

## Avaliação de Soja Preta para Consumo como Edamame



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Trigo  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
89**

**Avaliação de Soja Preta para  
Consumo como Edamame**

*Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi  
Martha Zavariz de Miranda  
Ilana Felberg  
Ronoel Luiz de Oliveira Godoy  
Manuela Cristina Pessanha de Araújo Santiago*

**Embrapa Trigo**  
Passo Fundo, RS  
2018

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Trigo**  
Rodovia BR 285, Km 294  
Caixa Postal 3081  
Telefone: (54) 3316-5800  
Fax: (54) 3316-5802  
99050-970 Passo Fundo, RS  
<https://www.embrapa.br/fale-conosco>

Comitê Local de Publicações  
da Unidade Responsável

Presidente  
*Leila Maria Costamilan*

Membros  
*Alberto Luiz Marsaro Júnior, Alfredo do Nascimento Junior, Anderson Santi, Genei Antonio Dalmago, Sandra Maria Mansur Scagliusi, Tammy Aparecida Manabe Kiihl, Vladirene Macedo Vieira*

Normalização bibliográfica  
*Maria Regina Martins*

Tratamento das ilustrações  
*Fátima Maria De Marchi*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Fátima Maria De Marchi*

Fotos da capa  
*Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi*

**1ª edição**  
versão on-line (2018)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Trigo

---

Avaliação de soja preta para consumo como edamame. / Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi... [et al.] – Passo Fundo : Embrapa Trigo, 2018.

20p. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento online / Embrapa Trigo, ISSN 1677-8901 ; 89).

1. Soja preta. 2. Alimentação humana. 3. Edamame. I. Martha Zavariz de Miranda. II. Ilana Felberg. III. Ronoel Luiz de Oliveira Godoy. IV. Manuela Cristina Pessanha de Araújo Santiago. V. Título.

CDD: 633.114

## Sumário

---

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos .....	10
Resultados e Discussão .....	12
Conclusões.....	18
Agradecimentos.....	19
Referências .....	19

# Avaliação de Soja Preta para Consumo como Edamame

Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi<sup>1</sup>

Martha Zavariz de Miranda<sup>2</sup>

Ilana Felberg<sup>3</sup>

Ronoel Luiz de Oliveira Godoy<sup>4</sup>

Manuela Cristina Pessanha de Araújo Santiago<sup>5</sup>

**Resumo** – Para consumo como edamame, os grãos de soja devem apresentar tamanho grande (igual ou superior a 20 g/peso de 100 grãos) e as vagens devem ser colhidas no estágio de desenvolvimento reprodutivo R6, quando os grãos verdes (imaturos), estão totalmente desenvolvidos, ocupando toda a cavidade da vagem. Para verificar a possibilidade de utilização da linhagem BRM09-50995 (soja preta) como edamame, foram analisadas características visuais das vagens e dos grãos, tais como parâmetros de cor, tamanho e teor de antocianinas nos estádios de desenvolvimento R6, R7 (grãos em maturação fisiológica) e R8 (grãos em maturação completa). No estágio R6, a BRM09-50995 pode ser consumida como edamame, por apresentar critérios de qualidade visual (coloração verde das vagens e dos grãos) semelhantes aos apresentados pela soja de tegumento amarelo. Entretanto, no estágio R7, ocorre amarelecimento das vagens e desuniformidade na coloração dos grãos, o que deprecia o produto. Em R8, os grãos de soja tornam-se pretos devido à formação de antocianinas, as quais, pelas suas propriedades antioxidantes, indicam o uso dos grãos maduros para processamento de alimentos funcionais.

**Termos para indexação:** *Glycine max*, colorímetro, cromatografia líquida, tamanho de grãos, sabor *umami*, soja hortaliça.

---

<sup>1</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

<sup>2</sup> Farmacêutica bioquímica e industrial, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

<sup>3</sup> Farmacêutica bioquímica, doutora em Ciências de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>4</sup> Farmacêutico, doutor em Química Orgânica, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>5</sup> Engenheira-química, doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, analista da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

## Evaluation of black soybean for consumption as edamame

**Abstract** – For consumption as edamame, soybean grains should be large in size (equal to or greater than 20 g/weight of 100 grains) and pods should be harvested at the reproductive development stage R6, when the green beans (immature grains) are fully grown, occupying all pod cavities. In order to verify the possibility of using the BRM09-50995 (black soybean) line as edamame, visual characteristics of pods and grains, such as color parameters, size, and contents of anthocyanins were analyzed, at the development stages R6, R7 (grains in physiological maturity), and R8 (grains in complete maturation). At the R6 stage, BRM09-50995 can be consumed as edamame, because its visual quality criteria (green coloring of pods and grains) are similar to those presented by the soybean with yellow seedcoat. However, at the R7 stage, yellowing of the pods occurs and grain colors are not uniform, leading to a depreciation of the product to be used as edamame. At the stage R8, soybean mature grains become black due to the formation of anthocyanins, which, due to their antioxidant properties, are indicated for the processing of functional foods.

**Index terms:** *Glycine max*, colorimeter, liquid chromatography, grain size, *umami* flavor, garden soybean.

## Introdução

---

A soja tem sido utilizada como fonte de proteína há milênios no Oriente, sendo que, no Ocidente, é principalmente utilizada na alimentação animal, embora também tenha aumentado consideravelmente a disponibilidade de produtos para alimentação humana.

O sabor não é mais um problema para a aceitação de alimentos à base de soja, uma vez que as enzimas lipoxigenases, principais responsáveis pelo sabor desagradável ao paladar ocidental, podem ser inativadas por processamento tecnológico ou por meio de melhoramento genético, o qual permite a obtenção de cultivares ou matérias-primas com ausência dessas enzimas.

Dentre as diferentes possibilidades de utilização da soja na alimentação humana, destaca-se o consumo alternativo como hortaliça, a exemplo do edamame, prato típico no Japão, em que os grãos verdes ou imaturos da soja são consumidos em diversos alimentos. Esse tipo de consumo de soja vem ganhando espaço nos países ocidentais, sendo possível encontrar oferta de vagens verdes congeladas em mercados dos Estados Unidos e da Europa, bem como no Brasil, que importa o produto da China. Na Figura 1, são apresentados diferentes pratos elaborados com edamame.

Para edamame, a soja precisa apresentar sabor diferenciado, levemente adocicado, o que em geral se deve à presença de aminoácidos (alanina e ácido glutâmico), açúcares (sacarose) e mesmo amido, os quais, no conjunto, conferem o sabor *umami* à soja (Silva et al., 2012), classificado como quinto gosto. O aminoácido glutâmico, junto com peptídeos livres, seria responsável pela sensação do sabor *umami* (Hajeb; Jinap, 2015, Kim et al., 2017).

Para consumo como soja verde, os grãos também devem apresentar tamanho grande (igual ou superior a 20 g/peso de 100 grãos). Na Figura 2 são apresentados os estádios de desenvolvimento de vagens de soja, pela escala de Fehr et al. (1971). Estádios de desenvolvimento reprodutivos relativos ao período de enchimento de grãos são denominados R6 quando os grãos estão totalmente desenvolvidos, ocupando toda a cavidade da vagem e ainda verdes; R7, quando os grãos estão começando a amarelar, atingindo a maturação fisiológica; e R8, quando ocorre a maturação completa. Em R8, os grãos ainda apresentam alto teor de umidade, sendo necessário para

procedimentos de colheita, a secagem natural dos grãos para a faixa de 12% a 14% de umidade.



Foto: Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi.



Foto: José Pereira da Silva Júnior.



Foto: Cristina Yoshie Taketti.



Foto: Ilana Felberg.

**Figura 1.** Pratos com edamame: (A) como tira-gosto em Chicago, EUA, 2009; (B) curso de culinária coreana em Passo Fundo, RS, 2018; (C) no Rio de Janeiro, RJ, 2017; (D) em Orlando, USA, 2017. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.



**Figura 2.** Estádios de desenvolvimento de vagens de soja, segundo escala de Fehr et al. (1971): R6 (grãos verdes totalmente cheios); R7 (maturação fisiológica); R7-R8 (transição entre R7 e R8); R8 (maturação completa); e ponto de colheita. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

No Japão, existe critério rigoroso para aceitação de cultivares de soja para edamame, sendo aceitas somente aquelas cujos grãos apresentam características diferenciadamente superiores de sabor e textura específicos. Portanto, por definição, edamame não é somente obtido de vagens colhidas no estágio R6 (grãos completamente cheios, mas imaturos) de qualquer cultivar comercial de soja, e sim, de vagens provenientes de cultivares especiais, desenvolvidas geneticamente para essa finalidade. O melhor período para colheita de soja para edamame é no estágio R6.

Na Embrapa, é conduzido programa de melhoramento genético de soja para obtenção de cultivares especiais para alimentação, incluindo obtenção de grãos para edamame. Grãos grandes, com tegumento e hilo amarelos, são características essenciais na condução de melhoramento genético para essa finalidade. A cor verde dos grãos imaturos, colhidos em R6, é critério importante para qualidade do produto final. Entretanto, edamame proveniente de soja preta também é aceito e consumido no Japão e em outros países asiáticos, considerando o grão também no estágio verde imaturo (R6). A coloração preta do tegumento da soja madura deve-se à presença de antocianinas, as quais são flavonoides que apresentam atividade antioxidante (Jeng et al. 2010).

Devido à presença destes compostos, a linhagem de soja BRM09-50995, que apresenta grãos pretos e grandes (24 g/100 grãos), foi estudada para

produção de bebidas funcionais à base de soja (Esteves et al., 2017). Entre as diferentes antocianinas presentes no tegumento dos grãos de soja preta, a cianidina-3-glucosídeo é a mais abundante (Koh et al., 2014). Antocianinas são compostos instáveis e solúveis em água. Durante a maturação, existe um pico de concentração antes do final do amadurecimento em R8, cujo teor diminui nos grãos por ocasião da desidratação para a colheita (Lee et al., 2013). Na maturação fisiológica, a umidade dos grãos é cerca de 60% (Fraser et al., 1982), diminuindo para 12% na colheita. Portanto, dependendo do período da colheita, há variações no teor de umidade dos grãos (Peske et al., 2004), as quais, conseqüentemente, alteram o teor de antocianinas.

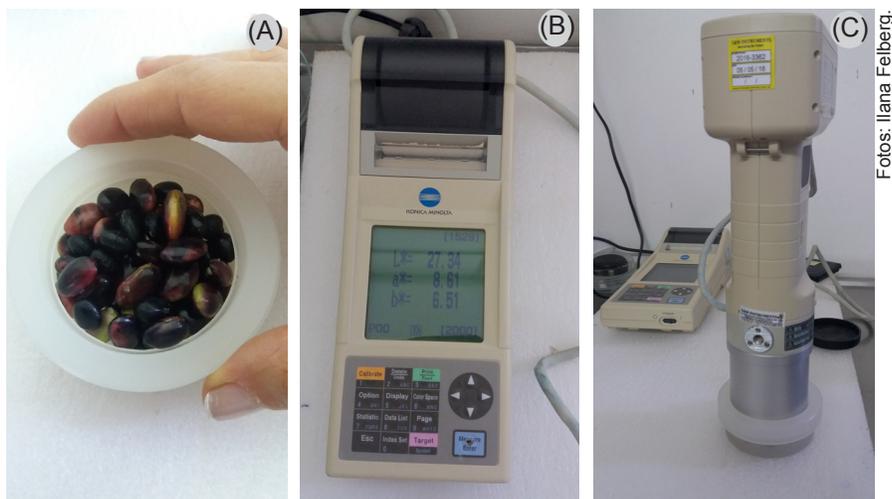
A linhagem da Embrapa BRM09-50995 está sendo avaliada em ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) e apresenta potencial para produção de soja hortaliça (Carrão-Panizzi et al., 2016, 2017).

O objetivo do trabalho foi verificar as características visuais de vagens e determinar os parâmetros de cor, tamanho e teor de antocianinas em grãos da linhagem BRM09-50995 colhidos nos estádios de desenvolvimento reprodutivos R6, R7 e R8, para verificar a possibilidade de utilização da soja preta como edamame ou soja hortaliça.

## Material e Métodos

---

Na safra 2016/2017, a linhagem BRM09-50995 foi semeada em 26 de novembro de 2016, na Embrapa Trigo em Passo Fundo, RS. Em 2017, nas datas de 9 de março, 13 de março, 22 de março, 27 de março, 31 de março e 6 de abril, compreendidas nos estádios de desenvolvimento R6, R7 e R8 da planta de soja, vagens foram coletadas aleatoriamente no campo de multiplicação. Logo após a coleta, as vagens foram debulhadas e amostras de grãos (Figura 3A) foram analisadas quanto à cor em colorímetro Minolta (modelo CR-410), no sistema CIEL\*a\*b\* (Figuras 3B e 3C), com iluminante D<sub>65</sub> e ângulo de leitura de 10°. As leituras de cor foram realizadas com cinco repetições, considerando-se luminosidade (L\*) zero = preto e 100 = branco; e coordenadas de cromaticidade (a\*) +60 = cor vermelha e -60 = cor verde, (b\*) +60 = cor amarela e -60 = cor azul. As vagens e os grãos foram congelados para posterior análise de antocianinas e de peso de 100 grãos frescos em balança Shimadzu (modelo BL320H), em triplicata.



Fotos: Ilana Felberg.

**Figura 3.** (A) amostra de grãos de soja para análise de cor; (B, C) colorímetro Minolta (modelo CR-410). Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

A análise de antocianinas foi realizada de acordo com Santiago et al. (2010), por cromatografia líquida (HPLC), utilizando-se cromatógrafo Waters modelo Alliance 2695, equipado com detector fotodiodo Waters® 2996. As antocianinas foram extraídas de acordo com Wang et al. (2014): 1 g de amostra foi extraída com solução metanol 60%, acidificado com ácido clorídrico, em banho-maria a 50 °C por 1h, agitado em vórtex a cada 5min. As antocianinas foram separadas em colunas Thermo® Scientific C18 BDS (100 mm × 4,6 mm; 2,4 µm), utilizando um gradiente de acetonitrila e 5% ácido fórmico aquoso com fase móvel a 1 mL/min. A temperatura da coluna foi de 30 °C. Os cromatogramas foram processados a 520 nm, utilizando Empower® software (Waters). As antocianinas foram quantificadas por padronização externa (Santiago et al., 2010). Os valores de antocianina são apresentados em base seca e em mg/100 g de amostra.

Os dados foram analisados por ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), pelo programa SASM-Agri (Canteri et al., 2001).

## Resultados e Discussão

---

Vagens da linhagem de soja preta BRM09-50995 colhidas em 9 de março de 2017, no estádio reprodutivo R6, apresentaram coloração verde intensa e grãos desenvolvidos, como pode ser visto nas Figuras 4A e 4B. Nessa amostra, verificou-se que alguns grãos apresentaram leve pigmentação arroxeada devido ao início de formação de antocianinas (Figura 6). No estádio R6, a soja preta também pode ser consumida como edamame, pois apresenta critérios de qualidade visual (cor verde) semelhantes ao apresentado pela soja de tegumento amarelo. Os valores mais elevados de luminosidade ( $L^* = 48,66$ ) bem como cor mais verde (menores valores de  $a^* = -12,73$ ) e mais amarela (maiores valores de  $b^* = 31,28$ ), determinados pelo colorímetro (Tabela 1), confirmaram a cor clara dos grãos observada visualmente.

Vagens colhidas em 13 de março (Figura 4C) ainda apresentavam coloração verde intensa, embora alguns grãos já apresentassem coloração mais arroxeada. Leituras no colorímetro evidenciaram essa mudança, representada por menores valores para luminosidade ( $L^* = 48,46$ ), cor verde ( $a^* = -10,38$ ) e cor amarela ( $b^* = 28,10$ ), comparativamente à coleta de amostras do dia 9/03/2017 (Tabela 1). Visualmente, vagens e grãos das colheitas de 9 de março e de 13 de março apresentaram qualidade compatível para uso como edamame, pois, conforme característica do estádio R6, os grãos estavam verdes e cheios. Na primeira colheita, os grãos apresentaram menor tamanho (48 g/100 grãos) e, no processo de enchimento, o peso de grãos passou para 55 g/100 grãos na segunda colheita (Figura 6). Nesses dois períodos de colheita, caracterizadas pelo estádio R6, houve formação somente da cianidina-3-glicosídeo, que é a forma mais abundante de antocianina (0,63 mg/100 g, na primeira colheita, e 1,95 mg/100 g, na segunda colheita) (Figura 6).

Grãos colhidos em 22 de março apresentaram maior tamanho (66 g/100 grãos) e significativo aumento na concentração da antocianina cianidina-3-glicosídeo (7,67 mg/100 g) (Figura 6). Nesse dia, as vagens estavam em transição do estádio R6 para R7, e visualmente havia grãos verdes e escurecidos (Figuras 4E e 4F). Medidas realizadas no colorímetro (Tabela 1 e Figura 3) permitiram observar, conforme esperado, que, à medida que o tegumento dos grãos de soja foi escurecendo, a luminosidade diminuiu (menor valor de  $L^*$ ), a cor vermelha aumentou (maior valor de  $a^*$ ) e a cor amarela diminuiu (menor valor de  $b^*$ ). Como nesse estádio houve maior proporção de vagens

amareladas (Figura 4E), o produto edamame, cujas vagens têm que ter cor verde intensa, ficaria depreciado. Portanto, genótipos de tegumento amarelo ou de tegumento preto não seriam consumidos como edamame no estágio R7. Entretanto, como os grãos nesse estágio apresentaram maior tamanho (65,57 g/100 grãos) (Figura 6), ainda é possível a seleção de grãos verdes, principalmente porque a soja verde, além de ser ofertada no mercado em embalagens de vagens verdes, também pode ser comercializada em embalagens com grãos verdes debulhados, os quais são utilizados à semelhança de ervilhas. Nos estádios imaturos dos grãos de soja também há maior teor de vitamina C e de provitamina A (Bates; Matthews, 1975).



Fotos: Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi.

**Figura 4.** Vagens e grãos de soja da linhagem BRM09-50995, colhidos em diferentes datas e estádios reprodutivos: (A, B) em 9 de março de 2017, estágio R6; (C, D) em 13 de março de 2017, estágio R6; (E, F) em 22 de março de 2017, estágio R6/R7. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

**Tabela 1.** Cor de grãos da linhagem de soja BRM 09-50995, colhidos em diferentes datas, em estádios de desenvolvimento R6 a R8, e valores médios dos parâmetros de cor, observados em colorímetro. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

		Estádio de Desenvolvimento																	
		R6			R6			R6-R7		R7		R7		R8					
Data de colheita																			
		DP	CV%		DP	CV%		DP	CV%	DP	CV%	DP	CV%	DP	CV%				
Parâmetro de cor																			
L*		48,66 a	0,38	0,78	48,46 a	1,67	3,44	45,59 b	1,58	3,47	33,36 c	3,77	11,31	24,85 d	1,96	7,88	16,69 e	0,77	4,59
a*		-12,73 f	0,18	-1,42	-10,38 e	1,43	-13,77	-1,89 d	1,28	-67,79	5,17 b	2,41	46,64	9,25 a	1,29	13,97	2,66 c	1,38	51,93
b*		31,28 a	0,57	1,83	28,10 b	2,04	7,28	20,97 c	1,44	6,88	10,00 c	3,10	31,02	4,41 d	1,65	37,41	-1,05 f	0,38	-35,86

Cor determinada em colorímetro Minolta (modelo CR-410), com iluminante D<sub>65</sub> e ângulo de leitura de 10°. L\* Luminosidade: 0=preto; 100=branco; a\* coordenada de cromaticidade: + 60 = cor vermelha; - 60 = cor verde; b\* coordenada de cromaticidade: + 60 = cor amarela; - 60 = cor azul.

Médias seguidas de mesma letra, na horizontal, não diferem entre si, pelo teste de Duncan (p≤0,05); DP=Desvio Padrão.

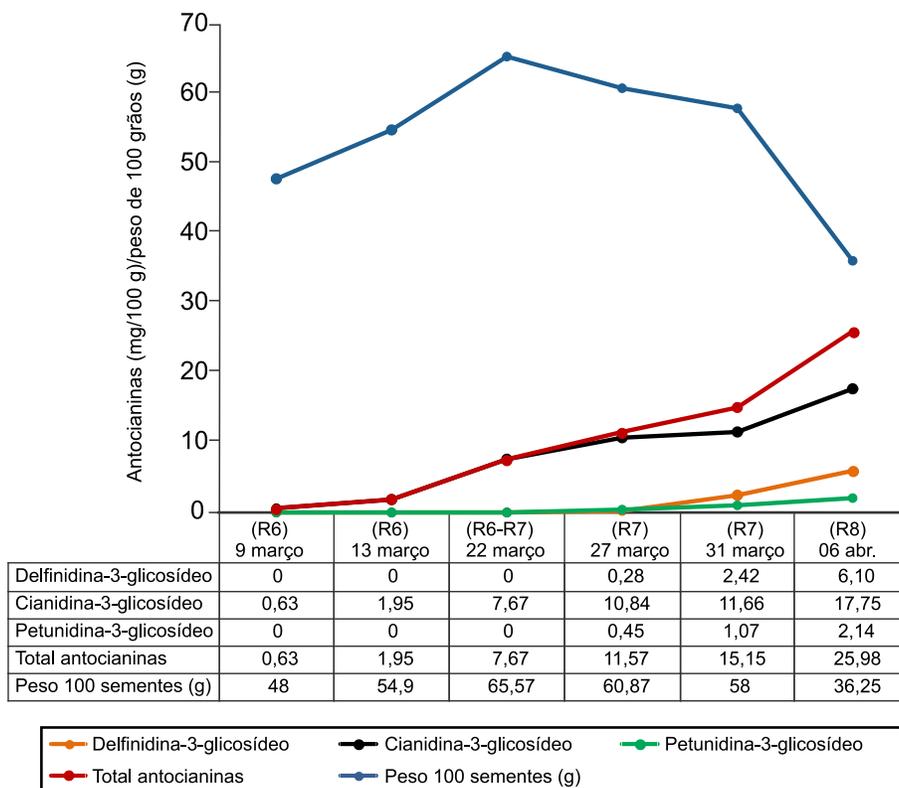
Fotos: Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi.

As vagens colhidas nos dias 27 de março e 31 de março de 2017 em estádio R7 (Figuras 5A, B, C e D), não apresentaram qualidade visual para consumo como edamame, pois se apresentavam amarelas e escuras, e os grãos, com coloração não uniforme, apresentavam-se verdes, avermelhados ou arroxeados, não sendo aceitos para consumo *in natura*, embora tenham tamanho grande, com 61 g/100 grãos e 58 g/100 grãos, respectivamente (Figura 6). Análises dos parâmetros de cor pelo colorímetro mostraram significativa redução da luminosidade e da cor verde, como também redução da cor amarela (Tabela 1). Nesse estádio, considerando as duas datas de coleta das amostras, os grãos apresentaram maior teor de antocianinas, os quais poderiam ser utilizados em processamento para obtenção de alimentos funcionais devido à sua função antioxidante, com benefícios para a saúde humana. Na Figura 6, observou-se que, além da cianidina-3-glicosídeo (10,84 mg/100 g e 11,66 mg/100 g, nas coletas de 27 de março e de 31 de março de 2017, respectivamente), também houve formação de delphinidina-3-glicosídeo (0,28 mg/100 g e 2,42 mg/100 g) e petunidina-3-glicosídeo (0,45 mg/100 g e 1,07 mg/100 g). Como opção de produção de soja como hortaliça, os grãos arroxeados em maior proporção no final de R7 (Tabela 1) podem ser empregados como ingrediente de saladas, a exemplo de saladas com feijão vermelho.

No estádio de desenvolvimento reprodutivo R8, com colheita em 06 de abril de 2017 (Figuras 5E e 5F), a maioria dos grãos estava totalmente preta e foram observados teores mais altos de antocianinas (Figura 6). Resultados da análise de cor (Tabela 1) mostraram significativa diminuição da luminosidade ( $L^* = 16,69$ ), redução da cor vermelha ( $a^* = 2,66$ ) e aumento cor azul ( $b^* = -1,05$ ), ao mesmo tempo em que se observaram teores mais altos de todas as formas de antocianinas, totalizando 25,98 mg/100 g (Figura 6). Nesse estádio, a soja não pode ser destinada para o consumo como edamame, mas se constitui em importante matéria-prima para processamento de farinhas, bebidas e de outros alimentos.



**Figura 5.** Vagens e grãos de soja da linhagem BRM09-50995, colhidos em diferentes datas e estádios reprodutivos: (A, B) em 27 de março de 2017, estágio R7; (C, D) em 31 de março de 2017, estágio R7; (E, F) em 6 de abril de 2017, estágio R8. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.



**Figura 6.** Valores médios de antocianinas (mg/100 g) e peso de 100 grãos (g) na linhagem de soja BRM09-50995, em diferentes estádios reprodutivos e respectivas datas de colheita de grãos: R6 (em 9 de março e 13 de março de 2017), R6/R7 (em 22 de março de 2017), R7 (em 27 de março e 31 de março de 2017) e R8 (em 6 de abril de 2017). Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

Em soja com grãos de cor preta, a pigmentação aumenta com a maturação, como resultado da maior concentração de antocianinas no tegumento (Todd; Vodkin, 1993), o que também foi verificado nesse trabalho. No entanto, não foram realizadas observações sobre teores de antocianinas no período da colheita propriamente dita. Na colheita de 6 de abril (estádio R8), os grãos diminuíram de tamanho consideravelmente (36 g/100 grãos), mostrando que houve perda de umidade mas não houve redução no teor de antocianinas (Figura 6).

Resultados distintos foram descritos por Lee et al. (2013), que investigaram os efeitos da maturação sobre a concentração das antocianinas em grãos de soja em diferentes estádios de desenvolvimento (R6, R7 e R8), definidos como M1=R6, M3=R7 e M5=R8. Os autores observaram o pico de aumento nos teores de antocianinas com o aumento da coloração escura em M4 (estádio entre R7 e R8), com posterior redução nos teores das antocianinas ao final de M5 (R8). Segundo os autores, a perda de água dos grãos poderia explicar este fato, uma vez que as antocianinas são compostos solúveis em água. Xu e Chang (2008) sugerem que, como as antocianinas estão localizadas no tegumento dos grãos, esses compostos ficariam mais expostos aos efeitos adversos do ambiente, principalmente os que levam à desidratação. No presente trabalho, o estágio M4, relatado por Lee et al. (2013), pode ser relativo ao período entre o final de R7 e início de R8, quando se presume que haveria maior teor de umidade nos grãos, que apresentaram coloração arroxeada e maior teor de antocianina.

## Conclusões

---

Com a maturação dos grãos de soja, há mudanças em coloração, tamanho, peso e composição química. Com isso, a caracterização das propriedades físico-químicas dos grãos, em diferentes estádios de desenvolvimento reprodutivo, pode definir datas de colheita para os diversos tipos de utilização de soja para consumo humano.

Soja preta, quando colhida no estágio de desenvolvimento R6, constitui-se em matéria-prima com qualidade aceitável para o consumo como edamame, quando associada a sabor diferenciado e a maior tamanho de grãos. Quando maduras, devido ao seu maior teor de antocianinas, podem ser matéria-prima para diferentes produtos considerados alimentos funcionais.

Sugere-se que trabalhos adicionais devam ser conduzidos para elucidar a questão de variação sobre o teor de antocianinas, considerando o estágio de desenvolvimento R8 até a colheita, quando a umidade dos grãos é de 12%.

## Agradecimentos

---

Agradecemos o auxílio de Gilmar José Berlanda e de Pihetra Oliveira Tatsch, técnicos da Embrapa Trigo, na colheita das amostras de soja e nas análises colorimétricas.

## Referências

---

BATES, R. P.; MATTHEWS, R. F. Ascorbic acid and beta-carotene in soybeans as influenced by maturity, sprouting, processing, and storage. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 88, p. 4-6, 1975.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERTAGNOLLI, P. F.; MOREIRA, J. U. V.; COSTA, L. C. da; CARAFFA, M.; COSTAMILAN, L. M.; STRIEDER, M. L. Melhoria de soja para alimentação humana na Embrapa Trigo - safra agrícola 2015/2016. In: COSTAMILAN, L. M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). **Soja: resultados de pesquisa 2015/2016**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016. p. 25-30. (Embrapa Trigo. Documentos online, 161). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147718/1/ID43759-2016DO161p25.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; BERTAGNOLLI, P. F.; STRIEDER, M. L.; COSTAMILAN, L. M.; COSTA, L. C. da; CARAFFA, M.; RIFFEL, C. T.; OLIVEIRA, M. A. de; LEITE, R. S.; FELBERG, I.; MANDARINO, J. M. G.; MOREIRA, J. U. V.; OLIVEIRA, A. C. B. de. Melhoria de soja para alimentação humana na Embrapa Trigo - safra agrícola 2016/2017. In: COSTAMILAN, L. M. (Ed.). **Soja: resultados de pesquisa 2016/2017**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2017. p. 23-28. (Embrapa Trigo. Documentos online, 171). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164781/1/ID44116-2017DO171p23.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

ESTEVES, T. C. F.; FELBERG, I.; CALADO, V. M. A.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Effect of black soymilk processing condition on anthocyanins content. **Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology**, v. 11, n. 2, p. 56-60, 2017.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971.

FRASER, J.; EGLI, D. B.; LEGGETT, J. E. Pod and seed development in soybean cultivars with differences in seed size. **Agronomy Journal**, v. 74, n. 1, p. 81-85, 1982.

HAJEB, P.; JINAP, S. Umami taste components and their sources in Asian foods. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 6, p. 778-791, 2015.

JENG, T. L.; SHIH, Y. J.; WU, M. T.; SUNG, J. M. Comparisons of flavonoids and anti-oxidative activities in seed coat, embryonic axis and cotyledon of black soybeans. **Food Chemistry**, v. 123, n. 4, p. 1112-1116, 2010.

KIM, Y.; KIM, E.-Y.; SON, H. J.; LEE, J.-J.; CHOI, Y.-H.; RHYU, M.-R. Identification of a key umami-active fraction in modernized Korean soy sauce and the impact thereof on bitter-masking. **Food Chemistry**, v. 233, p. 256-262, 2017.

KOH, K.; YOUN, J. E.; KIM, D. H. S. Identification of anthocyanins in black soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) varieties. **Journal Food Science and Technology**, v. 51, n. 2, p. 377-381, 2014.

LEE, J.; HWANG, Y.-S.; CHANG, W.-S.; MOON, J.-K.; CHOUNG, M.-G. Seed maturity differentially mediates metabolic responses in black Soybean. **Food Chemistry**, v. 141, n. 3, p. 2052-2059, 2013.

PESKE, S. T.; HOFES, A.; HAMER, E. Seed moisture range in a soybean plant. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 120-124, 2004.

SANTIAGO, M. C. P. A.; GOUVÊA, A. C. M. S.; GODOY, R. L. O.; OIANO-NETO, J.; PACHECO, S.; ROSA, J. S. **Adaptação de um método por cromatografia líquida de alta eficiência para análise de antocianinas em suco de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.)**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2010. 4 p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Comunicado técnico, 162).

SILVA, J. B.; PRUDENCIO, S. H.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; GREGORUT, C.; FONSECA, J. F.; MATTOSO, L. H. C. Study on the flavour of soybean cultivars by sensory analysis and electronic tongue. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, n. 8, p. 1630-1638, 2012.

TODD, J. J.; VODKIN, L. O. Pigmented soybean (*Glycine max*) seed coats accumulate proanthocyanidins during development. **Plant Physiology**, v. 102, n. 2, p. 663-670, 1993.

WANG, D.; MA, Y.; ZHANG, C.; ZHAO, X. Thermal characterization of the anthocyanins from black soybean (*Glycine max* L. Merrill) exposed to thermogravimetry. **Food Science and Technology**, v. 55, p. 645-649, 2014.

XU, B.; CHANG, S. K. C. Antioxidant capacity of seed coat, dehulled bean, and whole black soybeans in relation to their distributions of total phenolics, phenolics acids, anthocyanins, and isoflavones. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 56, n. 18, p. 8365-8373, 2008.

**Embrapa**

---

**Trigo**

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**



CGPE 14552