

Painel

Melhoramento genético: de onde partimos e para onde vamos

Éberson Sanches Calvo e Romeu Afonso de Souza Kiihl*

ACERVO FUNDAÇÃO MT



Área experimental de programa de melhoramento genético: MT, 2005

Os primeiros relatos sobre experimentação com soja no Brasil datam do século XIX, por um sitiante, na Bahia. Em 1891, a soja foi utilizada no Instituto Agronômico do Estado de São Paulo (IAC) e, em seguida, começou a ser testada no Rio Grande do Sul. Na década de 20, teve início de fato o melhoramento genético da soja em nosso país, quando Henrique Löbe, então diretor da Estação Experimental de São Simão, SP, introduziu germoplasma dos Estados Unidos em plantios e, após teste e seleção, obteve três cultivares. Na mesma ocasião, foram feitas também as primeiras hibridações que originaram uma cultivar. Na década de 30, tiveram início os trabalhos na Estação Experimental de Veranópolis, conduzidos pela Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul.

Na década de 60, os esforços se intensificaram por meio de outras instituições, como o Instituto de Pesquisas Agronômicas (Ipagro) e o Instituto de Pesquisas

Agropecuárias do Sul (Peas), que iniciaram, sob a coordenação do Ministério da Agricultura, testes mais amplos de variedades e linhagens advindas de programas de melhoramento públicos do Sul dos Estados Unidos, bem como de algumas linhagens já selecionadas no Brasil. Mas o grande avanço nesse campo se deu anos 70: em 1973, o Instituto Agronômico do Paraná (Iapar) iniciou suas atividades de pesquisa com soja; em 1975, foi criado o Centro Nacional de Pesquisa da Soja da Embrapa, também no Paraná; seguiu-se a implantação do Programa Nacional de Soja, estabelecendo prioridades de pesquisas envolvendo as mais diversas instituições públicas estaduais e federais.

Naquela mesma década, surgiram as primeiras “corajosas” iniciativas privadas de melhoramento genético – com destaque para a FT Pesquisa e Sementes, a Indusem e a Ocepar –, que conseguiram alcançar sucesso técnico e comercial, em uma época em que não existia qualquer respaldo legal que protegesse o direito intelectual sobre as cultivares. Todos esses trabalhos deram suporte ao acentuado crescimento da produção de soja alcançado no Brasil, que se deveu, em grande parte, certamente ao melhoramento genético. Estimativas de ganho genético em produtividade indicam que, até a década de 90, o ganho genético médio em produtividade da soja foi, no Brasil, próximo de 0,9% ao ano (Toledo et al., 1994).

Além de desenvolver o potencial genético produtivo das plantas *per se*, podemos destacar duas grandes contribuições do melhoramento genético para a cultura da soja no Brasil: a primeira foi a adaptação da soja às baixas latitudes, por meio da introdução de genes para o “período juvenil longo” do germoplasma

brasileiro – ponto de partida para que a cultura pudesse se difundir nos cerrados; a segunda foi o incremento da resistência às doenças mais expressivas na cultura, como a pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycinea*), a mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*), o cancro-da-haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*), o nematóide de cisto (*Heterodera glycines*), o nematóide de galha (*Meloidogyne incognita* e *M. javanica*) e o mosaico comum (*Soybean Mosaic Virus*). Em consequência, até o final da década de 90, era muito comum o cultivo de lavouras no país sem o uso de fungicidas.

Um fator essencial que permitiu o rápido progresso genético no melhoramento de soja foi, sem dúvida, a existência de uma rede de experimentação, compartilhada pelos diversos programas de melhoramento genético da soja, públicos e privados (Embrapa, Ocepar/Coodetec, FT, Indusem, Cotia etc.). Por meio dessa rede de testes, as linhagens foram avaliadas conjuntamente (ensaios intermediários e finais) e todos os participantes tiveram acesso não só aos resultados dos ensaios, mas também ao germoplasma, para fins de cruzamentos. Ou seja, uma vez identificada uma linhagem superior, ela pode ser rapidamente recombinada com outras linhagens-elite de cada um dos programas, entre 4 e 5 anos antes de chegar às mãos do agricultor, na forma de uma nova variedade. Exemplo clássico disso foi a linhagem CEP 74-38, identificada (visualmente!) como superior em ensaios intermediários e utilizada como genitora, por vários “melhoristas”, originando cultivares de excelentes performances, muitas de sucesso comercial, como BRS 133, BR-37, FT-Abyara, FT-Guaíra, OC-13 e OC-14.

Entendendo-se o melhoramento genético da soja no Brasil como um programa de seleção amplo e recorrente, podemos dizer que a dissolução dessa rede de teste implica atraso de pelo menos cinco anos, a cada ciclo de seleção. A partir

do final da década de 90, um novo ambiente começou a se desenhar para o melhoramento de soja no Brasil. A implementação da Lei de Proteção de Cultivares (Lei n. 9.456, de 25.4.1997) e da nova Lei de Patentes (Lei n. 9.279 de 14.5.1996), além do advento da tecnologia das plantas transgênicas, possibilitaram, respectivamente, a proteção intelectual das invenções, na forma de variedades, bem como perspectivas de inovações tecnológicas no setor de genética e melhoramento de plantas, na forma de processos biológicos. Em consequência, o setor foi valorizado como sendo de importância estratégica, o que se confirma pelo aumento da presença da iniciativa privada, especialmente de empresas do setor agroquímico, no melhoramento genético de soja. Novos investimentos se viabilizaram, nesse novo cenário.

Uma grande contribuição ao melhoramento genético da soja, que passa muitas vezes despercebida aos “melhoristas”, veio da aplicação das tecnologias de mecanização agrícola e de informação. Ao contrário do que ocorria até quinze anos atrás, hoje os principais programas do país já fazem a semeadura totalmente mecanizada, alguns deles

FIGURA 1 | PLANTADEIRAS À VÁCUO AUTOMATIZADAS GARANTEM RAPIDEZ E PRECISÃO NO PLANTIO



ACERVO FUNDACÃO NT

usando máquinas pneumáticas, com até oito linhas (Figura 1). As sementes de linhas de progênie estão também sendo automatizadas, com a introdução de sistemas de distribuição de linhas individuais que possibilitam a sementeira de até 30 mil linhas, em um único dia de trabalho. Investimentos em colheitadeiras de parcelas experimentais vêm sendo feitos e, em muitos ensaios, a umidade e o peso dos grãos de cada parcela experimental são obtidos instantaneamente e automaticamente registrados em computador.

Os *palmtops* já substituem as antigas cadernetas de campo, reduzindo erros de digitação e agilizando, em muito, as análises dos dados. Esse conjunto de novos fatores tem aumentado a capacidade de testes nos programas de melhoramento. Há dez anos, o maior programa da área no país conduzia, anualmente, próximo de 30 mil linhas de progênie. Hoje, temos programas conduzindo cerca de 450 mil linhas. Como melhoramento genético é também uma abordagem probabilística, a mecanização, automação e tecnologia de informação contribuem significativamente para o sucesso da identificação de combinações genéticas superiores. A sementeira mecanizada, em particular, foi essencial para a condução de ensaios sob sementeira direta, aproximando a pesquisa da realidade da produção de soja.

Uma descoberta importante da química marcou a década de 70: a molécula do glifosato, um herbicida muito interessante por sua ação sistêmica, de amplo espectro de ação e baixo impacto ambiental e para a saúde humana. A primeira grande contribuição da molécula do glifosato foi o seu emprego como agente de dessecação no plantio direto (PD) na palha. É possível que essa molécula tenha sido determinante na adoção da tecnologia de PD, e seu maior defeito foi talvez não apresentar seletividade, em particular para a cultura da soja. Rapidamente, alguns “melhoristas” tentaram, sem sucesso, identificar genótipos de

soja tolerantes ao glifosato. O insucesso de várias experiências nesse sentido as foi conduzindo a planos inimagináveis. E passaram-se vinte anos, até que a seletividade do glifosato fosse criada, com o auxílio da biologia molecular, e introduzida comercialmente na cultura da soja.

Iniciou-se assim a fase das contribuições do glifosato para a sojicultura, como um herbicida de pós-emergência, conquista que significou mudança considerável no ambiente de melhoramento genético da soja, representando o advento da biologia molecular ou da biotecnologia moderna e a interação da biologia molecular com o melhoramento. O final da década de 80 e toda a década de 90 foram marcados por um legítimo entusiasmo com a biotecnologia e um certo “esquecimento” da importância do melhoramento genético convencional. Aquele entusiasmo refletiu-se, posteriormente, na formação de “melhoristas clássicos”, área que passou a seduzir muitos jovens talentos.

Na prática, o processo de introgressão do gene RR na soja mostrou que existe um caminho longo e tortuoso separando a obtenção em laboratório de um evento de transformação “elite” (que chegou às mãos dos “melhoristas” com uma redução de produtividade *yield drag*) e a criação de uma variedade transgênica competitiva. Esse caminho só pode ser percorrido com o auxílio de “melhoristas”, que, além de conhecimento em genética, fitotecnia etc., tenham ampla experiência na cultura, entendimento global dos sistemas de produção agrícola e sensibilidade para detectar pequenas variações de performance do material.

Até o momento, não se tem nenhuma evidência concreta de que todo o potencial genético de produtividade do germoplasma da soja tenha sido atingido, nem aqui nem em programas mais antigos, como os dos Estados Unidos. Ao contrário, o ganho genético parece ter

sido maior nos períodos mais recentes (Wilcox, 2001). Assim, é provável que continuemos a aumentar o potencial produtivo de cultivares brasileiras nas próximas duas décadas. No entanto, é certo que iremos também continuar utilizando a maior parte do tempo e dos recursos para agregar características que eliminem efeitos de “fatores restritivos” à produção da soja, como novas doenças (por ex., a ferrugem asiática), ou mesmo a disseminação das já existentes (por ex., nematóide do cisto e de galha).

Dois transições importantes vêm ocorrendo e poderão produzir outros “fatores restritivos”: o uso de glifosato como herbicida pós-emergente e o maior uso de variedades mais precoces. Sem dúvida alguma, o futuro do melhoramento genético da soja será ditado também pelos avanços proporcionados pela biologia molecular, que tem rapidamente descoberto e mesmo disponibilizado novos genes de interesse agrônomo. É possível que ainda levemos um certo tempo até ter um produto capaz de proporcionar uma taxa de adoção comercial tão ampla quanto a soja tolerante ao glifosato. Mas, o fato é que, nos próximos cinco anos, os programas estarão “introgregando” vários genes, dentre os quais destacamos: genes Bt para tolerância a lepidópteros; pelo menos dois novos genes para tolerância a glifosato; e diferentes genes para tolerância à seca.

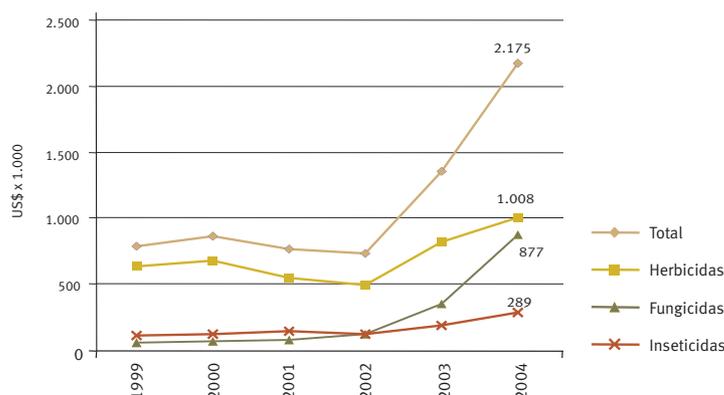
Como muitas dessas características deverão estar associadas entre si e com outras (como resistência ao acamamento, ciclo, hábito de crescimento, baixo teor de ácido linolênico, resistência a diferentes doenças etc.), ficam evidentes as demandas que irão se impor aos programas de melhoramento genético de soja, em um futuro muito próximo. É bom lembrar que o agricultor brasileiro ainda espera por um portfólio melhor de cultivares de soja, que combine a tolerância a glifosato aos ciclos diferentes, resistência a nematóide de cisto etc. Dessa forma, o sucesso do melhoramento dependerá

da sua capacidade de gerenciar esses diferentes subprogramas, em sintonia com as demandas dos agricultores.

A biologia molecular passou a permitir aos “melhoristas” imaginar o inimaginável, o que é espetacular, mas também torna difícil qualquer previsão. Novamente, recorreremos ao glifosato para exemplificar. Ainda que alguns “melhoristas” tenham imaginado, no passado, a possibilidade de se ter uma soja que o tolerasse, é certo que ninguém pensou que uma mesma molécula poderia ser aplicada em pós-emergência, para controlar as plantas daninhas e alguns fungos, dentre eles o que atualmente representa o maior problema fitossanitário da cultura: o fungo causador da ferrugem asiática. Essa possibilidade foi aberta com o relato recente de que a molécula do glifosato tem atividade fungicida sistêmica, em soja tolerante ao glifosato (Feng et al., 2005). Modificações tecnológicas ainda necessitarão ser feitas, mas as ferramentas necessárias já existem e uma terceira contribuição da molécula do glifosato poderá tornar-se realidade. É bom lembrar ainda que pouco se sabe sobre os efeitos do uso de glifosato em pós-emergência, na cultura de soja no Brasil.

A interação entre biologia molecular e melhoramento genético clássico deve ser aprofundada ainda pelo aumento dos esforços feitos para o mapeamento genético da soja, à medida que novas técnicas, mais rápidas e baratas, estão sendo desenvolvidas. Essa ferramenta nos auxiliará sobretudo no entendimento da natureza das características quantitativas (*quantitative trait loci*), incluindo a produtividade. Nos próximos dez anos, pelo menos boa parte dos programas de melhoramento genético de soja no Brasil estarão focados no desenvolvimento de cultivares tolerantes, ou até mesmo resistentes à ferrugem da soja. É possível que essa seja a prioridade número um. A razão fica bem clara, ao se observar a Figura 2. O aumento dos gastos

FIGURA 2 | EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE AGROQUÍMICOS EM SOJA, DE 1999 A 2004 (EM US\$ X 1.000)



com a aplicação de fungicidas na cultura da soja é impressionante, e a ferrugem asiática não é a única razão para isso, uma vez que uma aplicação de fungicida para controle do complexo das doenças de final de ciclo (DFC) – oídio (*Erysiphe diffusa*) ou mela (*Rhizoctonia solani*) – já vinha se tornando prática comum.

No entanto, os gastos aumentaram assustadoramente a partir de 2001, quando apareceu a ferrugem asiática no Brasil. A expectativa dos produtores, em relação ao melhoramento genético, é grande provavelmente porque, historicamente, ele tem resolvido a quase totalidade dos problemas da soja no Brasil. Mas a cautela aqui deve ser redobrada, pois pouco se conhece sobre esse fungo. Pelo menos dois caminhos estão sendo trilhados: o da “resistência vertical” e o da “tolerância”, sendo esse último o mais aceito. A ferrugem representa um desafio maior, porque as fontes de genes de resistência e tolerância estão sendo encontradas, via de regra, em materiais com pouca ou nenhuma adaptação ao nosso ambiente de produção. É possível que, ao serem introgrididos, esses genes comprometam, pelo menos parcialmente, os avanços obtidos em

potencial produtivo e em tolerância a outras doenças. A habilidade em lidar com esses caracteres indesejáveis será determinante para o sucesso dos programas de melhoramento genético da soja na próxima década.

***Éberson Sanches Calvo** (ebersoncalvo@tmg.agr.br) e **Romeu Afonso de Souza Kiihl** (romeu@tmg.agr.br) são, respectivamente, diretor-superintendente e diretor científico da Tropical Melhoramento e Genética Ltda. (TMG).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FENG, Paul C. C. Glyphosate inhibits rust diseases in glyphosate-resistant wheat and soybean. *PNAS*, v. 102, n. 48, p. 17.290-17.295, nov. 2005.
- TOLEDO, J. F. F. et al. Genetics and breeding. In: TROPICAL soybean: improvement and production. Rome: FAO, 1994. p. 19-36. (FAO Plant Production and Protection Series, n. 27).
- WILCOX, James R. Sixty years of improvement in publicly developed elite soybean lines. *Crop Science*, v. 41, p. 1.711-1.716, 2001.