

CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO PRETO SUBMETIDAS AO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL

VANDERLEIA SCHOENINGER¹, TÁBATA ZINGANO BISCHOFF², ROSE MARY HELENA QUINT SILOCHI³, NAIMARA VIEIRA DO PRADO⁴, SILVIA RENATA MACHADO COELHO⁵

¹ Eng^a Agrícola, Prof. Adjunto, Faculdade de Agrárias, UFGD, Dourados - MS, Fone: (0XX67) 3410.2365, vschoeninger@ufgd.edu.br

² Eng^a Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel, PR.

³ Economista Doméstica, Prof^a. Adjunto, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, UNIOESTE, Francisco Beltrão, PR.

⁴ Matemática e Eng^a Agrícola, Prof^a. Assistente, Departamento Acadêmico de Física, Estatística e Matemática, UTFPR, Francisco Beltrão, PR.

⁵ Eng^a Agrônoma, Prof^a. do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel, PR.

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: Atualmente uma alternativa alimentar que atende às demandas do consumidor moderno é o processamento industrial do feijão. O presente trabalho avaliou a adaptabilidade de quatro cultivares do grão ao processamento industrial. Foram avaliados cultivares da classe comercial Preto: IPR Uirapuru, BRS Campeiro, BRS Esteio e BRS Esplendor. Primeiramente, foram verificados os parâmetros físicos nos grãos: teor de água, aferição das dimensões, esfericidade, massa de 100 grãos, densidade, massa específica aparente, coeficiente de hidratação e componentes de cor. Em seguida, os grãos foram processados em uma indústria do setor, utilizando-se embalagens metálicas com capacidade de 420 g, nas quais as amostras foram acondicionadas sem o emprego de hidratação prévia. Como calda, utilizou-se água na temperatura de 75°C e o processo de cozimento e esterilização foi realizado em autoclave rotativa. No feijão enlatado, avaliaram-se os parâmetros de qualidade: peso bruto, líquido e drenado, altura de *headspace*, índice de danos, cor, sólidos solúveis e sólidos totais no caldo, textura, acidez e pH. Observaram-se características de qualidade semelhantes entre BRS Esplendor e IPR Uirapuru, e entre BRS Esteio e BRS Campeiro, destacando-se esta última por apresentar menores índices de grãos danificados após o processamento, que está diretamente relacionado com a maior aceitação do produto.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L., feijão enlatado, hidratação.

CHARACTERIZATION OF BLACK BEAN CULTIVARS SUBMITTED TO THE INDUSTRIAL CANNING

ABSTRACT: Currently a food alternative that meets the demands of the modern consumer is the industrial processing for beans. This study evaluated the adaptability of four varieties of beans for industrial processing. Were evaluated cultivars of grade Black: IPR Uirapuru, BRS Campeiro, BRS Esteio and BRS Esplendor. First, the physical parameters of the grains were found: water content, measurement of size, roundness, weight of 100 seeds, density, bulk density, hydration coefficient and color components. Then the beans were processed in a industrial canning, using cans with a capacity of 420 g, in which the samples were stored without soaking. As syrup used was water at a temperature of 75 ° C and to the baking process and sterilization was performed in autoclave rotating. In the canned beans werw

evaluated the quality parameters: gross weight, net and drained, headspace, damage index, color, soluble solids and total solids in the broth, texture, acidity and pH. Were observed quality characteristics similar to BRS Esplendor and IPR Uirapuru, and between BRS Esteio and BRS Campeiro, especially the latter by having lower rates of grains damaged after processing, which is directly related to the increase acceptance of the product.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris* L., canned beans, soaking.

INTRODUÇÃO

O feijão destaca-se no cenário mundial como uma *Fabaceae* rica em proteínas e com alto valor nutricional, sendo uma das espécies mais cultivadas em todo o mundo. É considerado um alimento básico e a principal fonte proteica vegetal. Além disso, o feijão comum *Phaseolus vulgaris* L. é a segunda leguminosa mais produzida mundialmente, depois da soja, seguido do feijão-caupi e o grão-de-bico (BASSINELLO, 2009; ERTAS, 2011; SIDDIQ; BUT; SULTAN, 2011; UEBERSAX, SIDDIQ, 2013).

O processamento industrial do feijão através do enlatamento é uma prática comum em muitos países, nos quais há o hábito consolidado de consumo desse tipo de produto (WHITE; HOWARD, 2013). De acordo com Pedrosa *et al.* (2015), o feijão processado industrialmente é um alimento que apresenta perfil nutritivo adequado, com boa fonte de proteínas, fibras dietéticas, minerais, além de baixo conteúdo de gordura e presença de compostos bioativos que apresentam efeitos benéficos na saúde, como o controle glicêmico e a redução de risco para alguns tipos de câncer. No Brasil, o feijão é consumido tradicionalmente na forma seca, porém, nos últimos anos, observou-se incremento de opções de grãos processados no mercado. O consumidor busca no feijão processado características como textura, integridade dos grãos, cor e aparência, digestibilidade, facilidade e economia de energia no momento do preparo (MERWE; OSTHOFF; PRETORIUS, 2006b).

Porém, são verificadas alterações de qualidade no grão submetido ao processamento industrial tipo enlatado, devido a diversos fatores como diferenças entre os cultivares, ambiente de cultivo, efeito cultivar x ambiente, considerado significativo na qualidade do feijão processado, além das condições e tempo de armazenamento da matéria-prima (MENDOZA *et al.*, 2014; KELLY; CICHY, 2013; POSA-MACALINCAG *et al.*, 2002; LANGE; LABUSCHAGNE, 2000; WALTERS *et al.*, 1997; HOSFIELD; GHADERI; UEBERSAX, 1984). A seleção de matéria-prima também muitas vezes é vista como problemática, pois, em muitas empresas, é realizada apenas através de uma análise visual por um grupo treinado, que avalia apenas um número limitado de parâmetros de qualidade, como capacidade de hidratação, peso drenado, tamanho do grão e índice de dano. Outras questões relacionadas à textura e coloração acabam não sendo verificadas, e o produto muitas vezes pode não apresentar aceitação no mercado (MERWE; OSTHOFF; PRETORIUS, 2006a).

Pesquisas no Brasil sobre processamento industrial tipo enlatado para a espécie *Phaseolus vulgaris* L., atualmente são pouco realizadas, devido ao fato do consumidor local não apresentar hábito de utilizar este tipo de produto (WANDER; BASSINELO; RICARDO, 2006). Contudo, foram verificados alguns trabalhos no país em torno do processamento da espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp, que por sua vez apresenta grande aceitação por parte dos consumidores em várias regiões brasileiras (LIMA *et al.*, 2003; FORTUNATO; MAGALHÃES; MARIA, 2000). A industrialização dos alimentos é uma maneira de garantir o abastecimento racional e regular para os consumidores (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008). Logo, para o mercado do feijão, o processamento industrial é uma alternativa interessante. Apresentar informações e soluções para a indústria de transformação do feijão, além de oferecer indicativos para programas de melhoramento, atualmente se faz necessário. Para Khanal *et al.* (2015), uma variedade de feijão de sucesso não implica apenas altas produções

no campo, mas deve apresentar valor em toda a cadeia produtiva. O genótipo ideal deverá apresentar performance agrônômica superior e também sustentar um nível aceitável de qualidade para o enlatamento, indiferente do local de cultivo.

Com base no exposto o objetivo do presente estudo foi avaliar parâmetros de qualidade em quatro cultivares de feijão brasileiro, submetidos ao processamento industrial tipo enlatado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Agrícolas (LACON) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), localizado no *campus* de Cascavel. Foram utilizados grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), recém colhidos, de diferentes cultivares da classe comercial Preto: IPR Uirapuru, BRS Campeiro, BRS Esteio e BRS Esplendor, produzidas na área experimental da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás – GO, na safra de inverno de 2013. Como critério de seleção aplicado aqui, para o estudo destes cultivares, aponta-se que todos apresentam atualmente sementes no mercado com potencial de produção, ciclos semiprecoce e normal, com produtividade média considerável. De acordo com algumas processadoras no país, o cultivar BRS IPR Uirapuru é considerado melhor adaptado ao processamento industrial tipo enlatado no país. Após a colheita, os grãos passaram pelo processo de secagem natural em condições ambientais e, em seguida, encaminhados ao laboratório, onde foram acondicionados em embalagens plásticas sob refrigeração, em temperatura de 5 ± 1 °C, até receberem o processamento.

O processamento industrial foi realizado na empresa *Conservas Oderich*, no município de São Sebastião do Caí – RS. Na indústria, os grãos de feijão foram lavados em água e escorridos manualmente e, em seguida, cerca de 126 - 130 g do produto foram dispostos em embalagens tipo flandres com capacidade de 420 g (diâmetro 73 mm e altura 110 mm). Após, o conteúdo da embalagem foi preenchido com água em temperatura de 75 °C, utilizando-se uma altura de *headspace* de 3 a 5 mm. Não foi adicionada calda, devido ao fato de se desejar conhecer os efeitos do processo sem a interferência de agentes como a sacarose e os sais (NaCl; CaCl₂). As embalagens foram fechadas e recravadas automaticamente, então foi realizado o cozimento e a esterilização do produto em autoclave rotativa (Ferlo[®]), com frequência de 11 Hz, utilizando-se como meio de aquecimento a água pressurizada, temperatura de 120 °C e pressão de 1,2 kg. O tempo total desta etapa foi de 120 minutos, sendo 19 minutos para o aquecimento, 35 para cozimento e 66 minutos para o resfriamento gradativo do produto dentro do aparelho. Após o processamento as amostras foram encaminhadas ao laboratório e mantidas em condições ambientais, durante o período de duas semanas, para garantir estabilização e equilíbrio do caldo (MATELLA; MISHRA; DOLAN, 2013). Em seguida, foram caracterizadas de acordo com os parâmetros de qualidade do feijão tipo enlatado.

Foram mensurados primeiramente os pesos bruto (g), líquido (g), e drenado (g), sendo o último verificado de acordo com Merwe, Osthoff e Pretorius (2006a). Para tal os grãos foram retirados da embalagem e drenados por dois minutos em uma peneira plástica, tamanho 8 mesh (0,239 cm), colocada no ângulo de 20° e, em seguida, a massa drenada foi mensurada, calculando-se a porcentagem do peso drenado (%), em relação à massa total de grãos. A altura do *headspace* (mm), na embalagem, foi mensurada com auxílio de um paquímetro digital. Uma amostra de 100 g do produto processado (grão e caldo) foi submetida a uma avaliação visual para identificação da aparência em danos. Os grãos rompidos, danificados e/ou trincados tiveram sua massa mensurada, possibilitando o cálculo do índice de danos (%) durante o processo. Os parâmetros de cor do produto final foram verificados utilizando-se

uma amostra de 50 gramas de produto (grãos e caldo) disposta em placa de petri, seguida da leitura com colorímetro (Konica Minolta ® CR410).

O teor de sólidos solúveis (SS) (%) foi determinado no caldo do feijão processado pela leitura direta da graduação em °Brix, em um refratômetro de bancada tipo ABBE. O teor de sólidos totais no caldo (ST) (%) foi determinado, utilizando-se uma amostra de 10 mL de caldo drenado submetida à secagem em estufa, em temperatura de 80 °C por 24 horas (MATELLA; MISHRA; DOLAN, 2013). Também foram avaliados os parâmetros de pH através da leitura direta e acidez (%), medida por meio de titulação com NaOH 0,01M (IAL, 2008). A textura do produto processado foi determinada em aparelho texturômetro (TA.XT Plus, Stable Micro Systems®), utilizando-se 25 grãos, analisados individualmente, secos em papel toalha, dispostos na plataforma e comprimidos a 90% da altura inicial usando célula de carga de 50 kg (GHASEMLOU; GHARIBZAHEDI; EMAM-DJOMEH, 2013). A máxima força de compressão (N.grão⁻¹) foi usada como indicador de dureza do feijão enlatado (SIQUEIRA *et al.*, 2014).

O experimento foi realizado com três repetições e os dados verificados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e igualdade das variâncias (Teste de Bartlett), no nível de 5% de significância. Primeiramente, utilizou-se o teste F aplicado à análise de variância (ANOVA), avaliando-se os cultivares entre si, com teste de comparação de médias, Tukey, conduzidos em nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios para os parâmetros de qualidade do feijão enlatado, avaliados nos cultivares brasileiros da classe comercial Preto. O valor médio do peso bruto (PB) foi maior para o cultivar BRS Esteio (497,40), seguido pelo BRS Campeiro (497,34), valores estatisticamente iguais entre si e diferentes das médias dos demais. O peso líquido (PL) variou entre 417,01 e 437,58; os cultivares BRS Campeiro e BRS Esteio foram estatisticamente iguais, e IPR Uirapuru e BRS Esplendor com valores médios para PL também iguais entre si ($p < 0,05$).

Para os cultivares da classe Preto, destacou-se o cultivar BRS Esplendor com maior valor do peso drenado (PD) (357,20), o que implicou também maior valor para o percentual de peso drenado (PPD), 84,62%. Os demais cultivares apresentaram médias para PD, estatisticamente iguais entre si. Balasubramanian *et al.* (2000) verificaram que os valores de PPD foram menores para o feijão preto (61,90%), seguido pelo feijão Pinto (63,80%) e maior para o feijão Navy (67,70%). Merwe, Osthoff e Pretorius (2006b) verificaram variação nos valores de PPD de 68,83 e 78,80% na avaliação de quatro cultivares de feijão provenientes de nove locais de produção, portanto, valores menores dos obtidos neste trabalho. Ainda segundo os mesmos autores, o percentual de peso drenado mínimo no feijão enlatado deverá ser 60%, logo os cultivares de ambas as classes avaliadas apresentaram valores aceitáveis.

De acordo com White e Howard (2013) e Matella, Mishra e Dolan (2013), os parâmetros PB, PL e PD são importantes para manutenção dos padrões de qualidade industriais para o feijão processado. O percentual de PD é um parâmetro de qualidade usado na determinação da hidratação precisa do feijão, bem como na proporção adequada de calda a ser empregada no processo, além de estar associado ao rendimento para a indústria (WHITE; HOWARD, 2013; WALTERS *et al.*, 1997). Segundo Khanal *et al.* (2015), baixos valores para o peso drenado podem indicar excessivas perdas de sólidos durante o processamento e aumentar o grau de aglutinação do produto no topo da embalagem, depois do processamento e durante o armazenamento. Este por sua vez é um efeito indesejável com pequeno impacto econômico, mas que poderia provocar a rejeição do cultivar pela indústria processadora, pois o alto grau de aglomeração de produto é visto como uma característica negativa. Dessa forma,

os baixos valores de percentual de PD apresentados por BRS Campeiro e BRS Esteio, indicam que pode vir a ocorrer esse efeito de aglutinação no produto.

Tabela 1 Médias para os parâmetros físicos de qualidade do feijão enlatado: PB: peso bruto (g); PL: peso líquido (g); PD: peso drenado (g); PPD: percentual de peso drenado (%); H: altura do headspace (mm), parâmetros de cor L*, a*, b*, C e H; índice de danos (%); textura (N.grão⁻¹); SS: sólidos solúveis (°Brix); ST: sólidos totais (%); pH e acidez para os cultivares da classe comercial Preto: BRS Campeiro, BRS Esteio, BRS Esplendor e IPR Uirapuru

Averages for the physical parameters of quality of canned beans: PB: gross weight (g); PL: Net Weight (g); PD: drained weight (g); PPD: drained weight percentage (%); H: headspace (mm), color parameters L *, a *, b *, C and H; Damage Index (%); Texture (N.grain⁻¹); SS: soluble solids (° Brix); TS: Total solids (%); pH and acidity for cultivars commercial grade Black: BRS Campeiro, BRS Esteio, BRS Esplendor and IPR Uirapuru

Parâmetro	Cultivares Classe Comercial Preto				CV (%)	p-valor
	BRS Esplendor	BRS Campeiro	BRS Esteio	IPR Uirapuru		
PB (g)	486,13±4,90 ^{ab} 422,10 ±	497,34±5,44 ^a	497,40±5,65 ^a	481,21±5,99 ^b	1,01	0,015
PL (g)	0,96 ^b	437,58 ± 5,02 ^a	437,17 ± 5,74 ^a	417,01 ± 7,33 ^b	2,54	0,027
PD (g)	357,2± 10,28 ^a	332,22 ±9,85 ^b	329,81 ± 2,47 ^b	336,80±4,23 ^b	3,83	0,079
PPD (%)	84,62±2,26 ^a	75,92 ± 1,63 ^b	75,45 ± 1,47 ^b	80,77 ± 0,40 ^a	5,25	0,000
H (mm)	7,41± 1,80 ^a	4,39 ± 0,91 ^b	5,04 ± 1,59 ^{ab}	7,20 ± 1,44 ^{ab}	28,16	0,027
L*	36,67 ± 0,35 ^b	38,76 ± 0,63 ^a	39,05 ± 0,58 ^a	36,15 ± 0,61 ^b	3,71	0,044
a*	3,48 ± 0,13 ^c	4,15 ± 0,23 ^b	4,33 ± 0,16 ^{ab}	4,93 ± 0,39 ^a	13,36	0,004
b*	1,87 ± 0,24 ^b	2,05 ± 0,34 ^b	2,85 ± 0,12 ^a	2,97± 0,29 ^a	23,16	0,164
C	3,95 ± 0,22 ^c	4,63 ± 0,36 ^{bc}	5,18 ± 0,20 ^{ab}	5,76 ± 0,48 ^a	15,41	0,059
H	28,13 ± 2,32 ^{bc}	26,09 ± 2,71 ^c	33,32 ± 0,32 ^a	31,03 ± 0,49 ^{ab}	11,56	0,041
Danos (%)	81,71 ± 3,42 ^b	31,98 ±3,67 ^c	85,25 ± 2,39 ^b	97,05 ± 1,21 ^a	30,47	0,000
Text (N.grão ⁻¹)	0,69 ± 0,16 ^c	0,93± 0,13 ^b	1,22± 0,32 ^a	0,64 ± 0,15 ^c	36	0,000
SS (°Brix)	10,27 ± 0,46 ^a	9,10 ± 0,10 ^b	10,17 ± 0,29 ^a	10,10 ± 0,10 ^a	5,52	0,000
ST (%)	13,27 ± 0,80 ^a	10,74 ± 0,24 ^b	11,66 ± 0,18 ^{ab}	13,23 ± 1,40 ^a	10,94	0,023
pH	6,29 ± 0,04	6,22 ± 0,00	6,24 ± 0,03	6,28 ± 0,06	0,71	0,135
Acidez (%)	0,27 ± 0,02	0,27 ± 0,03	0,27 ± 0,04	0,29± 0,05	12,02	0,775

Valores expressos em média ± desvio padrão. CV: coeficiente de variação geral. Médias na linha com diferentes letras sobrescritas correspondem a valores diferentes estatisticamente ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

As médias para o parâmetro altura do *headspace* (H) apresentaram diferenças significativas (p<0,05), com o menor valor de 4,39 mm para o BRS Campeiro e o maior para o BRS Esplendor, 7,41mm.

Para os componentes de cor do feijão enlatado verificou-se que, a luminosidade (L*) dos grãos variou entre 36,15 e 39,05 para o IPR Uirapuru e BRS Esteio, respectivamente, sendo estas médias diferentes entre si (p < 0,05). O componente a* apresentou menor valor para o BRS Esplendor (3,48) e maior para o IPR Uirapuru (4,93). O componente de cor b* foi igual estatisticamente entre o IPR Uirapuru (2,97) e o BRS Esteio (2,85) que apresentaram as maiores médias. BRS Campeiro e BRS Esplendor apresentaram menores médias para o componente de cor azul - amarelo, sendo estas estatisticamente iguais.

A cromaticidade dos grãos processados apresentou valores entre 3,95 (BRS Esplendor) e 5,76 (IPR Uirapuru), dessa forma a intensidade de percepção da cor para as amostras do cultivar IPR Uirapuru é maior. Para o ângulo de coloração (H*) verificaram-se valores entre 26,08° (BRS Campeiro) e 33,32° (BRS Esteio), com ocorrência de diferenças estatísticas (p

<0,05) entre os cultivares. A coloração do feijão enlatado é um importante fator de qualidade para os consumidores e podem influenciar o potencial de mercado do produto (KHANAL *et al.*, 2015).

O índice de danos destacou-se o cultivar BRS Campeiro, por apresentar o menor valor médio após o processamento industrial (31,98%). O cultivar IPR Uirapuru apresentou a maior média para o produto danificado: 97,05%, diferenciando estatisticamente dos demais: BRS Esteio (85,25%) e BRS Esplendor (81,71%), sendo estas últimas iguais entre si ($p < 0,05$). Na Figura 1, visualiza-se a aparência dos grãos de feijão dos quatro cultivares das classes Preto após o processamento industrial tipo enlatado.

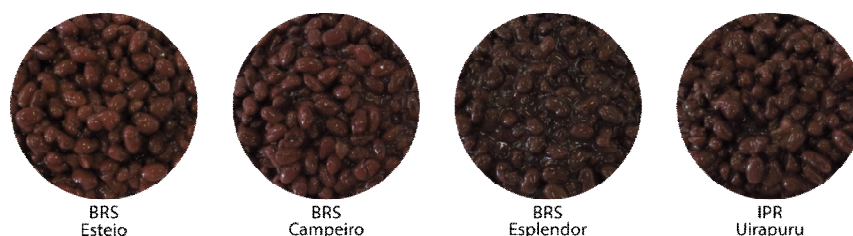


Figura 1 Aparência dos grãos de feijão de diferentes cultivares brasileiras da classe comercial Preto, após o processamento industrial tipo enlatado.

Os altos índices de defeitos estruturais em produtos à base de feijão, como o enlatado, por exemplo, são um problema para a indústria, pois os consumidores preferem grãos íntegros com reduzidas taxas de defeitos estruturais (AZARPAZHOD; BOYE, 2013). Esses defeitos de ruptura no tegumento geralmente ocorrem nas estruturas do hilo e micrópila do feijão (AZARPAZHOD; BOYE, 2013; MERWE; OSTHOFF; PRETORIUS, 2006b). Logo, foi possível verificar, especialmente nas amostras do cultivar BRS Esteio, nos quais se observam os danos nesta região do grão. Para Merwe, Osthoff e Pretorius (2006b), é importante na aparência visual do feijão processado e apresentado na forma de enlatado que não ocorra desprendimento da casca, os grãos devem estar individualmente visíveis, com aspecto brilhante, cor e tamanho uniformes. Ainda de acordo com os mesmos autores, a ocorrência da aglomeração de produto causada pela lixiviação do amido e dispersão do cotilédone, seguida do aumento da viscosidade da calda, também é uma característica indesejável no produto final.

Foi possível verificar também as diferenças da coloração apresentadas pelos dos componentes L^* , a^* , b^* , C^* e H^* (Tabela 1) e Figura 1. Verificou-se que o BRS Esteio destaca-se dos demais, apresentando maior luminosidade e coloração com tonalidade marrom escuro. O BRS Esplendor que apresentou caldo com aspecto brilhante e bem distribuído em torno do grão. A coloração do feijão é influenciada pelo conteúdo de antocianinas no tegumento do grão, desta forma, a cor do produto final pode apresentar variação, devido às concentrações destes compostos na matéria-prima. O feijão preto se distingue dos outros tipos pelo fato de apresentar no seu tegumento altas concentrações de antocianinas, incluindo-se delphinidina-3-glicosídeo, petudinina-3-glicosídeo e malvadina-3-glicosídeo, juntamente com os compostos fenólicos que apresentam capacidade antioxidante e estão relacionadas com benefícios e promoção da saúde (CICHY *et al.*, 2014; LOPEZ *et al.*, 2013). De acordo com Cichy *et al.* (2014), processadores consideram um feijão da classe Preto de qualidade quando o mesmo apresenta retenção da coloração após o enlatamento. Pois, o que acontece com muitos cultivares é uma tendência de alteração na coloração, apresentando-se como produto de aspecto marrom ou acinzentado, resultante da excessiva lixiviação das antocianinas durante o processo industrial. De acordo com Wright e Kelly (2011), boa retenção na cor do

feijão enlatado pode também melhorar o valor nutricional, além de contribuir com a aparência do produto.

A textura, medida em dureza média do grão de feijão, quantifica a maciez ou a firmeza do produto após o processamento e é outro fator determinante para a palatabilidade do enlatado (KHANAL *et al.*, 2015). Para os cultivares avaliadas ocorreram diferenças, com o menor valor apresentado por IPR Uirapuru ($0,64 \text{ N.grão}^{-1}$) e o maior valor atribuído ao cultivar BRS Esteio ($1,22 \text{ N.grão}^{-1}$).

Para o grau de sólidos solúveis no caldo (SS), o cultivar BRS Campeiro apresentou menor valor médio para SS ($9,10 \text{ °Brix}$), sendo este diferente dos apresentados pelos demais cultivares, que foram estatisticamente iguais. Guzel e Sayar (2012) verificaram valores variando entre $8,7$ e $14,5 \text{ °Brix}$ para amostras de feijão processado. Ainda segundo os mesmos autores, estes parâmetros podem ser dependentes do teor de água no material, tipo de grão e se há ocorrência de defeitos físicos ou químicos no produto, como o feijão HTC (*hard-to-cook*), por exemplo.

O menor valor médio para o índice de sólidos totais no caldo do feijão (Tabela 1) foi apresentado por BRS Campeiro ($10,74\%$) e o maior no BRS Esplendor ($13,27\%$), com diferença entre os cultivares ($p < 0,05$).

Nas amostras de feijão avaliadas não ocorreram diferenças significativas para o parâmetro pH do produto ($p > 0,05$), com valores variando entre $6,22$ e $6,29$. De acordo com Merwe, Osthoff e Pretorius (2006b), o pH é um importante parâmetro na qualidade do feijão enlatado podendo variar de acordo com os ingredientes utilizados na calda que, caso seja reduzido poderá interferir em reações como a hidrólise de proteínas e do amido. Porém, cabe destacar que neste trabalho não foram usados aditivos, logo as diferenças inerentes ao pH foram em função da composição química dos grãos. Para a acidez também não foram verificadas diferenças estatísticas significativas.

CONCLUSÕES

Para os feijões da classe comercial Preto, observaram-se características semelhantes entre os cultivares BRS Esplendor e IPR Uirapuru, e BRS Campeiro com BRS Esteio, especialmente devido aos parâmetros de textura, peso bruto e líquido. Destacou-se o BRS Campeiro que apresentou menores índices de grãos trincados e explodidos, o que reduziu também o índice de sólidos totais no caldo do produto.

Sugere-se que os cultivares avaliados neste experimento podem ser empregados e avaliados em diferentes protocolos de processamento, nos quais utilizam-se operações distintas dessa pesquisa, como a hidratação e o branqueamento dos grãos, empregados em algumas plantas de processamento no país. Os resultados obtidos contribuem para orientar novas pesquisas em torno do feijão enlatado no Brasil, nas quais poderão ser verificados atributos químicos e sensoriais do produto, além de fornecer informações à indústria de processamento, importadores e programas de melhoramento genético.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Arroz e Feijão, na pessoa da pesquisadora Dra. Priscila Z. Bassinello, pela concessão de amostras de feijão para a realização deste experimento. À Conservas Oderich, nas pessoas de Inez Dutra e Luciano Escobar, por todo o apoio e a liberação da estrutura para realização das atividades de processamento industrial do feijão.

REFERÊNCIAS

AZARPAZHOOH, E.; BOYE, J. I. Composition of processed dry beans and pulses. *In*: SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. **Dry beans and pulses: production, processing and nutrition**. Ames: John Wiley & Sons, 2013. p. 103-128.

BALASUBRAMANIAN, P.; SLINKARD, A.; TYLER, R.; VANDERBERG, A. A modified laboratory canning protocol for quality evaluation of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Daves, v. 80, p. 732-738, 2000.

BASSINELLO, P. Z. Qualidade nutricional, funcional e tecnológica do feijão. *In*: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro**. 1. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 452 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, Brasil, 2009. 399 p.

CICHY, K. A.; FERNADEZ, A.; KILIAN, A.; KELLY, J. D.; GALEANO, C. H.; SHAW, S.; BRICK, M.; HODKINSON, D.; TROXTELL, E. QTL analysis of canning quality and color retention in black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Molecular Breeding**, v. 33, n. 1, p. 139-154, 2014.

ERTAS, N. The effects of aqueous processing on some physical and nutrition properties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **International Journal of Health & Nutrition**, Daves, v. 2, n. 1, p. 21-27, 2011.

FORTUNATO, A. A.; MAGALHÃES, M. A.; MARIA, Z. L. Estudo do feijão verde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 299-301, 2000.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. Nobel, São Paulo, 2008. 644 p.

GHASEMLOU, M.; GHARIBZAHEDI, S. M. T.; EMAM-DJOMEH, Z. Relating consumer preferences to textural attributes of cooked beans: Development of a industrial protocol and microstructural observations. **LWT – Food Science and Technology**, v. 50, n. 1, p. 88-98, 2013.

GUZEL, D.; SAYAR, S. Effect of cooking methods on selected physicochemical and nutritional properties os barlotto bean, chickpea, faba bean and white kidney bean. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 1, p. 89-95, 2012.

HOSFIELD, G. L.; GHADERI, A.; UEBERSAX, M. A. A factor analysis of yield and sensory and physico-chemical data from tests used to measure culinary quality in dry edible beans. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 64, n.1, p.285-293, 1984.

KELLY, J. D.; CICHY, K. A. Dry bean breeding and production technologies. *In*: SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. **Dry beans and pulses: production, processing and nutrition**. Ames: John Wiley & Sons, 2013b. p. 23-54.

KHANAL, R.; BURT, A. J.; WOODROW, L.; BALASUBRAMANIAN, P.; NAVABI, A. Genotypic association of parameters commonly used to predict canning quality of dry bean. **Crops Science**, v. 54, p. 2564-2573, 2015.

LANGE, A.; LABUSCHAGNE, M. Multivariate assessment of canning quality, chemical characteristics and yield of small white canning beans (*Phaseolus vulgaris* L) in South Africa. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Hamilton, v. 81, n. 1, p. 30-35, 2000.

LIMA, E. D. P.; JERÔNIMO, E. S.; LIMA, C. A. A.; GONDIM, P. J. S.; ALGRIGUE, M.L.; CAVALCANTE, L.F. Características físicas e químicas de grãos verdes de linhagens e cultivares de feijão caupi para processamento tipo conserva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.1, p. 129-134, 2003.

LOPEZ, A.; EL-NAGGAR, T.; DUEÑAS, M.; ORTEGA, T.; ESTRELLA, I.; HERNÁNDEZ, T.; GÓMEZ-SERRANILLOS, M. P.; POLOMINO, O. M.; CARRETERO, M. E. Effect of cooking an germination on phenolic composition an biological properties of dark beans. **Food Chemistry**, v. 138, n. 1, p. 547-555, 2013.

MATELLA, N. J.; MISHRA, D. K.; DOLAN, K. D. Hydration, blanching and thermal processing of dry beans. *In*: SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. **Dry beans and pulses: production, processing and nutrition**. Ames: Jonh Wiley & Sons, 2013. p. 129 - 154.

MENDOZA, F. A.; CICHY, K.; LU, R.; KELLY, J. D. Evaluation of canning quality traits in black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by visible/near-infrared spectroscopy. **Food Bioprocess and Techonology**, v. 7, n. 1, p. 2666-2678, 2014.

MERWE, D. V. D.; OSTHOFF, G.; PRETORIUS, A. J. Evaluation and standardization of small-scale canning methods for small white beans (*Phaseolus vulgaris* L.) canned in tomato sauce. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Daves, v. 86, p. 1115-1124, 2006a.

MERWE, D.V.D.; OSTHOFF, G.; PRETORIUS, A.J. Comparison of the canning quality of small white beans (*Phaseolus vulgaris* L.) canned in tomato sauce by a small-scale and an industrial method. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Daves, v. 86, p. 1146-1156, 2006b.

PEDROSA, M. M.; CUADRADO, C.; MUSQUIZ, M.; CABELLOS, B.; OLMEDILLA-ALONSO, B.; ASENSIO-VEGAS, C. Effects of industrial canning on the proximate composition, bioactive compounds contents and nutritional profile of two Spanish common dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, Reading, n. 1, v. 166, p. 68-75, 2015.

POSA-MACALINCAG, M.; HOSFIELD, G.L.; GRAFTON, K.F.; UEBERSAX, M.A.; KELLY, J.D. Quantitative Trait Loci (QTL) analysis of canning quality traits in kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L). **Journal of the American Society for Horticulture Science**, Alexandria, v. 127, n. 4, p. 608-615, 2002.

SIDDIQ, M.; BUTT, M. S.; SULTAN, M. T. Dry Beans: Production, Processing, and Nutrition. *In*: SINHA, N.K. **Handbook of vegetables & Vegetable processing**. Ames: John Wiley & Sons, 2011. p. 545-564.

SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. Dry beans and pulses production and consumption – an overview. *In: SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. Dry beans and pulses: production, processing and nutrition.* Ames: John Wiley & Sons, 2013. p. 3-22.

SIQUEIRA, B. S.; PEREIRA, W. J.; BATISTA, K. A.; OOMAH, D. B.; FERNANDES, K. F.; BASSINELLO, P. Z. Influence of storage on darkening and hardening of slow – and regular – carioca bean (*Phaseolus vulgaris l.*) genotypes. **Journal of Agricultural Studies**, Cambridge, v. 2, n. 2, p. 2166-0369, 2014.

UEBERSAX, M. A.; SIDDIQ, M. Postharvest storage quality, packaging and distribution of dry beans. *In: SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. Dry beans and pulses: production, processing and nutrition.* Ames: John Wiley & Sons, 2013. p. 75-100.

WALTERS, K. J.; HOSFIELD, G. L.; UEBERSAX, M. A.; KELLY, J. D. Navy bean canning quality: correlations, heritability estimates, and randomly amplified polymorphic DNA markers associated with component traits. **Journal of the American Society for Horticulture Science**, Alexandria, v. 122, n. 3, p. 338-343, 1997.

WANDER, A. E.; BASSINELO, P. Z.; RICARDO, T. R. Perfil dos consumidores de arroz e feijão na região metropolitana de Goiânia. **Comunicado Técnico**, 127, Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

WHITE, B.; HOWARD, L. R. Canned whole dry beans and bean products. *In: SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M. A. Dry beans and pulses: production, processing and nutrition.* Ames: John Wiley & Sons, 2013. p. 155 - 183.

WRIGHT, E. M.; KELLY, J. D. Mapping QTL for seed yield and canning quality following processing of black beans (*Phaseolus vulgaris L.*). **Euphytica**, v. 179, n. 1, p. 471-484, 2011.