

Uso de sementes geneticamente modificadas e agrotóxicos no Brasil: cultivando perigos

Use of genetically modified crops and pesticides in Brazil: growing hazards

Vicente Eduardo Soares de Almeida ¹

Karen Friedrich ²

Alan Freihof Tygel ³

Leonardo Melgarejo ⁴

Fernando Ferreira Carneiro ⁵

Abstract *Genetically modified (GM) crops were officially authorized in Brazil in 2003. In this documentary study, we aimed to identify possible changes in the patterns of pesticide use after the adoption of this technology over a span of 13 years (2000 to 2012). The following variables were analyzed: Pesticide use (kg), Pesticide use per capita (kg/inhab), Pesticide and herbicide use per area (kg/ha) and productivity (kg/ha). Contrary to the initial expectations of decreasing pesticide use following the adoption of GM crops, overall pesticide use in Brazil increased 1.6-fold between the years 2000 and 2012. During the same period, pesticide use for soybean increased 3-fold. This study shows that the adoption of GM crops in Brazil has led to an increase in pesticide use with possible increases in environmental and human exposure and associated negative impacts.*

Key words *Pesticide, Herbicide, Soybean, Environmental health*

Resumo *Culturas geneticamente modificadas (GM) foram oficialmente autorizadas no Brasil em 2003. O presente estudo documental buscou identificar possíveis alterações no padrão de uso de agrotóxicos a partir da adoção dessa tecnologia, considerando um período de 13 anos (2000 a 2012). Foram avaliadas as variáveis: uso de agrotóxicos (kg), uso de agrotóxicos per capita (kg/habitante), uso de agrotóxicos e uso de herbicidas por área plantada (kg/ha) e produtividade (kg/ha). Contrariando as expectativas iniciais de diminuição do uso de agrotóxicos após a introdução de culturas GM, observou-se que o uso total de agrotóxicos no Brasil aumentou 1,6 vezes entre os anos de 2000 e 2012. No mesmo período, destacou-se o uso de agrotóxicos na cultura de soja, aumentando em mais de 3 vezes. As análises estatísticas reforçam baixa correlação entre o consumo de agrotóxicos e herbicidas e a produtividade da soja. Sugere-se que a introdução de culturas GM levou ao aumento no uso de agrotóxicos, com a possibilidade de aumento da exposição humana e ambiental e, conseqüentemente, aos impactos negativos associados a essas substâncias.*

Palavras-chave *Agrotóxicos, Herbicidas, Soja, Saúde e ambiente*

¹ Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rodovia Brasília/Anápolis BR 060 Km 09, Gama. 70359-970 Brasília DF Brasil. vicentalmeida@gmail.com

² Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz. Rio de Janeiro RJ Brasil.

³ Campanha Permanente Contra os Agrotóxicos e Pela Vida. São Paulo SP Brasil.

⁴ Associação Brasileira de Agroecologia. Porto Alegre RS Brasil.

⁵ Fiocruz Ceará. Fortaleza CE Brasil.

Introdução

A posição do Brasil como um dos maiores produtores mundiais de *commodities* agrícolas está associada ao aumento no consumo de insumos, em que os agrotóxicos ocuparam, somente no ano de 2014, um mercado de US\$12.2 bilhões¹. Entre 2000 e 2012, o aumento foi mais que o dobro no uso desses químicos por unidade de área². Esse fato é preocupante, uma vez que os impactos sobre o meio ambiente e a saúde humana causados pelos agrotóxicos têm sido extensivamente documentados tanto por organizações internacionais como na literatura científica³⁻⁷.

Diversos estudos apontam a associação direta entre o consumo global de agrotóxicos e o uso de culturas geneticamente modificadas (GM) resistentes a herbicidas^{8,9}.

Nos Estados Unidos, Benbrook¹⁰ revelou que entre 1996 e 2011, o uso de culturas GM levou a um aumento de 183.000 toneladas de agrotóxicos, o equivalente a 7% do total de agrotóxicos utilizados em todas as culturas. Entre 1995 e 2002, o uso do herbicida glifosato na produção de soja aumentou de 2.500 para 30.000 toneladas por ano⁸. Durante o processo de liberação de culturas GM resistentes ao herbicida 2,4-D, estimou-se que haveria um aumento de 3 a 7 vezes no consumo deste agrotóxico¹¹.

Inicialmente, as culturas GM foram introduzidas no Brasil de forma ilegal, no final da década de 1990, sendo autorizada sua comercialização somente em 2003¹². Cinco tipos de culturas GM estão autorizadas, mas somente três estão efetivamente em uso: soja, milho e algodão. Embora a manipulação genética possa ter aplicações mais amplas, como o desenvolvimento de medicamentos e alimentos biofortificados, as culturas GM em uso no Brasil atualmente, são basicamente de três tipos: resistentes a herbicidas, resistentes a insetos, ou ambos^{13,14}. Em 2014, quando as vendas de agrotóxicos foram mais elevadas, as áreas cultivadas com culturas GM alcançaram 42,2 milhões de hectares, um aumento de 1306,67% comparado aos 3 milhões de hectares registrados em 2003¹⁵.

Nesse cenário, este artigo tem como objetivo identificar e caracterizar mudanças nos padrões de uso de agrotóxicos e herbicidas após a adoção de culturas GM no Brasil.

A ênfase na cultura de soja, a principal *commodity* produzida no país, justifica-se por se tratar de 90% transgênica de acordo com o ISAAA¹⁵. O estudo abrangeu o período de 2000 a 2012,

que corresponde aos dados estatísticos de consumo de agrotóxicos mais recentes fornecidos pela publicação *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)¹⁶. Esse recorte no tempo compreende o período antes e após a adoção de soja milho e algodão GM, permitindo a análise do impacto da adoção das culturas GM sobre a demanda de agrotóxicos.

Métodos

Este estudo consiste de uma pesquisa documental com base no levantamento e na análise de dados secundários sob a abordagem da epidemiologia crítica^{17,18}. O trabalho foi desenvolvido através da sistematização, tabulação e tratamento estatístico de dados agronômicos e demográficos do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG) e IBGE.

Inicialmente calculou-se o crescimento acumulado (Δ) e a taxa de crescimento anual composto (TCAC) dos indicadores selecionados para esse estudo: *uso total de agrotóxicos*, *uso de agrotóxicos per capita*, *uso de agrotóxicos ou herbicidas por unidade de área*, *uso de agrotóxicos ou de herbicidas por cultura*, *produtividade por hectare* e *crescimento populacional* no mesmo período. Δ e TCAC foram calculados como descrito abaixo:

$$(1) \Delta = (V_f / V_i) - 1 \quad e$$

$$(2) TCAC = (V_f / V_i)^{1/T} - 1,$$

onde V_f e V_i representam, respectivamente, os valores finais e iniciais do período analisado e T a diferença em anos entre os valores finais e iniciais.

Em seguida foi realizada a análise de correlação linear entre *uso anual de agrotóxicos* ou *uso de herbicidas por área* e *produtividade* de cada cultura GM (soja, milho e algodão) no período de 2000 a 2012. O coeficiente de correlação de Pearson (r) foi utilizado para determinar a correlação entre as variáveis: *uso de agrotóxicos por área* (variável independente) e *produtividade* (variável dependente). O coeficiente de determinação (R^2) foi utilizado para determinar a proporção de variação na *produtividade* esperada a partir do *uso de agrotóxicos por área*.

Por fim, análises mais específicas foram realizadas, como mudanças no padrão de *uso de herbicida* e ganhos de *produtividade*, voltadas para a cultura de soja. Isso porque a soja GM resistente a herbicida foi a primeira cultura transgênica oficialmente introduzida no Brasil em 2003.

Resultados e Discussão

Durante o período investigado, a quantidade (t) de produtos agrotóxicos formulados usados no Brasil aumentou mais de 2 vezes. A Tabela 1 mostra que o crescimento acumulado (Δ) do uso de agrotóxicos foi mais que 3 vezes maior que o aumento de produtividade e mais de 10 vezes maior que o crescimento populacional para o mesmo período. Anualmente, o uso de agrotóxicos per capita aumentou 7%, enquanto a produtividade aumentou apenas 3,5%.

A Tabela 2 apresenta os dados para as culturas de soja, milho e algodão no Brasil para o período analisado. Houve um aumento de mais de 3 vezes no uso de agrotóxicos na cultura de soja ao longo do período analisado (Tabela 2), enquanto o aumento total no uso de agrotóxicos aumentou 1,6 vezes (Tabela 1). Ademais, o coeficiente de determinação (R^2) calculado para o uso de agrotóxicos e produtividade da soja foi 22,73% (Tabela 2) e para uso de herbicidas e produtividade, ambos para soja, foi de 17,82% (Figura 1). A Figura 2 mostra um repentino aumento no uso de herbicidas para a cultura de soja no ano 2003, quando a variedade GM foi autorizada no Brasil. O uso de herbicidas em milho e algodão também aumentou, mas de forma menos pronunciada.

A Figura 3 destaca o uso de herbicida por área (kg/ha) e a produção de soja (kg) por kg de herbicida usado. Entre 2000 e 2002, o uso de herbicida por área diminuiu 9%, e a produção de soja por kg de herbicida usado aumentou 18%. No entanto, a partir de 2003 até 2012 o uso de herbicidas por unidade de área cresceu 64%, enquanto que a produtividade da soja por kg de herbicida usado diminuiu 43%. Essa realidade demonstra que, para cada tonelada de herbicida utilizada na cultura de soja a partir de 2003 (com a liberação

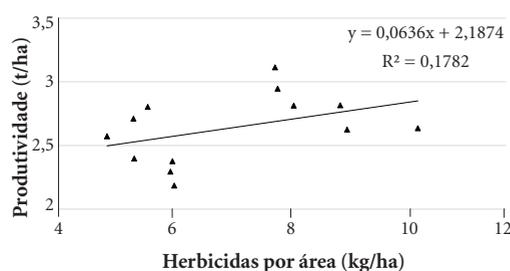


Figura 1. Uso de herbicidas por área (kg/ha) e produtividade de soja (t/ha) no Brasil entre 2000 e 2012.

Tabela 1. Crescimento cumulativo (Δ) e taxa de crescimento anual composto (TCAC) do uso de agrotóxicos, produtividade agrícola e população no Brasil entre 2000 e 2012.

Indicadores	2000	2012	Δ	TCAC
Uso total de agrotóxicos (t)	313.824	823.226	162,32%	8,37%
Uso de agrotóxicos per capita (kg/habitantes)	1,89	4,24	124,67%	6,98%
Uso de agrotóxicos por área (kg/ha)	6,09	15,97	90,31%	8,37%
Produtividade (kg/ha)	9,70	14,62	50,71%	3,48%
Populaçãobrasileira (habitantes)	166.112.518	193.946.886	16,76%	1,30%

$\Delta = (V_f / V_i) - 1$; e $TCAC = (V_f / V_i)^{1/T} - 1$, onde V_f e V_i representam os valores finais e iniciais do período analisado, e T, a diferença de anos entre V_f e V_i .

Tabela 2. Padrão de consumo de agrotóxicos por cultura e área e produtividade das principais culturas geneticamente modificadas (GM) no Brasil entre 2000 e 2012.

Cultura	Participação	Δ Uso de agrotóxico por cultura	Δ Uso de agrotóxico por área (a)	Δ Produtividade (b)	r	R^2	(a)/(b)
Soja	44,31%	310,71%	124,15%	9,50%	0,48	22,73%	13,07
Milho	13,07%	137,81%	99,65%	84,61%	0,82	67,71%	1,18
Algodão	7,41%	155,78%	46,22%	41,53%	0,64	41,34%	1,11

Participação é a média da porcentagem de uso de agrotóxicos por cultura com relação ao volume total de agrotóxicos utilizados/consumidos no período estudado (2000-2012). Produtividade representa o volume de produção agrícola por hectare. $\Delta = (V_f / V_i) - 1$; e $TCAC = (V_f / V_i)^{1/T} - 1$, onde V_f e V_i representam os valores finais e iniciais do período analisado, e T, a diferença em anos entre V_f e V_i . O coeficiente de correlação de Pearson's (r) e o coeficiente de determinação (R^2) foram utilizados para avaliar a relação entre produtividade e o uso de agrotóxicos por área.

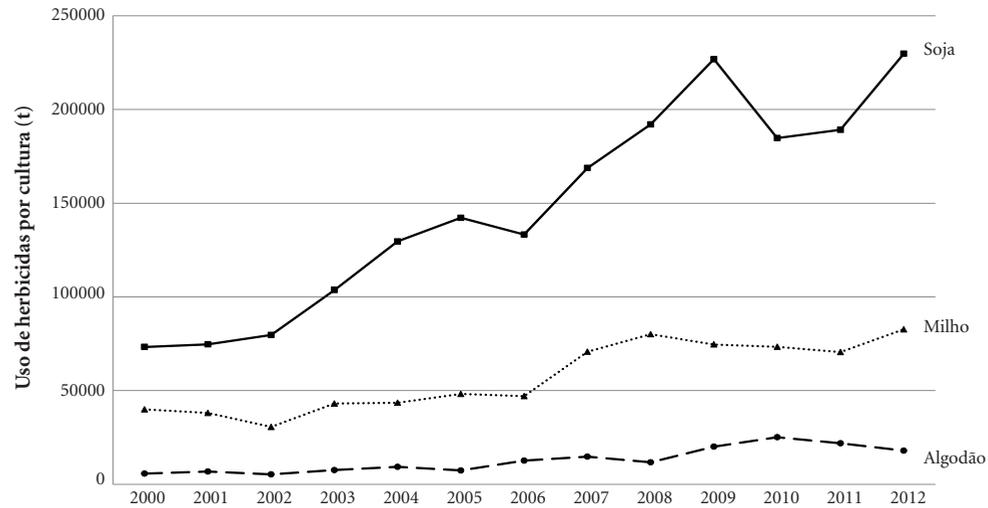


Figure 2. Evolução do uso de herbicidas (t) em soja (■), milho (▲) e algodão (●) no Brasil entre 2000 e 2012.

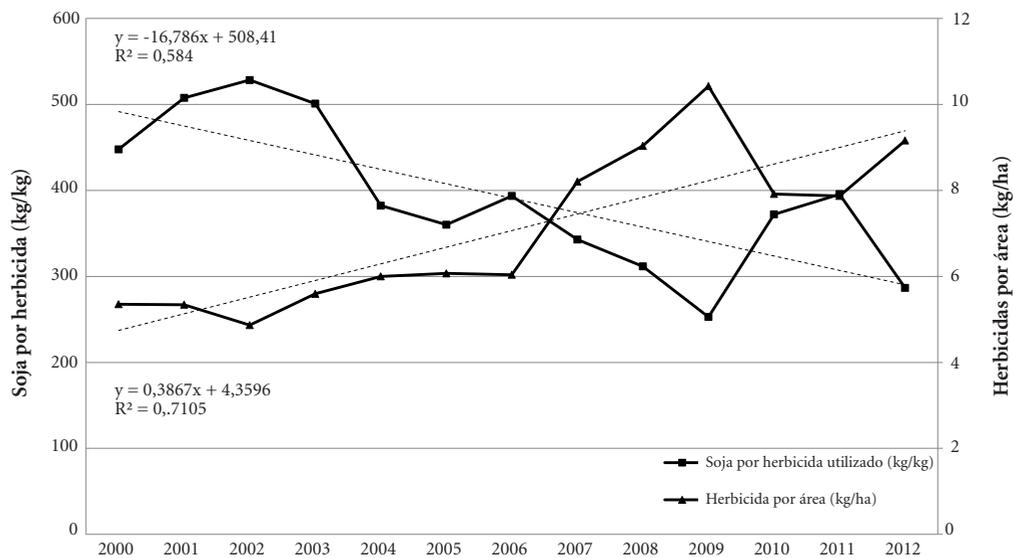


Figure 3. Evolução do uso de herbicidas (kg/ha) e de soja produzida por volume de herbicida utilizado (kg/kg) no Brasil. Linhas tracejadas mostram a tendência linear para a produção de *soja por herbicida* (■) e *herbicida por área* (▲).

da soja transgênica), observou-se uma redução de 16,79 toneladas na produção de soja (Figura 3).

O crescimento acumulado do *uso total de agrotóxicos* no Brasil foi maior que a *produtividade agrícola* geral entre 2000 e 2012. Os dados

mostram um aumento de 3,2 pontos percentuais (pp) no uso de agrotóxicos e de 1,78 pp no uso de agrotóxicos por área, mas apenas 1pp de aumento na produtividade no mesmo período (Tabela 1). O crescimento no *uso de* agrotóxicos ob-

servado não foi acompanhado pelo aumento na área cultivada ou pelo crescimento da população brasileira na mesma proporção. Esses achados contradizem alguns estudos^{15,19} que previam que a introdução de culturas GM reduziria o uso de agrotóxicos.

Uma análise mais detalhada do indicador *uso de agrotóxicos por cultura* mostrou que somente três, soja, milho e algodão, concentraram 65% do total de agrotóxico utilizado, enquanto a soja, predominante entre as GM, contribuiu para 71% desse volume.

É possível observar ainda que a soja apresenta o maior aumento no *uso de agrotóxicos por área cultivada* e o menor ganho em *produtividade* (Tabela 2). O indicador *uso de agrotóxicos por área* indica que o aumento de 1 pp na produtividade de soja demandou o aumento de 13 pp no uso de agrotóxicos, enquanto que para as culturas de milho e algodão, a proporção foi de aproximadamente 1:1 (Tabela 2). Esses dados sugerem que a modificação genética na cultura de soja não está associada ao crescimento na produtividade, além de contribuir para o aumento no uso de agrotóxicos.

Uma explicação para esses resultados é que a maioria das culturas GM não foi desenvolvida para aumentar a produtividade ou a adaptação edafoclimática, mas para serem resistentes aos herbicidas. Outros estudos demonstraram que alterações nos padrões de uso de herbicida, como o aumento de glifosato (kg/ha) usado, estava associado à adoção da soja GM^{14,20,21}. Um estudo realizado nos Estados Unidos entre 1990 e 2002 também mostrou um aumento no uso de glifosato quando a soja GM foi autorizada no país (1996)⁸. Essas mudanças não foram observadas para as culturas de milho e algodão, possivelmente pelo fato das variantes GM dessas culturas terem sido comercializadas nos Estados Unidos no final do período investigado, assim como mostrado no presente estudo.

Diversos fatores associados ao cultivo das culturas GM resistentes a herbicidas podem contribuir para o aumento do uso de agrotóxicos e perdas na produtividade, tais como vulnerabilidade biológica, resistência de plantas daninhas, diminuição da fertilidade do solo^{14,21-30}.

Algumas abordagens alternativas também vêm sendo consideradas, como aumento do uso de diferentes herbicidas e o desenvolvimento de

culturas resistentes a outros herbicidas^{31,32}. Entretanto, essas alternativas também se mostram preocupantes por conta dos graves efeitos tóxicos para seres humanos e o meio ambiente que podem ser causados por misturas de diferentes herbicidas^{33,34}. É digno de nota que os dois herbicidas mais usados no Brasil² – glifosato e 2,4-D – foram recentemente classificados como provável e possível carcinógeno, respectivamente, pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC).

Os resultados obtidos no presente estudo estão em concordância com os de pesquisas similares realizados nos Estados Unidos, Argentina e outros países^{9,10,35,36}. Os achados de todos esses estudos sugerem fortemente que a adoção de culturas GM aumentou o uso de agrotóxicos, especialmente herbicidas aplicados na soja, como demonstrado na presente pesquisa sobre o Brasil. Estudos ecológicos realizados no Brasil mostraram a correlação entre o cultivo de soja (toneladas) e a mortalidade por câncer de próstata, e uso de agrotóxicos associados a distúrbios endócrinos^{37,38}. Como vem sendo abordado em outras publicações, dados de uso de agrotóxicos e culturas GM podem ser utilizados como indicadores de exposição humana e ambiental a graves danos e deveriam subsidiar iniciativas públicas de prevenção e mitigação³⁹.

Este estudo sugere que culturas GM contribuíram para o aumento do uso de agrotóxicos no Brasil e, conseqüentemente, da exposição humana e ambiental a essas substâncias químicas potencialmente perigosas. Portanto, o aumento no uso de agrotóxicos também deve ser levado em conta durante o processo de autorização de culturas GM. Como demonstrado, o uso de agrotóxicos na produção de soja aumentou no período analisado, especialmente após a introdução de sementes GM em 2003. O uso de agrotóxicos por área também aumentou significativamente, indicando uma possível dependência química dessas culturas e descartando a hipótese que culturas GM reduziriam o consumo. Outro aspecto relevante para a soja é que esse aumento não contribuiu positivamente para um aumento na produtividade média. É digno de nota ainda que os dados sobre o uso de agrotóxicos podem servir como indicadores para dar suporte a ações de vigilância como monitoramento de seus resíduos em solo, água e alimentos e aprimorar medidas de diagnóstico e tratamento das intoxicações.

Colaboradores

VES Almeida trabalhou na concepção e desenho do estudo; e VES Almeida, K Friedrich, AF Tygel, L Melgarejo e FF Carneiro trabalharam igualmente na análise e interpretação dos dados e elaboração e revisão do manuscrito.

Agradecimentos

A Mathew English (Universidade de Bonn) pela versão em inglês e Antônio da Silva Matos (Observatório Saúde do Campo, Floresta e Águas) e João Paulo Matos Pessoa (Universidade Federal do Ceará) pelo suporte e organização dos dados.

Referências

1. Sindiveg. Balanço 2015: Setor de agroquímicos confirma queda de vendas. Press release. São Paulo: Sindiveg; 2016. [cited 2016 Jun 6]. Available from: <http://dados.contraosagrototoxicos.org/group/comercializacao>
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável Brasil 2015*. Rio de Janeiro: IBGE; 2015. [cited 2016 Jun 6]. Available from: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default_2015.shtm
3. González-Alzaga B, Lacasa M, Aguilar-Gardu C, Rodríguez-Barranco M, Ballester F, Rebagliato M, Hernández AF. A systematic review of neurodevelopmental effects of prenatal and postnatal organophosphate pesticide exposure. *Toxicol Lett* 2014; 230(2):104-121.
4. World Health Organization (WHO), International Agency for Research on Cancer (IARC). *Volume 112: evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides*. Lyon: IARC, WHO; 2015. [cited 2016 Jun 6]. Available from: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/index.php>
5. Mascarelli A. Growing up with pesticides. *Science* 2013; 341(6147):740-741.
6. Mesnage R, Defarge N, Vendomois JS, Seralini GE. Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. *Food Chem Toxicol* 2015; 84:133-153
7. Schmitz J, Hahn M, Bruhl CA. Agrochemicals in field margins – An experimental field study to assess the impacts of pesticides and fertilizers on a natural plant community. *Agric Ecosyst Environ* 2014; 193:60-69.
8. Young BG. Changes in herbicide use patterns and production practices resulting from glyphosate-resistant crops. *Weed Technol* 2006; 20(2):301-307.
9. Peshin R, Zhang W. Integrated Pest Management and Pesticide Use. In: Pimentel D, Peshin R, editors. *Integrated Pest Management*. Amsterdam: Springer; 2014. p. 1-46.
10. Benbrook CM. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. – the first sixteen years. *Env Sci Eur* 2012; 24:24.
11. United States Department of Agriculture (USDA). Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS). *Dow AgroSciences Petitions (09-233-01p, 09-349-01p, and 11-234-01p) for Determinations of Nonregulated Status for 2,4-D-Resistant Corn and Soybean Varieties—Draft Environmental Impact Statement*. Washington: USDA/APHIS; 2013. [cited 2016 Jun 6]. Available from: https://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/24d_deis.pdf
12. Brasil. Lei nº 10.688, de 13 de junho de 2003. Estabelece normas para a comercialização da produção de soja da safra de 2003 e dá outras providências. *Diário Oficial da União* 2003; 16 jun.
13. Acosta O, Chaparro A. Genetically modified food crops and public health. *Acta bio Colomb* 2008; 3:13.
14. National Research Council (NRC). *Impact of Genetically Engineered Crops on Farm Sustainability in the United States*. Washington: The National Academic Press; 2010.

15. International Service for the Acquisition of Agri-Bio-tech Applications (ISAAA). *Global status of Commercialized biotech/GM Crops*. 2014. [cited 2016 Jun 6]. Available from: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/44/executivesummary/default.asp>
16. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável Brasil 2015*. Rio de Janeiro: IBGE; 2015. [cited 2016 Jun 6]. Available from: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default_2015.shtm
17. GIL AC. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6ª ed. São Paulo: Atlas; 2008.
18. Breilh J. *Epidemiologia Crítica; ciência emancipatória e interculturalidade*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2006.
19. Huang J, Hu R, Rozelle S, Pray C. Insect-Resistant GM Rice in Farmers' Fields: Assessing Productivity and Health Effects in China. *Science* 2005; 308(5722):688-690.
20. United States Department of Agriculture (USDA). National Agriculture Statistics Service (NASS). *Agricultural Chemical Use Database*. Washington: USDA-NASS; 2008. [cited 2016 Jun 6]. Available from: www.pest-management.info/nass
21. Johnson WG, Davis VM, Kruger GR, Weller SC. Influence of glyphosate-resistant cropping systems on weed species shifts and glyphosate-resistant weed populations. *Europe J Agron* 2009; 31(3):162-172.
22. Cerdeira AL, Gazziero DL, Duke SO, Matallo MB. Agricultural impacts of glyphosate-resistant soybean cultivation in South America. *J Agric FoodChem* 2011; 59(11):799-807.
23. Shaner DL, Lindenmeyer RB, Ostlie MH. What have the mechanisms of resistance to glyphosate taught us? *PestManag. Sci* 2012; 68(1):3-9.
24. Service RF. When weed killers stop killing. *Science* 2013. 341: 1329.
25. Ismail B, Kader A, Omar O. Effects of Glyphosate on Cellulose Decomposition in Two Soils. *Folia Microbiol* 1995; 40(5):499-502.
26. King C, Purcell L, Vories E. Plant growth and nitrogenase activity of glyphosate-tolerant soybean in response to foliar glyphosate applications. *Agronomy Journal* 2001; 93(1):179-186.
27. Zablotowicz R, Reddy K. Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. *Crop Prot* 2007; 26(3):370-376.
28. Kremer R, Means N. Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms. *Eur J Agronomy* 2009; 31(3):153-161.
29. Zobiolo L, Oliveira R, Visentainer J, Kremer R, Bellaloui N, Yamada T. Glyphosate affects seed composition in glyphosate-resistant soybean. *J. Agric. Food Chem* 2010; 58(7):4517-4522.
30. Zobiolo L, Kremer R, Oliveira R, Constantim J. Glyphosate affects microorganisms in rhizospheres of glyphosate-resistant soybeans. *Journal App. Microb.* 2011; 110(1):118-127.
31. Hungria M, Nakatani AS, Souza RA, Sei FB, de Oliveira Chueire LM, Arias CA. Impact of the ahas transgene for herbicides resistance on biological nitrogen fixation and yield of soybean. *Transgenic Res* 2015; 24(1):155-165.
32. Pandolfo CE, Presotto A, Carbonell FT, Ureta S, Poverene M, Cantamutto M. Transgenic glyphosate-resistant oilseed rape (*Brassica napus*) as an invasive weed in Argentina: detection, characterization, and control alternatives. *Environ Sci Pollut Res Int* 2016; 23(23):24081-24091.
33. Braun JM, Gennings C, Hauser R, Webster TF. What Can Epidemiological Studies Tell Us about the Impact of Chemical Mixtures on Human Health? *Environ Health Perspect* 2016; 124(1):A6-9.
34. Carlin DJ, Rider CV, Woychik R, Birnbaum LS. Unraveling the health effects of environmental mixtures: an NIEHS priority. *Environ Health Perspect* 2013; 121:A6-8.
35. Pengue W. Transgenic Crops in Argentina: The Ecological and Social Debt. *Bull. Sci. Technol Soc* 2005; 25(4):314-322.
36. Landrigan PJ, Benbrook C. GMOs, Herbicides, and Public Health. *N Engl J Med* 2015; 373(8):693-695.
37. Koifman K, Koifman RJ, Meyer A. Human reproductive system disturbances and pesticide exposure in Brazil. *Cad Saude Publica* 2002; 18(2):435-445.
38. Silva JFS, Silva AMC, Lima-Luz L, Aydos RD, Mattos IE. Correlação entre produção agrícola, variáveis clínicas-demográficas e câncer de próstata: um estudo ecológico. *Cien Saude Colet* 2015; 20(9):2805-2812.
39. Pignati W, Oliveira NP, Silva AMC. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. *Cien Saude Colet* 2014; 19(12):4669-4678.

Artigo apresentado em 30/05/2017

Aprovado em 26/06/2017

Versão final apresentada em 13/07/2017

