

Consumo

Genética busca atender ao consumo humano crescente

Natal Antonio Vello e Luís Antônio Stabile Silva*

A combinação incomparável de altos teores de proteína (cerca de 40%) e de óleo (cerca de 20%), juntamente com níveis adequados de produtividade de grãos (em média 3 t/ha), nos mais diversos tipos de ambientes, faz da soja uma das leguminosas cultivadas mais importantes de todo o mundo, sendo atualmente a principal fonte de proteína vegetal disponível. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja. Apesar dessa expressiva condição, o consumo de alimentos à base da leguminosa por nossa população é ainda muito restrito, em razão de crenças sobre sua má digestibilidade e pelo sabor dos grãos, inadequado ao paladar do brasileiro. Atualmente, existe uma tendência crescente nos países ocidentais, incluindo-se o Brasil, de utilização da soja como alimento humano direto, mas em escala ainda muito pequena, quando comparada com o consumo que ocorre há milênios nos países asiáticos – principalmente China, Japão, Coreia e Taiwan.

Em outubro de 1999, a Food and Drug Administration reconheceu o valor nutracêutico da soja, em razão da presença nos grãos de substâncias especiais – como, por exemplo, os isoflavonóides,

JOSE INOUES JUNIOR/CPA



Vagens de soja em estágio final de granação; GO, 2006

os ácidos graxos poliinsaturados e os ômega 3 e 6 –, que têm ações preventivas e ou curativas sobre doenças crônicas, como a arteriosclerose e o câncer. Esse reconhecimento abre um novo mercado mundial para o uso direto da soja na alimentação humana, agora na forma de alimento funcional. Estima-se que os benefícios à saúde podem ser alcançados com o consumo diário mínimo de 25 g de proteína, ou 60 g de grãos de soja, podendo-se até duplicar esse consumo.

A soja cultivada pode ser classificada em dois grupos principais: tipo grão e tipo alimento. A soja tipo grão apresenta sementes de tamanho médio, representado pelo peso de cem sementes (PCS), entre 10 e 19 g, cultivada principalmente para atender às indústrias produtoras de óleo e de farelo. A soja tipo alimento compreende duas categorias: 1) sementes pequenas, com PCS menor que 10 g, destinadas ao consumo na forma de broto e de *natto*; 2) sementes grandes, com PCS igual ou maior que 20 g, tendo os seguintes usos principais: a) soja-hortaliça (*vegetable soybean* ou *edamame*), utilizada para consumo humano direto, na forma de vagens imaturas (Figuras 1, 2 e 3); b) doce de soja, feito geralmente a partir de genótipos com sementes de tegumento e hilo pretos (*Kuromame*); c) salada de soja, feita a partir de genótipos com sementes de tegumento e hilo claros; d) *tofu* e extrato solúvel (leite ou suco), envolvendo também genótipos com sementes de tegumento e hilos claros.

Sementes grandes têm tendência de originar alimentos com melhor sabor e aroma, uma vez que apresentam maior proporção entre a massa dos cotilédones e a do eixo embrionário; as substâncias (por exemplo, isoflavonóides) que produzem sabor e aroma desagradáveis estão concentradas no eixo embrionário das sementes. O tamanho das sementes é um caráter de herança poligênica aditiva, fato responsável pela tendência de

se obterem sementes de tamanho médio na descendência do cruzamento entre genitores com sementes grandes e pequenas. Entre os fatores ambientais que aumentam o tamanho das sementes, destacam-se a aplicação de altas doses de adubo orgânico (acima de 5 t/ha) e o espaçamento amplo (80 a 100 cm entre plantas).

No Brasil, o melhoramento genético da soja conquistou sucesso notável, conforme indicado pelo grande número de cultivares (cerca de 400) já disponibilizadas no mercado. Para isso, foram empregados métodos de seleção e de condução de populações normalmente recomendados às espécies autógamas, ou seja: 1) introdução de plantas – provenientes de vários países, com destaque para Estados Unidos, China, Taiwan, Japão, Coreia e Filipinas; 2) retrocruzamentos – para a transferência de genes principais ou mendelianos, que controlam caracteres adaptativos e de transgenes (por exemplo, gene de resistência ao herbicida glifosato, soja RR e gene Bt, para resistência a insetos); 3) cruzamentos biparentais – para exploração da segregação transgressiva em caracteres com herança poligênica, como, por exemplo, produtividade de grãos, teor de óleo e de proteína, através dos métodos da população (*bulk*), genealógico (*pedigree*) e *SSD* (*Single Seed Descent*).

A partir dos anos 70, alguns programas de melhoramento utilizaram cruzamentos múltiplos (envolvendo três ou mais genitores) e avanço de endogamia, geralmente por *SSD* ou algum outro método dele derivado, com o objetivo de ampliar o número de alelos de cada gene nas populações segregantes e, conseqüentemente, aumentar as variâncias genéticas aditiva e epistática, aditiva x aditiva, a serem exploradas em programas de seleção recorrente. Dessa forma, procura-se associar procedimentos de ampliação da base genética com métodos de melhoramento da soja. Os efeitos colaterais dos teores de isoflavonóides,

FIGURA 1 | PLANTA DE SOJA TIPO HORTALIÇA OU EDAMAME, EM FASE DE COLHEITA (GRANAÇÃO MÁXIMA OU ESTÁDIO R₆)



TONAZ G. VELLO/PHOTODESIGN

FIGURA 2 | PRODUTO COMERCIAL: RAMOS COM VAGENS IMATURAS



TONAZ G. VELLO/PHOTODESIGN

FIGURA 3 | VAGENS IMATURAS COZIDAS EM ÁGUA E SAL, PRONTAS PARA CONSUMO DOS GRÃOS



TONAZ G. VELLO/PHOTODESIGN

saponinas e ácidos graxos poliinsaturados sobre o aumento do sabor e aroma desagradáveis, nos alimentos à base de soja e, por outro lado, os benefícios dessas substâncias para a saúde determinam o planejamento de programas de melhoramento independentes, uns destinados ao desenvolvimento de genótipos especializados para atender às necessidades da saúde, e outros ao desenvolvimento de genótipos especializados ao consumo humano direto.

A associação desses dois tipos de programas, com tecnologias de engenharia genética e agricultura orgânica, representa um desafio altamente estimulante para o futuro. O interesse internacional crescente em cultivares especiais de soja, possuidoras de caracteres únicos relacionados com a qualidade dos constituintes do grão (aminoácidos essenciais, ácidos graxos poliinsaturados, ausência de enzimas lipoxigenases, hormônios fitoestrógenos – isoflavonóides), tem levado alguns programas de melhoramento a eleger objetivos de pesquisa voltados ao aumento da qualidade, além dos teores de nutrientes nos grãos, todos eles com herança genética já evidenciada, juntamente com caracteres novos, controlados por genes exógenos, introduzidos na soja por meio de técnicas de transgenia.

Cerca de 70% das proteínas de reserva do grão são constituídas principalmente por dois tipos de globulinas: glicinina (IIS) e beta-conglicinina (7S). A beta-conglicinina possui poucos aminoácidos metionina e cisteína em sua estrutura, fato que torna a proteína da soja carente desses aminoácidos sulfurados. Porém, a existência de variabilidade genética para a razão IIS/7S viabiliza o melhoramento da qualidade da proteína, por meio do aumento da fração IIS ou redução da fração 7S. Além disso, a seleção para o aumento simultâneo do teor de proteína e da produtividade de grãos é dificultada pela existência de correlação genética negativa entre esses dois caracteres. O óleo de

soja é formado por lecitina (substância rica em fósforo e de uso já consagrado em saúde humana) e por ácidos graxos essenciais (24% de ácido oleico, ou 18:1; 55% de ácido linolêico ou 18:2, ou ômega 6; e 7% de ácido linolênico ou 18:3, ou ômega 3). Nos programas de melhoramento, além de aumentar o teor de óleo no grão, um dos objetivos atuais é incrementar os teores dos ácidos graxos poliinsaturados em relação aos saturados, tornando o óleo de soja mais saudável, apesar da possibilidade do sabor e aroma serem prejudicados.

As substâncias (por exemplo, enzimas lipoxigenases) responsáveis pelo sabor e aroma desagradáveis e a grande maioria dos fatores antinutricionais (por exemplo, inibidor de tripsina Kunitz, fitatos, fitoemaglutininas ou lecitinas) podem ser eliminadas geneticamente, em programas de melhoramento ou através da fervura dos grãos (geralmente por 10 a 20 minutos). A fervura só não consegue eliminar os açúcares complexos (rafinose e estaquiose), responsáveis pela flatulência. Os brotos de soja não possuem os açúcares complexos e apresentam apenas um terço da atividade inibidora da tripsina. A soja consumida na forma de brotos e *edamame* apresenta altos teores de vitamina C e beta-caroteno (pró-vitamina A), fato que representa vantagem significativa, quando comparada aos alimentos produzidos a partir de grãos maduros.

As limitações fisiológicas (por exemplo, a tendência de a soma dos teores de proteína e óleo permanecer em 60%), as inter-relações metabólicas para a síntese de aminoácidos e ácidos graxos (geralmente a seleção para aumentar um tipo provoca resposta correlacionada, no sentido de diminuir os demais, e vice-versa), os efeitos colaterais de algumas substâncias importantes (por exemplo, os isoflavonóides, que são bons para a saúde humana e também conferem resistência a insetos, mas têm efeitos negativos sobre o sabor e o aroma) e as correlações

genéticas negativas entre a produtividade de grãos e os caracteres relacionados à qualidade (principalmente tamanho de sementes e teores de proteína) exigem o desenvolvimento de cultivares especiais. A adoção de cultivares especiais envolve, por seu turno, a agregação de valores aos grãos e aos produtos derivados. Esse fato tem motivado o estabelecimento de novos programas de melhoramento genético em instituições públicas e particulares, e também estimulado a diversificação e o crescimento das indústrias de sementes e de processamento de produtos à base de soja. 

* **Natal Antonio Vello** é professor do Departamento de Genética da USP ESALQ (naavello@esalq.usp.br) e **Luís Antônio Stabile Silva** é doutorando do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da USP ESALQ (stabile@esalq.usp.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARRÃO-PANIZZI, M. C. Breeding soybean for human consumption. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4., Buenos Aires, 1989. Proceedings. Buenos Aires: Asociación Argentina de la Soja, 1989. v. 2, p. 1.101-1.105.
- CLARKE, E. J.; WISEMAN, J. Developments in plant breeding for improved nutritional quality of soya beans I. Protein and amino acid content. *Journal of Agricultural Science*, v. 134, p. 111-124, 2000.
- HOLT, S. *The soy revolution: the food of the next millennium*. New York: M. Evans and Company, 1998. 214 p.
- KITAMURA, K. Genetic improvement of nutritional and food processing quality in soybean. *Japanese Agriculture Research Quarterly*, v. 29, p. 1-8, 1995.
- VELLO, N. A. et al. Vegetable soybean research on cultivar development and future market potential in South America with emphasis on Brazil. In: MOSCARDI, F. et al. (Eds.), WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4., CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., Foz do Iguaçu, 2004. *Proceedings*, Londrina: Embrapa – CNPSO, 2004. p. 936-941.