

## Parecer Técnico sobre a Segurança Ambiental do Algodão Bollgard – evento 531

O algodão em expressando os genes *cry1AC*, *nptII* e *aad* foi submetido a cruzamento convencional com a variedade Coker 312 resultando na variedade Bollgard (BG)–Evento531, objeto desta análise de biossegurança ambiental com ênfase nos eventuais impactos aos organismos do solo e seus processos.

O algodão BG-531 constitui-se numa tecnologia avançada e de grande interesse para o Brasil onde pragas lepdopteras causam grandes perdas de produção e para seu controle aplica-se uma quantidade imensa de inseticidas. Esta prática além dos elevados custos com a aquisição e aplicação destes produtos, causam danos a saúde dos agricultores e ao meio ambiente. A adoção da tecnologia Bollgard pode produzir o uso de cerca de 1 milhão de litros de inseticidas no país a cada ano, elevar a produtividade e reduzir os custos de produção. Por isso esta tecnologia representa benefícios econômicos e ambientais significativos para a agricultura brasileira., merecendo assim uma análise de sua segurança visando a liberação comercial.

A avaliação da segurança ambiental baseia-se na expressão dos genes funcionais e nível de proteína na planta, no modo de ação e especificidade das proteínas expressas, na abundância e comportamento desta no ambiente e no histórico de exposição e uso seguro das proteínas produzidas pela bactéria *bacillus thuringiensis* (Bt) que são tóxicas para lepdopteros pragas do algodoeiro.

O algodão BG-531 expressa os genes funcionais em todos as células da planta, apresentando concentração das proteínas CRY1Ab (também denominada BtkHD-73) e NPTII mais elevadas que as variedades convencionais não GM. A concentração de CRY1Ab constitui no princípio ativo que garante proteção à planta, sendo mais elevada nas folhas jovens, apresentando na maioria dos casos menos que 4 mg/g tecido fresco. É expressa também nas sementes, porém em concentração inferiores a 2mg/g de semente fresca, sendo este nível muito reduzido quando se considera a planta toda. A concentração de proteína Cry1AB na planta toda é da ordem de milionésimos a proteína total dos resíduos de algodoeiro. Estimativas apontam para uma quantidade de BtkHD73 incorporada ao solo após a colheita é inferior a 2,0g/Acre, o que corresponderia a cerca de 0,5 mg/g de solo na camada arável. Estudos realizados na ESALQ/USP indicam que proteínas acima de 70 Kda são detectadas em restos vegetais no campos, segundo a pesquisa, elas sofrem rápida ação proteolítica após a maturação dos frutos e no solo pela microbiota. Isto corrobora outro estudo em amostras do solo de campos de algodão transgênico por até 60 anos, nas quais testes empregando ELISA que é um método eficiente e sensível (3,68 ng/g solo) e bioensaios de atividade, mostram ausência de acumulação da proteína em níveis biologicamente significantes. Diversos estudos mostram a rápida dissipação das proteínas Cry no solo e mesmo que haja acúmulo, estas proteínas são praticamente atóxicas para organismos não-alvos conforme revelam inúmeros estudos *in vitro* ou com a adição de resíduos de plantas GM ao solo. Testes com concentrações de proteínas de até 50mg/g de solo não mostraram efeitos sobre o crescimento de largatas sensível. Do mesmo modo, populações de detritívoros como collembrola e minhocas, e componentes da microbiota como protozoário, nematóides, fungos, bactérias e actinomicetos são praticamente insensíveis à CRY1Ab quanto aos aspectos reprodutivos e de crescimento. Outros estudos

com técnicas experimentais mais refinadas mostram ausência de alteração na densidade microbiana de vários grupos especializados do solo, como bactérias diazotróficas e resistentes a antibióticos. Empregando Ecoplates e análise molecular-ARDRA, verificou-se que os efeitos do algodão Bollgard na diversidade metabólica e genética da população de procariotos do solo, são similares ao do algodão convencional.

A proteína NPTII também é produzida nas folhas do BG-531 inclusive em concentração mais elevada que as de CRY1Ab. Esta é uma característica não desejável na planta, mas ao contrário da CRY1Ab a proteína NPTII não tem função ou qualquer efeito conhecido na planta. A proteína ADD não é detectada nas plantas GM.

A proteína NPTII degrada rapidamente como as outras proteínas encontradas nos tecidos vegetais e não é tóxica para os seres vivos. Sua eventual expressão em outros organismos não implicará em alterações comportamentais, exceto a capacidade de tolerar os antibióticos aminoglicosados como canamicina e neomicina. Há uma preocupação com a transferência do gene *nptII* da planta para os microrganismos. Isto é possível do ponto de vista biológico, mas ocorre com uma frequência muito baixa em condições otimizadas e não há evidência deste fenômeno em condições reais de campo. No caso de transferência do marcador Sp/Sm<sup>R</sup> (*aad*) do algodão BT para uma bactéria competente *A. calcoaceticus* ocorreu com frequência de 10<sup>-6</sup>. A transferência deste marcador entre procariotos é feita por elementos móveis ( plasmídeos e transposon conjugativo) os quais garantem ampla distribuição do gene NPTII entre espécies ou dentro da mesma espécie de procariotos. Por isso, a resistência a canamicina e neomicina é de presença ubíqua nos microrganismos, mas não há evidência de transparência da planta para bactérias. Portanto trata-se de um risco desprezível nos cultivos de algodão Bollgard.

Além dos aspectos específicos abordados, é importante considerar que diversas práticas preconizadas no plano de manejo da cultura do algodoeiro. A destruição dos restos da soqueira, a queima para controle de doenças, a rotação de culturas, o emprego de culturas armadilhas e o controle biológico serão também recomendados para os cultivos transgênicos, além de práticas específicas como zona de exclusão e área de refúgio, que contribuirão para garantir a segurança do algodão GM no Brasil.

A análise dos documentos apresentados permite concluir que o cultivo do algodão Bollgard não causará alterações no solo e suas relações ecológicas e funcionais diferentes daquelas causadas pelas variedades convencionais e por permitir redução no uso de inseticidas trará consideráveis benefícios a qualidade do solo, recursos hídricos e à biodiversidade do agrossistema.

José Oswaldo Siqueira, relator