	a	A	20,0	c	B	22,2
Média	23,0			22,6			22,8
	-----Coloração do tegumento (valor de 'L*')-----						
Macanudo	21,13	c	A	21,20	d	A	21,17
Guapo Brillhante	21,90	c	A	21,20	d	A	21,55
BRS Campeiro	21,75	c	A	20,89	d	A	21,32
Carioca	52,26	b	A	49,75	b	B	51,01
Pérola	53,86	b	A	47,37	c	B	50,62
LH 5	57,97	a	A	54,18	a	B	56,08
Média	38,15			35,77			36,96

* Médias não seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

brilho no tegumento da cultivar 'Guapo Brillhante' pode justificar os menores valores de absorção de água, pois a espessura e a uniformidade de deposição da camada de cera na superfície do tegumento podem influenciar na capacidade de absorção de água.

As porcentagens de grãos normais e de grãos *hardshell* não foram influenciadas pelo armazenamento sob refrigeração. Todavia, os genótipos diferiram significativamente entre si (Tabela 1). Quando a avaliação foi realizada imediatamente após a colheita,

os genótipos Macanudo, BRS Campeiro, Carioca, Pérola e LH 5 apresentaram percentagem de grãos normais superior a 97,3% e percentagem de grãos *hardshell* muito baixa (inferior a 2,7%). Apenas a cultivar 'Guapo Brillhante' apresentou impermeabilidade do tegumento à água, caracterizando a presença de grãos *hardshell*, conforme definição apresentada por BOURNE (1967) e por VINDIOLA et al. (1986). A ocorrência de grãos *hardshell* foi evitada quando os grãos de feijão foram armazenados sob temperatura de 0,5°C e 80% de umidade relativa do ar (RIBEIRO et al., 2007b). PLHAK et al. (1989), utilizando temperatura de 15°C e umidade relativa do ar de 35% no armazenamento, conseguiram prevenir a dureza dos grãos de feijão.

A cultivar 'Macanudo' foi a de menor tempo para o cozimento (19,1 minutos), logo após a colheita (Tabela 1). As demais cultivares não diferiram significativamente e apresentaram tempo de cozimento reduzido, inferior a 24,4 minutos. Assim, todos os genótipos apresentaram grau de maciez aceitável para o consumo, em poucos instantes de cozimento sob pressão, quando o processamento do feijão foi realizado imediatamente após a colheita. Quando os grãos foram armazenados por seis meses sob refrigeração, os genótipos Macanudo, BRS Campeiro, Carioca e LH 5 apresentaram os menores tempos para o cozimento, quando comparadas às cultivares 'Guapo Brillhante' (25,6 minutos) e 'Pérola' (30,4 minutos). A cultivar 'Pérola' apresentou aumento do tempo de cozimento (23,4 minutos para 30,4 minutos), após seis meses de armazenamento refrigerado. COELHO et al. (2008) também constataram que foi preciso mais tempo de cozimento (32,33 minutos para 39,33 minutos) para que a cultivar 'Pérola' atingisse a maciez e a textura ideal para o consumo, depois de armazenada em geladeira ($\pm 5^{\circ}\text{C}$), por aproximadamente 30 dias. Como um incremento no tempo de cozimento estará diretamente associado ao aumento do consumo de energia e de capital para o processamento do feijão, esses fatores poderão resultar na rejeição para o consumo dos grãos armazenados da cultivar 'Pérola'.

As cultivares do grupo preto – 'Macanudo', 'Guapo Brillhante' e 'BRS Campeiro' – apresentaram valores de 'L*' inferiores a 21,90, imediatamente após a colheita, e a claridade foi mantida após seis meses de armazenamento refrigerado (Tabela 1). Portanto, para essas cultivares, é possível o armazenamento por seis meses sem a ocorrência de grãos arroxeados, ou seja, sem alteração no padrão de claridade considerado adequado para cultivares deste grupo, 'L*' inferior a 22 (RIBEIRO et al., 2003). Por sua vez, a claridade apresentada pelos genótipos do grupo de cor – Carioca,

Pérola e LH 5 – foi reduzida durante o armazenamento refrigerado por seis meses (Tabela 1). Nesse caso, todos os genótipos apresentaram escurecimento dos grãos (menor valor de 'L') quando armazenados, o que deprecia o valor comercial dos grãos, pois o consumidor irá associar à qualidade inferior e à necessidade de maior tempo para o cozimento. RIOS et al. (2002) constataram o escurecimento do tegumento dos grãos de feijão após seis meses de armazenamento e que a cor mais escura do tegumento pode ser consequência do aumento da atividade da enzima polifenoloxidase associada à atividade da enzima peroxidase e aumento do conteúdo de compostos fenólicos. Por isso, os feijões de cor apresentam séria restrição para o armazenamento e, normalmente, são consumidos logo após a colheita.

O teor médio de proteína bruta variou de 20,95g 100g⁻¹ (Macanudo) a 23,26g 100g⁻¹ matéria seca - MS (BRS Campeiro) (Tabela 2). Esses valores foram um pouco inferiores aos teores observados em grãos crus de cultivares de feijão em cultivo no Brasil (RIBEIRO et al., 2007a). Como não houve diferenças significativas entre tempos de armazenamento, é possível afirmar que a qualidade protéica foi preservada após seis meses de armazenamento refrigerado. Como uma parcela significativa da população brasileira dispõe de poucos recursos para incluir proteínas de origem animal diariamente na sua alimentação, os genótipos de feijão avaliados no presente estudo, representam uma alternativa para aumentar a qualidade protéica das dietas.

Não se observou variabilidade genética no germoplasma avaliado para os teores de potássio (média de 10,49g kg⁻¹ de MS), ferro (média de 88,71mg kg⁻¹ de MS) e zinco (média de 26,45mg kg⁻¹ de MS) (Tabela 2). Os teores de microminerais obtidos foram similares àqueles observados em grãos crus de cultivares de feijão em cultivo no Rio Grande do Sul (RIBEIRO et al., 2008a). Além disso, os teores de potássio, de ferro e de zinco dos genótipos Macanudo, Guapo Brillhante, BRS Campeiro, Carioca, Pérola e LH 5 não foram alterados após seis meses de armazenamento, ou seja, o armazenamento refrigerado manteve a qualidade dos nutrientes avaliados nos grãos de feijão.

A cultivar 'Guapo Brillhante' apresentou alta percentagem de grãos *hardshell* no armazenamento refrigerado por seis meses (Tabela 1), por isso poderá ter problemas de aceitação para o consumo, embora os demais parâmetros da qualidade nutricional não tenham sido alterados. Para a cultivar 'Pérola', observou-se aumento no tempo de cozimento, no armazenamento refrigerado por seis meses, mas a qualidade nutricional

Tabela 2 - Médias dos teores de proteína bruta (g 100g⁻¹ matéria seca), de potássio (g kg⁻¹ de matéria seca), de ferro e de zinco (mg kg⁻¹ de matéria seca), avaliados imediatamente após a colheita (zero) e aos seis meses de armazenamento refrigerado a 0°C e a 50% de umidade relativa.

Genótipo	Tempo de armazenamento (meses)		Média
	Zero	Seis	
-----Proteína Bruta (g 100g ⁻¹ matéria seca)-----			
Macanudo	21,18	20,73	20,95 b
Guapo Brillhante	22,54	21,77	22,15 ab
BRS Campeiro	22,88	23,64	23,26 a
Carioca	21,47	20,47	20,97 b
Pérola	22,15	22,63	22,39 ab
LH 5	21,98	22,73	22,35 ab
Média	22,03 ^{ns}	21,99	22,01
-----Potássio (g kg ⁻¹)-----			
Macanudo	8,67	11,53	10,10 ^{ns}
Guapo Brillhante	9,70	11,20	10,45
BRS Campeiro	10,83	10,67	10,75
Carioca	10,30	10,40	10,35
Pérola	10,70	11,97	11,33
LH 5	9,40	10,47	9,93
Média	9,93 ^{ns}	11,04	10,49
-----Ferro (mg kg ⁻¹)-----			
Macanudo	83,78	92,34	88,06 ^{ns}
Guapo Brillhante	85,89	88,86	87,37
BRS Campeiro	82,08	95,85	88,97
Carioca	79,22	98,78	89,00
Pérola	83,94	103,53	93,74
LH 5	80,13	90,16	85,15
Média	82,51 ^{ns}	94,92	88,71
-----Zinco (mg kg ⁻¹)-----			
Macanudo	24,27	23,89	24,08 ^{ns}
Guapo Brillhante	24,91	27,08	25,99
BRS Campeiro	25,51	25,85	25,68
Carioca	27,13	28,88	28,00
Pérola	26,57	29,50	28,04
LH 5	28,56	25,28	26,92
Média	26,16 ^{ns}	26,75	26,45

* Médias não seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

dos seus grãos foi preservada. Portanto, é importante avaliar as condições de armazenamento que asseguram a manutenção da qualidade de cozimento e da composição nutricional do feijão.

CONCLUSÃO

As cultivares do grupo preto ('Macanudo' e 'BRS Campeiro') mantêm a qualidade para o

cozimento, a claridade do tegumento dos grãos e a qualidade nutricional por seis meses de armazenamento refrigerado. Os genótipos do grupo de cor (Carioca, Pérola e LH 5) apresentam escurecimento do tegumento dos grãos, mas a qualidade nutricional não é alterada no armazenamento refrigerado por seis meses.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS

- AOAC INTERNATIONAL (Gaithersburg, Estados Unidos). **Official methods of analysis of AOAC International**. 16.ed. Washington, 1995. 200p.
- BOURNE, M.C. Size, density, and hardshell in dry beans. **Food Technology**, v.21, p.335-398, 1967.
- BRACKMANN, A. et al. Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, v.32, p.911-915, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782002000600001&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782002000600001.
- CARNEIRO, J.C.S. et al. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.25, p.18-24, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612005000100004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0101-20612005000100004.
- COELHO, C.M.M. et al. Capacidade de cocção de grãos de feijão em função do genótipo e da temperatura da água de hidratação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1080-1086, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000400007&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S1413-70542008000400007.
- CORRÊA, M.M. **Avaliação da qualidade tecnológica de sete cultivares de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) quanto à: absorção de água, tempo de cozimento, hard-shell e, os teores de ferro e zinco antes e após diferentes métodos de cozimento**. 2007. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.
- GARCIA-VELA, L.A.; STANLEY, D.W. Protein denaturation and starch gelatinization in hard-to-cook beans. **Journal of Food Science**, v.54, p.1284-1286, 1989.
- MIYAZAWA, M. et al. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. p.171-223.

- MOURA, A.C. de C. **Análises físico-químicas e enzimáticas antes e após armazenamento em grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) submetidos a diferentes tempos e tipos de secagem**. 1998. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- PLHAK, L.C. et al. Comparison of methods used to characterize water imbibition in hard-to-cook beans. **Journal of Food Science**, v.54, p.326-336, 1989. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/journal/119429916/abstract>>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1111/j.1365-2621.1989.tb03073.x.
- RIBEIRO, N.D. et al. Progresso genético em caracteres agronômicos no melhoramento do feijoeiro. **Ciência Rural**, v.33, p.629-633, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782003000400006&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782003000400006.
- RIBEIRO, N.D. et al. Composição de aminoácidos de cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1393-1399, 2007a. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007001000004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0100-204X2007001000004.
- RIBEIRO, N.D. et al. Efeito de períodos de semeadura e das condições de armazenamento sobre a qualidade de grãos de feijão para o cozimento. **Bragantia**, v.66, p.157-163, 2007b. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052007000100019&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0006-87052007000100019.
- RIBEIRO, N.D. et al. Padronização de metodologia para avaliação do tempo de cozimento dos grãos de feijão. **Bragantia**, v.66, p.335-346, 2007c. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052007000200018&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0006-87052007000200018.
- RIBEIRO, N.D. et al. Composição de microminerais em cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Bragantia**, v.67, p.267-273, 2008a. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052008000200002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0006-87052008000200002.
- RIBEIRO, N.D. et al. Períodos de semeadura e condições de armazenamento na qualidade de cozimento de grãos de feijão. **Ciência Rural**, v.38, p.936-941, 2008b. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000400005&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782008000400005.
- RIOS, A.O. et al. Efeitos da época de colheita e do tempo de armazenamento no escurecimento do tegumento do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.550-558, 2002. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/revista/26_3/art14.PDF>. Acesso em: 26 abr. 2010.
- RODRIGUES, J.A. et al. Standardization of imbibition time of common bean grains to evaluate cooking quality. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.4, p.465-471, 2004. Disponível em: <<http://www.sbmp.org.br/cbab/siscbab/modules/news/article.php?storyid=243>>. Acesso em: 26 abr. 2010.
- RODRIGUES, J.A. et al. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v.35, p.209-214, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000100034&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782005000100034.
- VIEIRA, E.H.N.; YOKOYAMA, M. Colheita, processamento e armazenamento. In: _____. **As sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p.233-248.
- VINDIOLA, O.L. et al. Accelerated development of the *hard-to-cook* state in beans. **Cereal Foods World**, v.31, p.538-552, 1986.
- WYATT, J.C. Seed coat and water absorption properties of seed of near isogenic snap bean lines differing in seed coat color. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.102, p.478-480, 1977.