

## **O consumo de alimentos derivados de organismos geneticamente modificados e a saúde humana e animal**

Prof. Marcelo Gravina de Moraes, PhD.

### Resumo Executivo

Há milhares de anos as espécies vegetais têm continuamente sido selecionadas com o objetivo de aumentar a produtividade, obter um maior crescimento de determinados órgãos, alterar características alimentares, resistir às doenças, ao ataque de pragas e a fatores climáticos adversos. Mais recentemente, a tecnologia do DNA recombinante, que permite a modificação precisa de material genético de organismos, também passou a fazer parte das ferramentas disponíveis para o melhoramento genético vegetal. A tecnologia do DNA recombinante, assim como as demais ferramentas da biotecnologia, representa um dos maiores avanços da ciência na segunda metade do século XX e acena com usos sem precedentes, tais como a produção de plantas para síntese de matérias-primas industriais e medicamentos (biofábricas) e a reciclagem e/ou remoção de produtos tóxicos originários da atividade industrial. O uso da biotecnologia permitirá que o aumento da produção de alimentos, fibras e energia deixe de ser obtido às expensas da devastação de áreas dedicadas à preservação ambiental.

Apesar dos claros benefícios já listados anteriormente, o uso de plantas geneticamente modificadas (GM) na produção de alimentos é circundado de controvérsia. Qualquer alimento contendo alguma matéria-prima produzida a partir de plantas GM é considerado alimento GM ou alimento contendo organismo GM. A preocupação sobre a segurança do uso de alimentos GM é compartilhada por cientistas e agências regulatórias atentas objetivamente aos aspectos relacionados à saúde, tais como alterações da qualidade nutricional, possível toxicidade, alergenicidade e transferência de genes de resistência a antibióticos.

Em 1993, antecipando a necessidade de desenvolver um meio de avaliar a segurança dos alimentos GM, a Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) publicou as conclusões de um grupo de trabalho que introduziu o princípio da "equivalência substancial". Este conceito baseia-se no princípio de que os alimentos GM podem ser avaliados quanto a sua segurança ao serem comparados com os seus análogos convencionais. O princípio da

equivalência substancial foi desenvolvido como parte da estratégia de avaliação de segurança. A aplicação deste conceito não é um julgamento de segurança por si, mas auxilia na identificação de similaridades e diferenças entre os alimentos já existentes e novos produtos, que são então sujeitos a mais avaliações toxicológicas. Três resultados podem advir da avaliação da equivalência substancial: o alimento GM pode ser considerado substancialmente equivalente ao seu análogo convencional em termos toxicológicos e nutricionais; o alimento pode ser substancialmente equivalente, à exceção de certas diferenças claramente definidas, como os componentes deliberadamente introduzidos pela modificação genética; ou o alimento pode ser considerado substancialmente distinto de seu equivalente convencional, porque as diferenças não podem ser claramente definidas ou porque não existe um alimento convencional equivalente. Nesta última hipótese, o produto terá então uma avaliação de segurança altamente detalhada e definida caso a caso.

Como ponto de partida, é fundamental caracterizar as fontes potenciais de perigo no processo de transformar uma planta. Elas podem ser classificadas em quatro grupos de análise: (I) a planta hospedeira do processo de transformação (equivalente convencional); (II) o gene inserido, o organismo doador do gene e o processo de transformação; (III) os produtos dos genes inseridos e novos metabólitos resultantes; (IV) a análise da planta GM e dos alimentos produzidos. Testes rigorosos foram desenvolvidos para alimentos GM, utilizando uma estratégia sistemática, passo a passo e holística. Estudos sobre a qualidade nutricional dos alimentos GM com animais de laboratório e animais domesticados – como bovinos, suínos e aves – são necessários para avaliar o risco de uso de alimentos GM. Os resultados de diversos estudos realizados com esses animais não apontam para efeitos tóxicos e indicam que o desempenho dos mesmos é similar quando alimentados com rações baseadas em alimentos GM ou em análogos convencionais. Até o momento, as avaliações de mais de 50 cultivos GM aprovados em diversos países permitem concluir que alimentos e rações derivados de cultivos GM são tão seguros e nutritivos como aqueles derivados de cultivos tradicionais.

Um dos possíveis perigos citados sobre as plantas GM é o potencial de geração de efeitos não-intencionais. Isso poderia ocorrer devido a efeitos pleiotrópicos e mutagênicos. Os primeiros se referem à situação em que um único gene causa múltiplas alterações no hospedeiro; os segundos, à situação em que a inserção do novo gene induz a alterações da expressão de outros genes do genoma. Ambos são inerentes ao processo aleatório de inserção do DNA durante a transformação genética. Embora essas alterações sejam possíveis de ocorrer, é provável que esses casos sejam descobertos antes da comercialização, devido ao rigoroso processo seletivo. Esse processo de

seleção envolve caracterizações agronômicas e moleculares muito sensíveis na detecção de pequenas mudanças fisiológicas nas plantas GM.

Outro possível problema levantado é a transferência horizontal de genes para bactérias e células de mamíferos. A transferência de DNA de plantas para mamíferos ou células microbianas, em circunstâncias normais de exposição, exigiria que todos os seguintes eventos ocorressem: o gene relevante na planta DNA teria que ser liberado na forma de fragmentos lineares; o gene teria de sobreviver às nucleases da planta e do trato gastrointestinal; o gene teria de competir pela captação com o DNA da dieta; a célula receptora (bacteriana ou de mamíferos) teria que ser competente para ser transformada; e o gene teria de sobreviver à ação das enzimas de restrição dessa célula. Finalmente, o gene teria que ser inserido no DNA do hospedeiro por raros eventos de reparação ou recombinação. Isso tudo implica que a aquisição de novos genes por bactérias do trato intestinal a partir de alimentos, tais como genes de resistência aos antibióticos, provavelmente seria um evento muito raro. Protocolos muito sensíveis de detecção de DNA, por meio da reação em cadeia da polimerase (PCR), foram otimizados para determinar se níveis-traço de fragmentos de DNA de plantas ou de transgenes são detectáveis em amostras de leite bovino e de músculo de frango, suíno e bovino. Porém não ocorreu detecção de DNA transgênico em nenhuma amostra.

Também é preciso saber se o gene a ser inserido, ou o organismo de origem do mesmo, estão associados a alguma substância tóxica ou alergênica, que poderia ser transferida durante o processo de transformação. Se for o caso, a análise deve indicar que transformação genética seja abortada. O potencial tóxico de um produto transgênico deve ser analisado caso a caso. Atenção particular deve ser empregada caso um transgene produza uma toxina conhecida. Um exemplo de toxina conhecida e bastante utilizada em plantas GM é a do gene Bt, que codifica para uma proteína inseticida. A segurança da maioria das toxinas Bt é assegurada pela sua fácil digestibilidade, assim como pela ausência de sua atividade intrínseca nos sistemas de mamíferos. O bom entendimento sobre os mecanismos de ação das toxinas Bt e a natureza seletiva dessas toxinas nos sistemas de insetos aumenta o grau de certeza sobre a segurança do sistema de avaliação. Um segundo exemplo é o gene codificante da enzima Enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), que confere resistência ao herbicida glifosato. Essa enzima está presente nas plantas e microorganismos e é essencial para a biossíntese dos aminoácidos aromáticos. A inibição de EPSPS por glifosato conduz a uma deficiência na produção de aminoácidos aromáticos e impede o crescimento das plantas. A via biossintética de aminoácidos aromáticos não está presente em mamíferos, aves e peixes, o que explica a atividade seletiva do glifosato nas plantas.

Os produtos da biotecnologia agrícola também são sujeitos a uma cuidadosa e completa avaliação quanto ao potencial alergênico antes de serem comercializados. Poucos produtos da biotecnologia agrícola, e nenhum dos atuais produtos, envolvem a transferência de genes a partir de fontes conhecidas de substâncias alergênicas. Aplicando esses critérios, criam-se garantias suficientes de que a nova proteína tem limitada capacidade para se tornar um alergênico. O potencial de alergenicidade das proteínas introduzidas em plantas GM deve ser avaliado focando, além do organismo doador do gene, na homologia de seqüência entre as novas proteínas introduzidas e substâncias reconhecidamente alergênicas; no nível de expressão da nova proteína na planta GM; na classificação funcional da nova proteína; na reatividade da nova proteína com IgE do soro de indivíduos com alergias conhecidas ao organismo doador do material genético; além de diversas propriedades físico-químicas da proteína introduzida, tais como a estabilidade ao calor e a estabilidade digestiva. Os estudos abrangentes realizados com pacientes alérgicos a alimentos indicaram que nenhum dos indivíduos testados reagiu diferentemente aos produtos GM e convencionais em todos os testes. A conclusão desse estudo é de que os alimentos transgênicos que estão no mercado não são mais alergênicos que os equivalentes convencionais.

É impossível não reconhecermos o valioso potencial e o impacto atual da biotecnologia vegetal para o desenvolvimento de novas variedades e na melhoria da qualidade dos alimentos. Os resultados das diversas avaliações em todos os alimentos GM até hoje estudados apontam para o uso com segurança. Porém, isto não significa que as preocupações manifestadas em relação à tecnologia devam deixar de ser abordadas através da colaboração e do diálogo entre indústria, setor público, cientistas, agências reguladoras e organizações não-governamentais. É importante que o debate público sobre os alimentos geneticamente modificados leve conta questões mais amplas do que a ciência por si só, mas não devemos nos esquecer que será a ciência, somente quando realizada dentro de padrões aceitáveis e reproduzíveis, que responderá às questões sobre a segurança dos alimentos GM.

Marcelo Gravina de Moraes é Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e membro do Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB).