

Organismos Geneticamente Modificados, Qual o limite?

by ANA RITA FONSECA

Centre for Rapid and Sustainable Product Development
Polytechnic Institute of Leiria
E-mail: ana.r.fonseca@ipleiria.pt

Este trabalho resulta de uma pesquisa bibliográfica, reflectindo desta forma a preocupação da autora sobre um assunto que poderá afectar a Europa, no decorrer da aprovação do tratado transatlântico TTIP.

1 Introdução

Na iminência de aprovação do tratado transatlântico (TTIP) entre a EU e os EUA, um acordo que visa promover o livre comércio, várias são as medidas a adotar pelos estados membro, nomeadamente a entrada de alimentos transgénicos nas prateleiras dos supermercados (1). A utilização de organismos geneticamente modificados (OGMs) sempre foi uma questão muito controversa.

Apesar de numerosos estudos científicos e garantias da Food and Drug Administration (FDA) de que os alimentos GMs são seguros e nutritivos, um número de indivíduos e grupos de consumidores ainda não foi convencido, existindo uma forte crença na campanha de desinformação, e de conflitos de interesse envolvendo a indústria multimilionária da biotecnologia (2, 3, 4). Considerando no entanto os altos riscos financeiros envolvidos, são levantadas preocupações sobre a influência que os conflitos de interesse poderão ter na publicação artigos científicos sobre o risco para a saúde ou o valor nutricional dos produtos alimentares geneticamente modificados (3). Coloca-se então a seguinte questão: mas afinal o que são OGMs? Para que servem? Quais as vantagens e desvantagens?



OGM significa *organismo geneticamente modificado*. São organismos cujo material genético foi alterado artificialmente para lhes oferecer uma nova propriedade, como a resistência a uma doença, aos insectos, à seca ou

para aumentar a produtividade de uma colheita. A transformação do genoma pode ocorrer dentro da própria espécie, ou envolver genes de espécies diferentes (organismos transgénicos), conferindo propriedades que o ser vivo anteriormente não possuía (6).



De facto, o ser humano vem manipulando animais e cruzando plantas desde o final da idade da pedra. Este processo chamado por Darwin de seleção artificial, explica a origem da diversidade de raças, de animais, plantas, e frutas, a partir de critérios seletivos humanos, de cruzamento seletivo de animais, plantas e outros seres vivos, com o objetivo de selecionar características vantajosas que tendem a ter um efeito maior na geração seguinte.

Existem inúmeras vantagens provenientes da utilização de OGM, tanto ao nível da saúde como do ambiente (6):

1. O alimento pode ser enriquecido com um componente nutricional essencial, como por exemplo, o arroz geneticamente modificado que produz vitamina A, essencial em países em vias de desenvolvimento.
2. É possível obter alimentos mais baratos devido à redução dos prejuízos, pois pode-se obter plantas resistentes a insetos, pragas, a herbicidas, a metais tóxicos do solo, a fungos, ao amadurecimento precoce, entre outros.

3. Existência de culturas de OGMs em ambientes hostis, no sentido de criar novas zonas de cultivo, evitando que se desgastem tanto outras.

No entanto, a mãe natureza dita as regras, e aquilo que o homem manipula e pretende controlar, contrariar, tem as suas desvantagens (6) e indiscutivelmente trará as suas consequências:

1. Impactos irreversíveis sobre a biodiversidade (6). As culturas geneticamente modificadas podem ter uma vantagem competitiva alterando os ecossistemas.
2. O lugar em que o gene é inserido não pode ser controlado completamente, o que pode causar resultados inesperados uma vez que outros genes podem ser afetados.
3. Não se sabe até que ponto os alimentos geneticamente modificados (GMs) afetam a saúde humana. A alimentação à base de OGMs é muito recente para poder garantir que não surjam problemas no futuro, visto que mesmo pequenas alterações podem produzir grande impacto ao longo de gerações.
4. Efeitos colaterais que não podem ser previstos.



De uma forma muito sucinta e simplista, inicialmente existiam 3 objetivos primordiais: a) acabar com a fome, b) tornar a agricultura mais ecológica e limpa, c) simplificar o processo produtivo. De facto só se verificou o terceiro ponto, na qual o produtor não tem de se preocupar com as ervas daninhas, visto as suas culturas serem resistentes aos herbicidas (5).

O facto é que a Natureza é utilizada como um laboratório, cujos efeitos a longo prazo não são possíveis de determinar. É sobretudo esta a razão pela qual esta a introdução de OGMs na alimentação, suscita tanta desconfiança na sociedade e pela qual garantias de segurança tão severas quanto possível são tão insistentemente exigidas, nomeadamente pela UE. Como tal, ainda serão necessários muitos estudos para avaliar o impacto que os OGM podem vir a ter no futuro (6). Atualmente, deparamo-nos com duas situações:

- Facto 1: Variedades de alimentos (milho, soja, algodão...) são geneticamente modificados para produzir uma proteína pesticida chamada toxina Bt (do *Bacillus thuringiensis*) (7), com o intuito de conferir maior resistência à planta.
- Facto 2: Os transgenes de plantações geneticamente modificadas “ingeridos” são transferidos para a flora intestinal, chegando mesmo a ser encontrados no sangue, e órgãos internos (20).

Agora, juntando os dois factos acima a um terceiro: Se o gene que cria a toxina Bt for transferido para as bactérias de nosso sistema digestivo, a nossa flora intestinal pode ser transformada numa fábrica viva de pesticida. O problema acima referido poderá ser a causa, para os inúmeros problemas apontados às culturas de OGMs, tanto nos seres vivos como no ambiente.

2 Implicações nos Seres Vivos

Inúmeros estudos em animais, detetaram riscos graves de saúde, bem como casos específicos de doença associados ao consumo de alimentos transgénicos; essas doenças vão desde a infertilidade, alterações nos níveis de insulina, doenças do sangue, lesões ao nível dos intestinos, morte fetal, tumores, e morte precoce (8-13).

No entanto, após duas décadas da comercialização de OGMs, não foram realizados testes em seres humanos, com seria de esperar. Num artigo publicado na revista *Nature Biotechnology*, Emily Waltz (15) levanta a seguinte questão: “serão as táticas prepotentes da indústria agrícola (...) que impedem a investigação pública e minam a aceitação pública do cultivo dos transgénicos?”. No mesmo artigo, 26 cientistas do setor público queixaram-se à EPA (Environmental Protection Agency) de que a indústria biotecnológica está a limitar os seus direitos de estudar as culturas transgénicas comercializadas, afirmando que “Nenhuma pesquisa verdadeiramente independente pode ser realizada legalmente, no que toca a algumas questões críticas envolvendo estas culturas [por causa das restrições impostas]”; a revista *Scientific American* concordou (16) afirmando: “as empresas de biotecnologia têm o poder de veto sobre o trabalho de pesquisadores públicos”. Em 2011, a *Science Direct* publicou um estudo (3) que documentou a existência de conflito de interesses na investigação sobre os riscos para a saúde e avaliação nutricional dos produtos geneticamente modificados.

2.1 Toxina Bt envolvida em respostas imunológicas (nomeadamente alérgicas)

A proteína Bt, encontrada em variedades de milho, apresenta seções de aminoácidos idênticos a alérgenos conhecidos (36). Ela é usada por agricultores na forma de

spray e por isso foi considerada inofensiva para o ser humano, no entanto a Toxina Bt encontrada em alguns transgênicos é mais tóxica e milhares de vezes mais concentrada do que na forma de spray, sendo responsabilizada por inúmeras respostas imunitárias significativas em humanos e outros seres vivos (37-43), (45-48).



Inúmeros relatos revelam coerência entre as reações e sintomas relacionados com sprays de Bt e aqueles relatados por trabalhadores de algodão na Índia (39, 40, 44) e nas Filipinas (50, 51). De facto pastores relataram que 25% dos seus rebanhos que pastavam em plantações de algodão Bt na Índia, morreram em 5-7 dias. Cerca de 10 mil ovelhas mortas na região manifestaram reações alérgicas (52).

As alergias à soja dispararam para 50% em Inglaterra, logo após a soja GM ter sido introduzida (25). Se a soja foi a causa, pode ser devido a vários motivos: i) Por um lado a proteína GM que torna a soja resistente ao herbicida Roundup Ready, pode ser considerada um alérgeno (25) se se considerar que a sequência dos seus aminoácidos é idêntica aos alérgenos conhecidos (26). Embora nunca tenha existido um estudo exaustivo das biomoléculas constituintes da soja GM, foram detetadas mudanças imprevisíveis no ADN (29), sendo possível que estas alterações estejam implicadas no aumento dos níveis de alérgenos na soja, sobretudo quando cozinhada (27, 28, 30). Na verdade, os sintomas identificados como problemas de digestão, fadiga crónica, dores de cabeça, letargia, problemas de pele, incluindo acne e eczema, poderão estar relacionados com a exposição ao glifosato, o ingrediente-chave no herbicida Roundup Ready (25); ii) É também possível que o produto da decomposição do glifosato, AMPA, que se acumula na soja GM, possa contribuir para as alergias (33); iii) Finalmente, a redução das enzimas pancreáticas verificada, responsáveis por suprimir determinadas proteínas, podem promover reações alérgicas (34, 35).

2.2 ADN GM está a sobreviver à digestão, e ao ser absorvido a afetar a função celular

Estudos realizados em animais demonstraram que o ADN ingerido pode viajar pelo corpo (23, 24) e influenciar a função celular. Os transgenes de plantações geneticamente modificadas ingeridos por animais foram encontrados no sangue, músculo, fígado e rins (22). O único teste publicado sobre alimentação humana com comida transgênica verificou que o material genético inserido na

soja transgênica foi transferido para o DNA do aparelho digestivo, nomeadamente no intestino (20).

2.3 Toxicidade e problemas reprodutivos

Existe evidência substancial de toxicidade e efeitos reprodutivos associados com os alimentos geneticamente modificados. A alimentação animal com soja GM, induziu espermatozóides alterados (56), mudanças significativas no desenvolvimento do embrião (57), morte fetal, entre outros (10, 58).

3 Riscos no meio Ambiente

As culturas de OGMs têm levado a um crescente uso de pesticidas. Na verdade, mais de 90% das modificações genéticas prendem-se com o aumento do uso de herbicidas e pesticidas, resultante da resistência que as ervas daninhas/infestantes desenvolveram. As empresas de biotecnologia começaram a modificar geneticamente plantas para tolerar herbicidas mais fortes, nomeadamente o ácido 2,4-D-diclorofenoxiacético (2,4-D), o ingrediente chave do “agente laranja” usado durante a guerra do Vietnam, conhecido por deixar sequelas terríveis na população daquele país e nos próprios soldados norte-americanos (17). De facto, o impacto dos pesticidas e a frequência com que estão a ser encontrados em águas subterrâneas, rios, solos, ar e até mesmo na chuva, em paralelo com as culturas geneticamente modificadas, estão a saturar o meio ambiente, traduzindo-se em repercussões e impactos diretos na saúde (18).

A indústria da biotecnologia alega que a grande maioria da população dos EUA alimenta-se de alimentos GMs, e ninguém ficou doente. No entanto a engenharia genética, aplicada às culturas alimentares, tem revelado que muitas premissas-chave de segurança estão erradas, importando ter em linha de conta que nunca existiu monitorização e que pode levar várias décadas até que seja possível identificar a implicação da alimentação/suplementação transgênica na saúde, tal como aconteceu nos anos 80, onde cerca de 100 americanos morreram e entre 5-10 mil ficaram doentes, devido a um suplemento alimentar transgênico, chamado L-tryptophan (7).

De facto, sem pesquisas e testes clínicos em humanos não podemos saber se os alimentos transgênicos são realmente responsáveis. Talvez um dia seja possível, de uma forma segura e previsível alterar culturas alimentares para o benefício da humanidade e do ambiente.

Bibliografia

1. Grupo de Portugal para análise crítica ao Acordo UE-EUA (TTIP), O que esconde a Parceria Transatlântica (ttip)?, acedido em 13 de Outubro de 2015.

2. Greenpeace Germany, Genetic Roulette: The Documented Health Risks of Genetically Engineered, Foods, Yes! Books, Fairfield, IA, 2007.
3. Diels, J. et al., Association of financial or professional conflict of interest to research outcomes on health risks or nutritional assessment studies of genetically modified products, Elsevier, Food Policy 36 (2011) 197–203.
4. <http://academicsreview.org/reviewed-content/genetic-roulette/>, acessado em 15 de Outubro
5. RTP play, Programa 1 - O 007 dos Transgênicos Cientistas portugueses lideram investigação europeia para criar um biossensor que detecta transgênicos nos alimentos, Disponível em <http://www.rtp.pt/play/p2063/e209918/ponto-departida>, acessado a 13 Outubro de 2015.
6. Living.Bio, OGM – Vantagens e Desvantagens, Fev 2009.
7. Greenpeace Brasil, Transgênicos são inseguros e têm que ser banidos, Nov 2007.
8. Finamore A, Roselli M, Britti S, et al., Intestinal and peripheral immune response to MON 810 maize ingestion in weaning and old mice, J Agric. Food Chem. 2008; 56(23):11533-11539.
9. Malatesta M, Boraldi F, Annovi G, et al., A long-term study on female mice fed on a genetically modified soybean: effects on liver ageing. Histochem Cell Biol. 2008; 130:967-977.
10. Velimirov A, Binter C, Zentek J., Biological effects of transgenic maize NK603xMON810 fed in long term reproduction studies in mice, Report-Federal Ministry of Health, Family and Youth. 2008.
11. Ewen S, Pustzai A., Effects of diets containing genetically modified potatoes expressing Galanthus nivalis lectin on rat small intestine. Lancet. 354:1353-1354.
12. Kilic A, Aday M., A three generational study with genetically modified Bt corn in rats: biochemical and histopathological investigation, Food Chem. Toxicol. 2008; 46(3):1164-1170.
13. Kroghsbo S, Madsen C, Poulsen M, et al., Immunotoxicological studies of genetically modified rice expression PHA-E lectin or Bt toxin in Wistar rats, Toxicology. 2008; 245:24-34.
14. Parlamento Europeu- atualidade, Seis coisas que deve saber sobre os organismos geneticamente modificados, Out 2015.
15. Emily, W., BATTLEFIELD- Papers suggesting that biotech crops might harm the environment attract a hail of abuse from other scientists. Emily Waltz asks if the critics fight fair, NATURE Vol 461, Sep 2009.
16. 8 Scientific American, Do Seed Companies Control GM Crop Research, Jul 2009.
17. <http://www.consciencia.net/2005/mes/06/vietnaeua-impunidade.html>, acessado em 28 Outubro 2015.
18. <http://gmo-awareness.com/resources/glyphosate/>, acessado em 29 Outubro.
19. Gillam, C., Pesticide use ramping up as GMO crop technology backfires: study, Reuters– Science, 2012.
20. Scientific Committee on Plants, Opinion of the Scientific Committee on Plants Regarding the Genetically Modified, Glufosinate-Tolerant Rape Notified by the Agrevo Company, Fev 1998.
21. Zhang, L. et al., Exogenous plant MIR168a specifically targets mammalian LDLRAP1: evidence of cross-kingdom regulation by microRNA, Cell Research, (2012): 107–126
22. Foss, A.S. Growing fatter on a GM diet, Science Nordic, 2012.
23. Garber, L., GM wheat may permanently alter human genome, spark early death, Out 2012.
24. Sposák, S., et al., Complete Genes May Pass from Food to Human Blood, Pone Journal, 2013.
25. Townsend, M. Why soya is a hidden destroyer. Daily Express, Mar 12, 1999.
26. Kleter, G.A. & Peijnenburg, A.A.C.M. Screening of transgenic proteins expressed in transgenic food crops for the presence of short amino acid sequences identical to potential, IgE-binding linear epitopes of allergens. BMC Struct. Biol. 2 (2002): 8–19.
27. Padgett, S.R. et al. The composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. J. of Nutrition 126, no. 4 (1996).
28. Pusztai, A. & Bardocz, S. GMO in animal nutrition: potential benefits and risks. Ch. 17, Biology of Nutrition in Growing Animals (Elsevier, 2005).
29. Windels, P. et al. Characterisation of the roundup ready soybean insert. Eur. Food Res. Technol. 213 (2001): 107–112.
30. Rang, A. et al., Detection of RNA variants transcribed from the transgene in roundup ready soybean, Eur. Food Res. Technol. 220 (2005): 438–443.
31. 23. Benbrook, C., Genetically engineered crops and pesticide use in the United States: The First Nine Years, Oct 2004.
32. Cox, C., Herbicide fact sheet: glyphosate, J. of Pest. Reform 24, no. 4, 2004.
33. Duke, S.O. et al., Isoflavone, Glyphosate and aminomethylphosphonic acid levels in seeds of glyphosate-treated, glyphosateresistant soybean, J. Agric. Food Chem. 51 (2003): 340–344.
34. Sandermann, H. Plant biotechnology: ecological case studies on herbicide resistance. Trends in Plant Sci. 11, no. 7 (Jul 2006): 324–328.
35. 27. Malatesta, M. et al., Ultrastructural analysis of pancreatic acinar cells from mice fed on genetically modified soybean, J. of Anat. 201, no. 5 (Nov 2002): 409.
36. Malatesta, M. et al., Fine structural analyses of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on GM soybean, Eur. J. Histochem. 47 (2003): 385–388.
37. Gendel, The use of amino acid sequence alignments to assess potential allergenicity of proteins used in genetically modified foods, Advan. in Food and Nutrition Research 42 (1998): 45–62.
38. Dutton, A. et al., Uptake of Bt-toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for

the predator *Chrysoperia carnea*, *Ecol. Entomology* 27 (2002): 441–7.

39. Romeis, J., Dutton, A., & Bigler, F., *Bacillus thuringiensis* toxin (Cry1Ab) has no direct effect on larvae of the green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens), *J. of Insect Phys.* 50, no. 2–3 (2004): 175–183.

40. Washington State Dept. of Health, Report of health surveillance activities: asian gypsy moth control program, Washington State Dept. of Health, Olympia, WA, 1993.

41. Green, M. et al., Public health implications of the microbial pesticide *Bacillus thuringiensis*: an epidemiological study, *Amer. J. Public Health* 80, no. 7 (1990): 848–852.

42. Noble, M.A., Riben, P.D., & Cook, G.J., Microbiological and epidemiological surveillance program to monitor the health effects of Foray 48B BTK spray, Ministry of Forests, Vancouver, B.C., Sept 30, 1992.

43. Swadener, C., *Bacillus thuringiensis*, *J. of Pest. Reform* 14, no. 3 (Fall 1994).

44. Samples, J.R. & Buettner, H., Ocular infection caused by a biological insecticide, *J. Infectious Dis.* 148, no. 3 (1983): 614.

45. Gupta, A. et al., Impact of Bt cotton on farmers' health, Investigation Report, Oct–Dec 2005.

46. Vazquez et al. Intra-gastric and Intra-peritoneal Administration of Cry1Ac protoxin from *Bacillus thuringiensis* induces systemic and mucosal antibody responses in mice. *Life Sci.* 64, no. 21 (1999): 1897–1912.

47. Vazquez et al., Characterization of the mucosal and systemic immune response induced by Cry1Ac protein from *Bacillus thuringiensis* HD 73 in mice, *Brazilian J. of Med. and Biol. Research* 33 (2000): 147–155.

48. Vazquez et al., *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac protoxin is a potent systemic and mucosal adjuvant. *Scandinavian J. of Immunology* 49 (1999): 578–584.

49. Freese, B. The StarLink affair. Submission by Friends of the Earth to the FIFRA scientific advisory panel considering assessment of additional scientific information concerning StarLink corn (Jul 17–19, 2001).

50. Smith, J.M., Bt-maize (corn) during pollination, may trigger disease in people living near the cornfield, Press release, Feb 2004.

51. Ho, M., GM ban long overdue, dozens ill & five deaths in the Philippines, ISIS press release, Jun 2006.

52. Pradesh, A., Mortality in sheep flocks after grazing on Bt cotton fields—Warangal district, Apr 2006.

53. Seralini, G., Cellier, D., & Spiroux de Vendomois, J., New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity, *J.*

archives of Env. Contam. and Toxicology (Springer, New York).

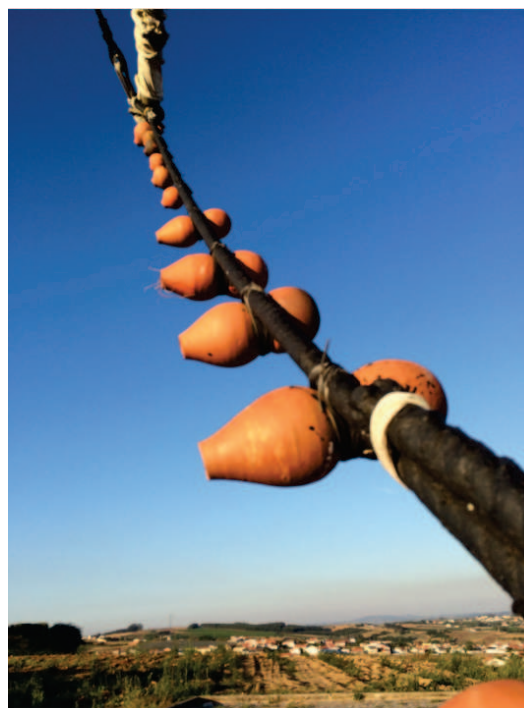
54. Strodthoff, H. & Then, C., Is GM maize responsible for deaths of cows in Hesse?, Greenpeace, Germany, Dec 2003.

55. Malatesta, M. et al., Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean, *Cell Struct. Funct.* 27 (2002): 173–180.

56. Vecchio, L. et al., Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean, *Eur. J. of Histochem.* 48, no. 4 (Oct–Dec 2004): 449–454.

57. Oliveri et al., Temporary depression of transcription in mouse pre-implantation embryos from mice fed on genetically modified soybean, 48th Symposium of the Society for Histochemistry, Lake Maggiore, Italy, (2006) 7–10.

58. Ermakova, I., Genetically modified soy leads to the decrease of weight and high mortality of rat pups of the first generation. Preliminary studies. *Ecosinform* 1 (2006): 4–9.



Wind mill, Pinhoa - Portugal