

Melhoramento de soja para alimentação humana na Embrapa Trigo – safra agrícola 2016/2017

Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi¹

Paulo Fernando Bertagnoli²

Mércio Luiz Strieder²

Leila Maria Costamilan³

Liege Camargo da Costa⁴

Marcos Caraffa⁵

Cinei Terezinha Riffel⁶

Marcelo Alvares de Oliveira⁷

Rodrigo Santos Leite⁸

Ilana Felberg⁹

José Marcos Gontijo Mandarin¹⁰

José Ubirajara Vieira Moreira¹¹

Ana Claudia Barneche de Oliveira¹²

Introdução

Grãos de soja para diferentes utilizações que não a de usos tradicionais da soja “commodity” necessitam da oferta de cultivares especiais, principalmente quando destinados para alimentação humana. Desenvolvimento e processamento de alimentos inovadores serão facilitados pela disponibilidade de cultivares, que devem apresentar características como ausência de lipoxigenases (melhor sabor), sementes pretas, verdes, pequenas, com maior teor de proteína e menor teor de fatores antinutricionais.

Um dos objetivos da atividade SEG 02.14.03.002.02.007 (Desenvolvimento de germoplasma de soja com características especiais), do projeto Desenvolvimento de Cultivares de Soja para os Diversos Sistemas de Produção visando à Sustentabilidade do Agronegócio Brasileiro, é proporcionar possibilidades para produção e uso de soja

¹ Engenheira-agrônoma, Dra. em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

² Engenheiro-agrônomo, Dr. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

³ Engenheira-agrônoma, M.Sc. em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

⁴ Engenheira-agrônoma, Dra. em Produção Vegetal, pesquisadora da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária-Fepagro Sementes, Júlio de Castilhos, RS.

⁵ Engenheiro-agrônomo, M.Sc., professor da Sociedade Educacional Três de Maio-Setrem, Três de Maio, RS.

⁶ Engenheira-agrônoma, Dra., professora da Sociedade Educacional Três de Maio-Setrem, Três de Maio, RS.

⁷ Engenheiro-agrônomo, Dr. em Agronomia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

⁸ Químico, M.Sc. em Tecnologia de Alimentos, analista da Embrapa Soja, Londrina, PR.

⁹ Farmacêutica, Dra. em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

¹⁰ Farmacêutico, M.Sc. em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

¹¹ Engenheiro-agrônomo, Dr. em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

¹² Engenheira-agrônoma, Dra. em Agronomia/Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

como hortaliça. Para produção de brotos de soja, cuja tecnologia foi desenvolvida e disponibilizada pela Embrapa (CARRÃO-PANIZZI et al., 2016; OLIVEIRA; CARRÃO-PANIZZI, 2016a; 2016b; OLIVEIRA et al., 2013), dispõe-se da cultivar BRS 216, que apresenta sementes pequenas, característica essencial para esse produto. Como há apenas esta cultivar no mercado, evidencia-se a oportunidade de oferta de mais opções genéticas de matérias primas.

A mesma situação ocorre para produção de soja verde ou *edamame*, para o que são requeridas cultivares com sementes grandes e de sabor superior (mais adocicado). Soja preta, distinguida pela sua propriedade antioxidante devido à presença de antocianina no tegumento das sementes, também tem que ser ofertada na forma de genética para suprir a demanda por matéria prima para alimentos funcionais.

A proposta de utilização de soja como hortaliça precisa da interação com horticultores e empreendedores do setor hortigranjeiro. Embora o número de cultivares especiais no mercado seja reduzido, comparativamente aquele ofertado para o segmento de soja *commodity*, inúmeras pesquisas em parcerias com diferentes unidades da Embrapa e universidades têm sido estabelecidas e conduzidas no que se refere a estudos básicos e processamento de alimentos à base de sojas especiais.

Os produtos estudados nessa linha de pesquisa, como brotos, edamame e soja preta, são tradicionais nos países orientais e vêm se tornando populares nos mercados dos Estados Unidos e Europa. Portanto, há diversas oportunidades para esse nicho de mercado que, embora ainda pequeno, pode ser significativo face ao valor agregado dos seus produtos, contribuindo para a diversificação de renda de produtores.

Objetivo

Desenvolver germoplasmas para indicação comercial de cultivares especiais para produção de soja verde, brotos e soja preta, além de melhor sabor pela ausência de enzimas lipoxigenases, viabilizando a disponibilidade de matéria prima para diferentes insumos e produtos alimentares.

Método

Cruzamentos, populações segregantes, ensaios de avaliação de linhagens (EPL) e ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) de linhagens de soja foram conduzidos conforme metodologia tradicional de melhoramento genético. Os parentais dos cruzamentos, além das diferentes características de qualidade, apresentaram boa produtividade, adaptação aos diferentes locais da região produtora, ciclo precoce e resistências à podridão radicular de fitóftora e ao cancro da haste. As combinações dos parentais dos cruzamentos envolveram, também, características de ausência das enzimas lipoxigenases, sementes de tamanho pequeno, de tamanho grande, hilo amarelo e tegumento preto, buscando atender às expectativas de produtos a serem ofertados para os diferentes usos especiais da soja.

Trinta e duas combinações de cruzamentos e retrocruzamentos foram realizadas de dezembro de 2016 a fevereiro de 2017, em casa de vegetação, na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS. As sementes da geração F1 desses 32 cruzamentos serão multiplicadas em casa de vegetação durante o inverno de 2017, para obtenção da população F2 que será semeada no campo, na safra 2017/2018.

Para determinação das enzimas lipoxigenases (KIKUCHI, 2001), foram analisadas cerca de 1.000 sementes F2, provenientes de 7 populações, cujos cruzamentos envolveram a característica “ausência das enzimas”. As sementes F2 com ausência das lipoxigenases foram utilizadas em retrocruzamentos.

Das 60 populações F3 conduzidas no campo, foram selecionadas 32 populações, das quais selecionaram-se cerca de 1.000 plantas, que serão avaliadas em condições de campo, na forma de progênies, na safra 2017/2018. Das 800 linhagens de progênies conduzidas na safra 2016/2017, foram selecionadas 88 linhagens para avaliação em

ensaios de EPL1, em 2017/2018. Essas linhagens, durante o inverno de 2017, serão avaliadas quanto à reação à podridão radicular de fitóftora e ao cancro da haste, devendo ser mantidas apenas as resistentes a ambas as doenças.

Dos quatro ensaios preliminares de avaliação de linhagens de primeiro ano (EPL1), cada um constituído por 26 linhagens e quatro testemunhas (total de 106 linhagens), em duas repetições, foram selecionadas 67 linhagens para avaliação em ensaio preliminar de segundo ano (EPL2), em 2017/2018.

Em fase mais avançada dentro do programa de melhoramento de soja para características especiais, o ensaio VCU 31, constituído por 4 testemunhas e 32 tratamentos (17 linhagens em 3º ano de avaliação, 8 linhagens em 2º ano de avaliação e 7 linhagens provenientes do EPL1 em 1º ano de avaliação) foi conduzido em 6 locais na safra 2016/2017. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso. As linhagens foram semeadas em parcelas de 4 fileiras de 5 metros de comprimento com 4 repetições, em Passo Fundo, RS, na Embrapa Trigo, em Três de Maio, RS, na Sociedade Educacional Três de Maio-Setrem, em Londrina, PR, na Embrapa Soja, em Júlio de Castilhos, RS, na Fepagro e em Pelotas, RS, na Embrapa Clima Temperado.

Resultados

Das 800 linhagens avaliadas em teste de progênies na Embrapa Trigo na safra 2016/2017, foram selecionadas 88 linhagens, que serão avaliadas em EPL1 na safra 2017/2018. Do ensaio de EPL1, foram selecionadas 106 linhagens. Após análises para resistência ao cancro da haste, podridão radicular de fitóftora e para rendimento de grãos, aquelas julgadas com mérito agrônomico e com características alinhadas com as requeridas na alimentação humana serão selecionadas e avaliadas em ELP2.

Dados de rendimento de grãos das linhagens avaliadas no ensaio de VCU 31, em três locais da macrorregião 1 (Passo Fundo, Júlio de Castilhos e Três de Maio) são apresentados na Tabela 1. As linhagens PF122102, PF122105, PF122106, PF122107 e PF122160 apresentam a característica de ausência de lipoxigenases, além de rendimento de grãos compatível com a média das testemunhas.

A linhagem PF133008, com sementes pequenas e rendimento satisfatório para o tipo de produto para o qual será destinada, é um genótipo promissor para indicação de cultivar para produção de brotos de soja. A linhagem BRM10-50505, que embora tenha apresentado boas características para produção de brotos, segundo Cantelli et al. (2017), apresenta rendimento de grãos menor que o das testemunhas.

Para materiais com sementes de tegumento preto, que é uma característica importante para processamento de alimentos funcionais à base de soja, principalmente no que se refere à atividade antioxidante, devido à presença de antocianinas, sugere-se ampliar os estudos com a linhagem BRM09-50995, que tem sido avaliada em produção de farinhas (FELBERG et al., 2016) e na forma de bebidas à base de soja (ESTEVEZ et al., 2013, 2015a, 2015b, 2017), em trabalhos em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos. Mesmo com rendimento inferior, a linhagem PF133086 não deve ser descartada, principalmente porque não há reduzido número de cultivares de soja com tegumento preto.

Da mesma forma, a linhagem PF133062, mesmo com rendimento inferior, possui sementes grandes para uso como soja verde ou edamame e pode ser considerada para indicação comercial, devido à falta de materiais com essa característica. A linhagem convencional PFC142025 e a linhagem PF122102, com ausência de lipoxigenases, apresentaram alto rendimento de grãos e são promissoras para indicação comercial.

Considerações finais

As linhagens PF122102, PF122105, PF122106, PF122107, PF122160, PF133008, BRM10-50505, PF133062 PFC142025 e PF122102 apresentam características especiais para uso em alimentação humana e podem ser lançadas como cultivares comerciais.

Melhoramento de soja para qualidades especiais é conduzido e direcionado para atender a mercados distintos da soja *commodity*, para o que estratégias de produção e de oferta de sementes desses materiais deverão ser revistas e definidas. Os resultados da safra 2016/2017 apontam o potencial da Embrapa de ofertar e agregar, ao mercado, genótipos de soja com características direcionadas à alimentação humana.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos empregados Adelio Farinela da Silva e Gilmar José Berlanda, cujos auxílios foram essenciais para a condução dos trabalhos na Embrapa Trigo, e à doutoranda Thiana Esteves pelos trabalhos com soja preta conduzidos na Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Referências

CANTELLI, K. C.; SCHMITD, J. T.; OLIVEIRA, M. A. de; STEFFENS, J.; STEFFENS, C.; LEITE, R. S.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Brotos de linhagens genéticas de soja: avaliação das propriedades físico-químicas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, e2016074, 2017. 10 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/159208/1/ID44052-2017v20BrazJFoodTechn.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; OLIVEIRA, M. A. de; MANDARINO, J. M. G. **Receitas com brotos de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 27 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158842/1/ID44043-2016FL8530receitasoja.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

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

ESTEVES, T. C. F.; FELBERG, I.; CALADO, V. M. A.; GODOY, R. L. de O.; SANTIAGO, M. C. P. de A.; PEREIRA, J. N.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Influência da moagem do grão de soja preta na obtenção de extrato hidrossolúvel rico em antocianinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7.; MERCOSOJA 2015, 2015, Florianópolis. **Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais**. Brasília, DF: Embrapa, 2015a. p. 28. 1 CD-ROM.

ESTEVES, T. C. F.; FELBERG, I.; PEREIRA, J. N.; SANTIAGO, M. C. P. A.; GODOY, R. L. O.; GOUVEA, A. C. M. S.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; CALADO, V. M. A. Obtenção de extratos hidrossolúveis de soja preta e avaliação da perda de antocianinas no processamento. In: AMERICAS: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOYBEAN UTILIZATION, 2013, Bento Gonçalves. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM.

ESTEVES, T. C. F.; PEREIRA, J. N.; FELBERG, I.; GODOY, R. L. de O.; SANTIAGO, M. C. P. de A.; PACHECO, S.; FARIA-MACHADO, A. F.; ANTONIASSI, R.; CALADO, V. M. A.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Caracterização de linhagem de soja preta quanto a sua composição química, compostos bioativos e atividade antioxidante. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7.; MERCOSOJA 2015, 2015, Florianópolis. **Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais**. Brasília, DF: Embrapa, 2015b. p. 34. 1 CD-ROM.

FELBERG, I.; GALDEANO, M. C.; OLIVEIRA, D. R. de; FREITAS, S. C. de; GODOY, R. L. de O.; SANTIAGO, M. C. P. de A.; CONTE, C.; ESTEVES, T. C.; PEREIRA, J. de N.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Obtenção de farinha de soja preta torrada com perda reduzida de antocianinas**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2016. 4 p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Comunicado técnico, 216). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160921/1/CT-216-2.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

KIKUCHI, A. Simple and rapid method for the detection of lipoxigenase isozymes in soybean seeds. **JIRCAS Anual Report**, Ibaraki, n. 8, p. 47-48, 2001.

OLIVEIRA, M. A. de; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Equipamento para produção de brotos de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2016a. 1 folder. Era 2015

OLIVEIRA, M. A. de; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Tecnologia para produção de brotos de soja**. Londrina; Embrapa Soja. 2016b. 7 p. (Embrapa Soja. Comunicado técnico, 90). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142184/1/comunicado-tecnico-90-OL.brotos.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

OLIVEIRA, M. A. de; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; LEITE, R. S. Produção de brotos de soja utilizando a cultivar BRS 216: caracterização físico-química e teste de aceitabilidade. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 34-41, jan./mar. 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91352/1/2013-brazilian-journal-food-technology-v16n1p34.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

Tabela 1. Rendimento (kg/ha) de linhagens de soja do programa de alimentação humana avaliadas no ensaio de VCU 31 (Valor de Cultivo e Uso), em três locais do Rio Grande do Sul. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2017.

| Cultivar/linhagem | Passo Fundo | Júlio de Castilhos | Três de Maio | Média | Rendimento de grãos relativo à testemunha (%) | | | Característica |
|--------------------|-------------|--------------------|--------------|-------|---|--------------|------------|-------------------------------------|
| | | | | | V-Max | BMX Turbo RR | NA 5909 RG | |
| V-Max convencional | 5.386 | 3.680 | 3.145 | 4.070 | 100 | 102 | 95 | Testemunha |
| BMX Turbo RR | 5.794 | 3.721 | 2.498 | 4.004 | 98 | 100 | 94 | Testemunha |
| NA 5909RG | 6.129 | 4.085 | 2.604 | 4.273 | 105 | 107 | 100 | Testemunha |
| BMX Apolo RR | 5.595 | 3.801 | 2.429 | 3.942 | 97 | 98 | 92 | Testemunha |
| BRM10-50505 | 4.465 | 3.158 | 2.333 | 3.318 | 82 | 83 | 78 | Sementes pequenas, hilo amarelo |
| PF122102 | 5.836 | 4.551 | 3.095 | 4.494 | 110 | 112 | 105 | Ausência lipoxigenase |
| PF122105 | 5.373 | 3.990 | 2.641 | 4.001 | 98 | 100 | 94 | Ausência lipoxigenase, hilo amarelo |
| PF122106 | 5.644 | 4.145 | 3.025 | 4.271 | 105 | 107 | 100 | Ausência lipoxigenase |
| PF122107 | 5.443 | 4.120 | 2.727 | 4.097 | 101 | 102 | 96 | Ausência lipoxigenase, hilo amarelo |
| BRM09-50995 | 5.467 | 3.446 | 2.272 | 3.728 | 92 | 93 | 87 | Tegumento preto |
| PF122160 | 5.686 | 4.169 | 2.463 | 4.106 | 101 | 103 | 96 | Ausência lipoxigenase |
| PF133008 | 5.414 | 3.571 | 2.790 | 3.925 | 96 | 98 | 92 | Sementes pequenas |
| PF133062 | 5.320 | 3.394 | 2.304 | 3.673 | 90 | 92 | 86 | Sementes grandes, hilo amarelo |
| PF133086 | 5.066 | 2.892 | 2.486 | 3.481 | 86 | 87 | 81 | Tegumento preto |
| PFc142025 | 6.048 | 4.045 | 2.873 | 4.322 | 106 | 108 | 101 | Convencional |