

# BIOSEGURANÇA DO FEIJOEIRO GENETICAMENTE MODIFICADO: CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA, MOLECULAR E BIOQUÍMICA\*

Francisco J. L. ARAGÃO<sup>1</sup>

Josias C. FARIA<sup>2</sup>

Elsa O. P. L. NOGUEIRA<sup>1</sup>

O feijão constitui-se em alimento básico no nosso País. Por tratar-se de alimento de importância social e econômica elevada, o feijoeiro comum vem recebendo e beneficiando-se dos grandes avanços tecnológicos dos últimos tempos, em todas as áreas do conhecimento científico. Tais avanços permitiram aumentar o potencial produtivo desta espécie de 500 kg/ha na década de 60 para mais de 5000 kg/ha, atualmente. O mosaico dourado do feijoeiro é a principal doença de origem viral desta leguminosa e pode causar perdas totais das lavouras (Faria *et al.*, 2000), especialmente aquelas do plantio das secas, realizados em fevereiro/março. Em certos anos pode ser capaz de destruir plantações mesmo em sistemas agrícolas usando tecnologia avançadas, nas safras das águas (outubro/fevereiro) ou de inverno (junho/setembro). Esta doença foi primeiramente descrita nos anos 60 por Costa (1965) no estado de São Paulo, encontrando-se disseminada por todas as regiões onde se cultiva o feijoeiro comum, exceto no sul do País.

Os esforços para controlar a doença esbarraram-se primeiramente na ausência de germoplasma que apresentasse imunidade ao agente causal (Morales e Niessen, 1988; Gilbertson *et al.*, 1993). Bianchini (1999) descreveram uma série de genótipos como resistentes à virose, mas que nunca chegaram aos produtores, em escala suficiente para conter a doença. Avaliações, incluindo germoplasmas desenvolvidos por Bianchini (1999), por pesquisadores do Estado de São Paulo, demonstram apenas baixos níveis de tolerância à virose em todos os genótipos avaliados. A utilização de pesticidas no controle do vetor (*Bemisia tabaci* Gen.) continua sendo a única opção dos produtores, mas o desenvolvimento de resistência aos ingredientes ativos vem sendo um problema grave, além do fato de que em presença de elevadas populações do inseto vetor o controle da virose pode não ser efetivamente alcançado. Além disso, o uso abusivo de inseticidas torna-se economicamente inviável e ambientalmente arriscado. Foram feitos avanços biológicos e moleculares na

<sup>1</sup> Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, PqEB W5 Norte, 70770-900, Brasília, DF. E-mail: aragao@cenargen.embrapa.br

<sup>2</sup> Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12 Zona Rural C.P. 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO, Brazil

\*Apoio: FINEP e Embrapa

caracterização do agente causal, tanto especificamente para o BGMV, como para os vírus que pertencem à família *Geminiviridae*, gênero *Begomovirus* e, portanto, com características muito semelhantes. Avanços na engenharia genética permitiram desenhar construções gênicas efetivas no controle de vírus cujo material genético seja o DNA.

Assim, um fragmento de um gene do próprio vírus (gene *ACI* que codifica para a proteína REP), e essencial à sua replicação, foi colocado na planta para conferir resistência à doença incitada pelo mesmo vírus – um método conhecido como “resistência derivada do patógeno”. As plantas foram transformadas com uma construção do tipo intron-hairpin (hpRNAi) para expressar um RNA de dupla fita que pode ser reconhecidos pelo mecanismo natural de silenciamento gênico e gerar *small interfering RNA* (siRNA). A planta (evento elite obtido) apresenta alto nível de resistência ao mosaico dourado.

O desenvolvimento atual de um evento de feijoeiro transgênico com resistência ao mosaico dourado (Bonfim et al., 2007, Aragão & Faria 2008) significa, na prática, a necessidade de obtenção dos dados necessários para solicitar a sua liberação comercial à Comissão técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) de acordo com a Resolução Normativa N° 05, de 12 de março de 2008. As análises de biossegurança se baseiam em quatro pilares: caracterização molecular e bioquímica, caracterização agrônômica, ensaios de segurança alimentar e segurança ambiental. O evento resistente ao BGMV vem sendo cultivado em três regiões do Brasil (Sudeste, Centro-Oeste e Sul). Esses campos experimentais visam gerar dados de impacto sobre o meio ambiente e gerar material para a caracterização bioquímica e de composição de moléculas de importância nutricional e anti-nutricional. Estas avaliações estão interligadas de modo a fornecer um conjunto de informações científicas para atestar a segurança do organismo geneticamente modificado (OGM).

A linhagem de feijão tem sido desafiada contra o vírus em casa de vegetação com uma população de moscas brancas virulíferas superior a 300 indivíduos por planta, durante todo o ciclo de vida da planta. No campo, quando houve a ocorrência natural da doença, as plantas não transgênicas mostraram-se sintomas de mosaico dourado (80-90% das plantas) enquanto a linhagens transgênica não mostrou sintomas. A caracterização molecular e bioquímica do evento transgênico vem sendo conduzida para se determinar o número de cópias dos transgenes inseridos no genoma por análises de Southern e FISH), região de integração (utilizando-se resgate de vetores por TAIL-PCR, PCR inverso e SON-PCR), presença de siRNA em função de variações ambientais, estabilidade dos transgenes por várias gerações.

Os resultados do processo de caracterização do evento de feijão resistente ao mosaico dourado podem levar ao pedido de liberação comercial da segunda planta transgênica desenvolvida pela Embrapa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, F.J.L.; FARIA, J.C. Avanços no desenvolvimento de plantas transgênicas com resistência a doenças no Brasil. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, N. 15: 2007.

BIANCHINI, A. Resistance to Bean Golden Mosaic Virus in Bean Genotypes. **Plant Disease** n. 83, p. 615-619. 1999.

BONFIM, K.; FARIA, J.C.; ELSA O. P. L. NOGUEIRA, E.O.P.L.; MENDES, E.A.; ARAGÃO, F.J.L. RNAi-Mediated Resistance to *Bean golden mosaic virus* in Genetically Engineered Common Bean (*Phaseolus vulgaris*). **MPMI** v. 20, p. 717-726, 2007.

COSTA, A.S. Three whitefly-transmitted virus diseases of beans in São Paulo, Brazil. **Plant Protection Bulletin** n. 13, p. 121-130. 1965.

FARIA, J.C., BEZERRA, I.C, ZERBINI, F.M., RIBEIRO, S.G., & LIMA, M.F. Situação atual das geminiviroses no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, CE,v.25, n.2, p.125-137, 2000.

GILBERTSON, R. L., FARIA, J. C., AHLQUIST, P., & MAXWELL, D. P. Genetic diversity in geminiviruses causing bean golden mosaic disease: The nucleotide sequence of the infectious cloned DNA components of a Brazilian isolate of bean golden mosaic geminivirus. **Phytopathology** n. 83, p. 709-715, 1993.

MORALES, F. J.; NIESSEN, A. I. Comparative responses of selected *Phaseolus vulgaris* germ plasm inoculated artificially and naturally with bean golden mosaic virus. **Plant Dis.** n. 72, p. 1020-1023, 1988.