



FÓRUM INTERNACIONAL  
INOVAÇÃO PARA  
SUSTENTABILIDADE  
NA AGRICULTURA

# Brasil: informando corretamente sobre o uso e os riscos dos defensivos agrícolas

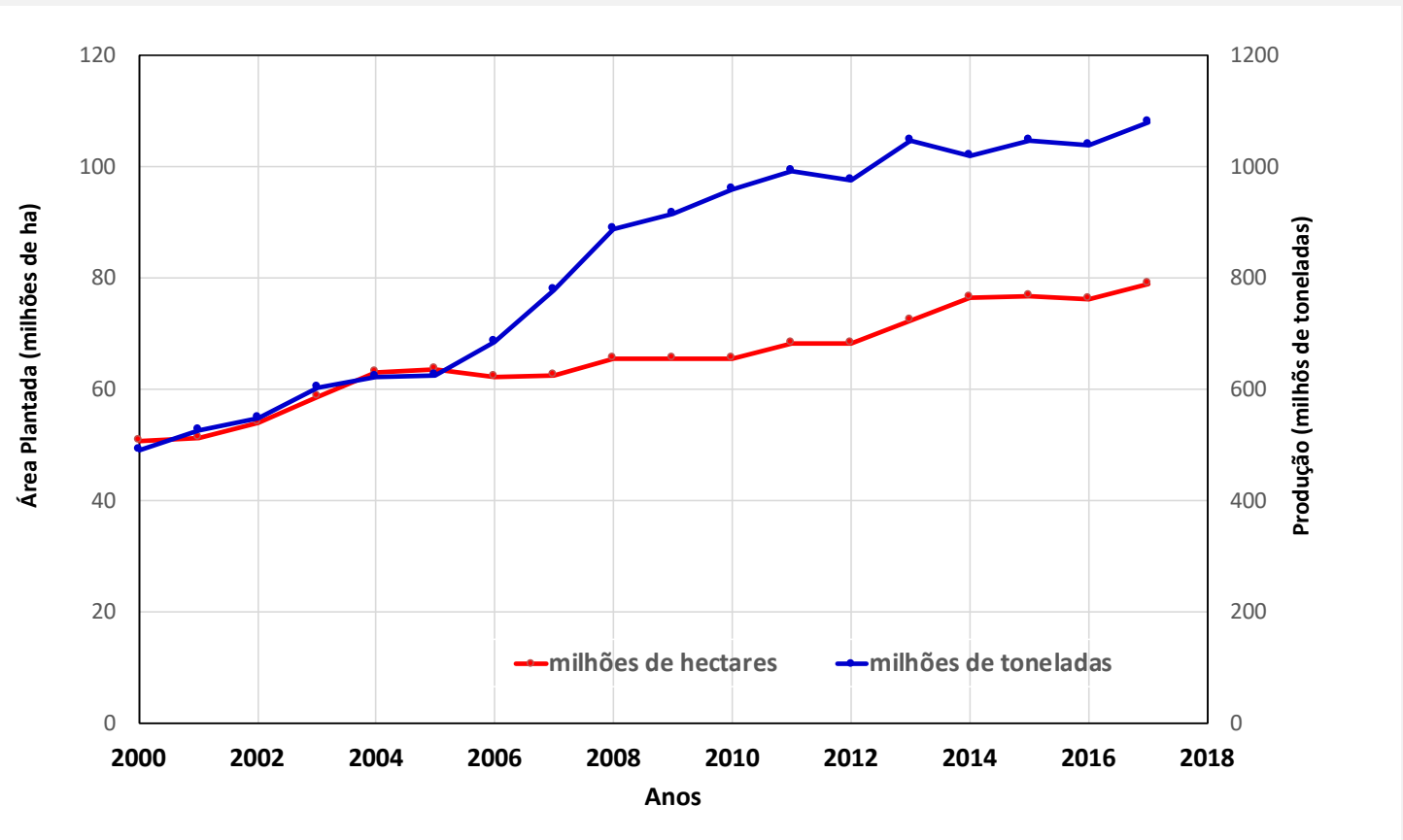
Prof. Dr. Caio A. Carbonari,  
UNESP/Botucatu





## Eficiência no uso da terra

Sustentabilidade





Sustentabilidade



**Plantio direto**  
*32 milhões de hectares*

Fonte: IBGE, 2017 adaptado por Fuentes Llanillo, R.;  
Soares Jr., D. & Telles, T. S., 2018.



Sustentabilidade



**Cultivo mínimo**  
**Área florestal – 7,8 milhões**  
**de hectares**

Dados do Relatório Iba 2018 –  
Ano-base 2017

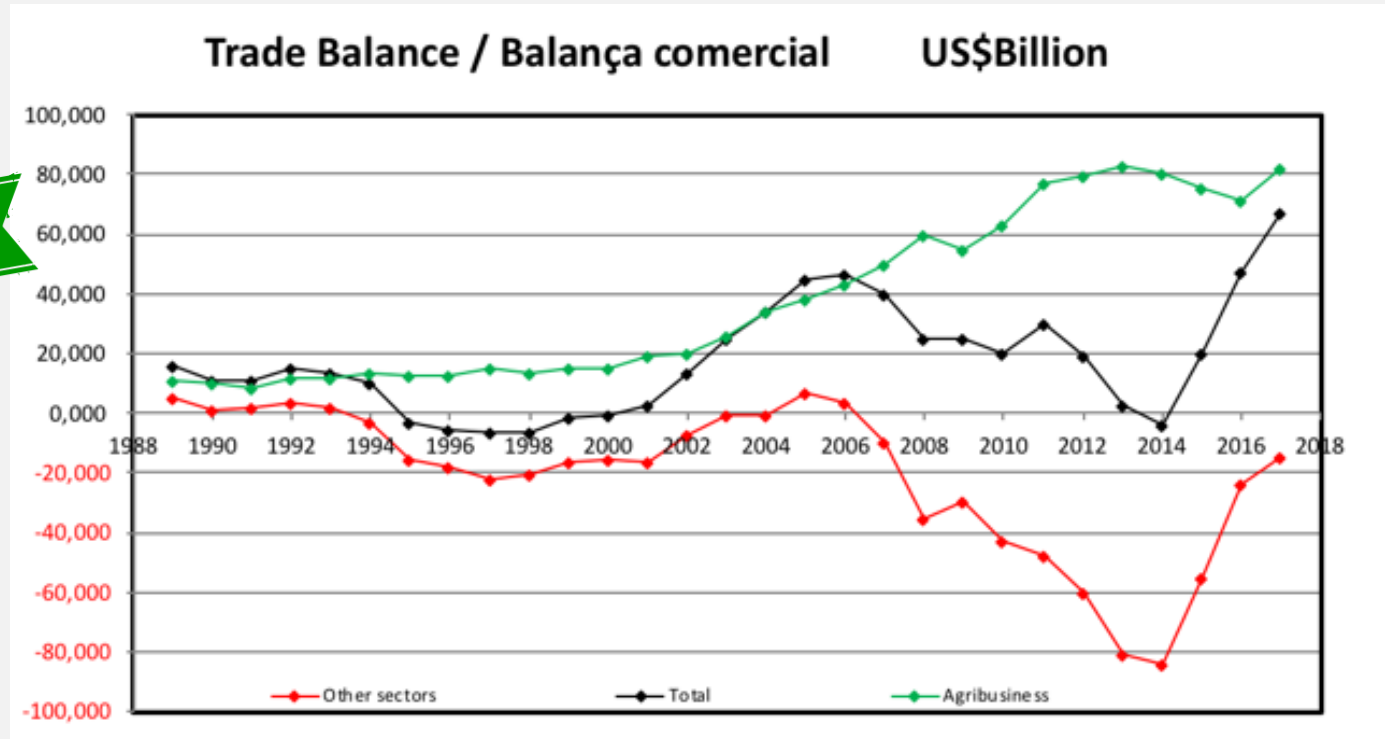
**Cana sem queima**  
**8 milhões de hectares**

Fonte: Acomp. safra bras. cana, v. 5 - Safra 2018/19, n. 3 -  
Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-71, dezembro de 2018.





## Impacto na estabilidade econômica



Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciado em [CC BY-NC](#)

***A partir de 2006, a grande evolução do superávit comercial agrícola é acompanhada do colapso da balança comercial dos demais setores.***

***O superávit da agricultura tem sido fundamental para a estabilidade***



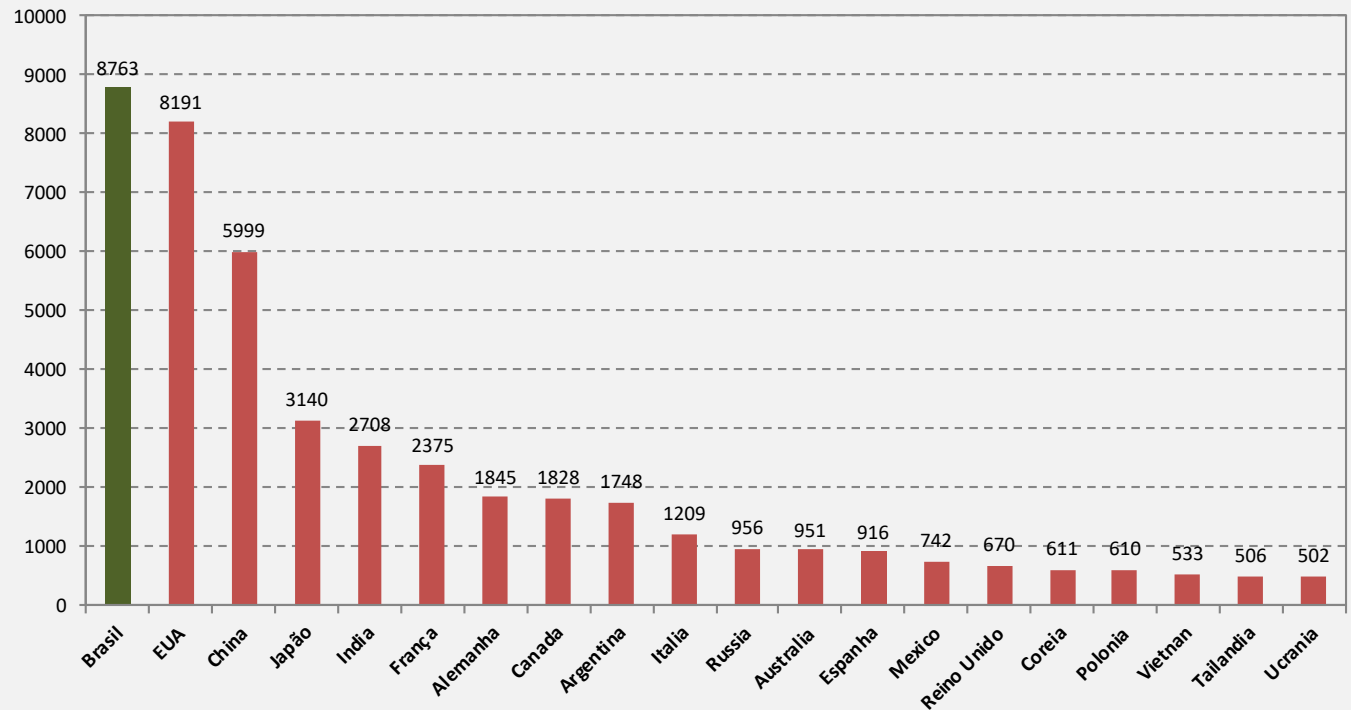


FÓRUM INTERNACIONAL  
INOVAÇÃO PARA  
SUSTENTABILIDADE  
NA AGRICULTURA

## Qual é melhor forma de comparar o uso de defensivos agrícolas?

2013: O Brasil ocupava  
a mesma posição  
Uso total 2013:  
10013 (US\$ - milhões)  
-12,5%

Uso total de defensivos agrícolas em 2017 (US\$ - milhões)

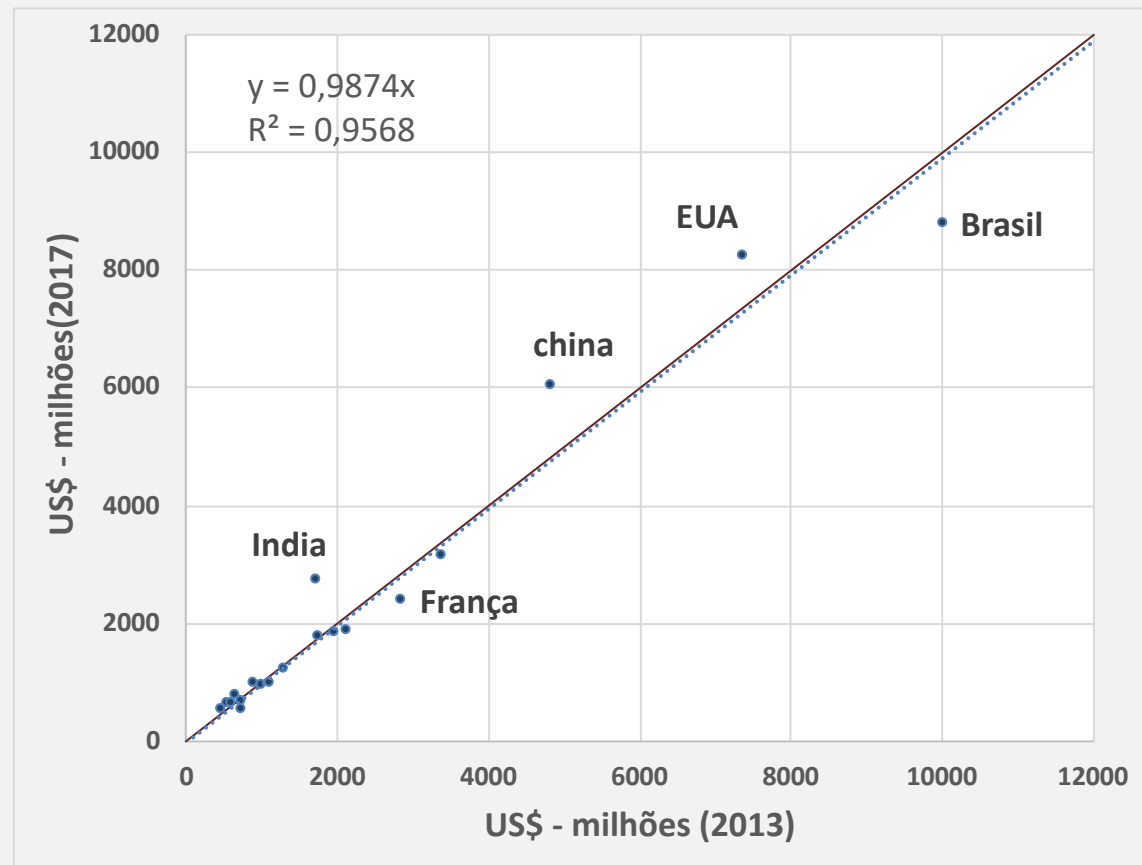


Os defensivos agrícolas são commodities internacionais e o valor do consumo (em US\$) tem alta correlação e é indicador da quantidade consumida (em t)





## O uso vem aumentando?



Phillips McDougall (2018): Industry  
Overview – 2017 Market

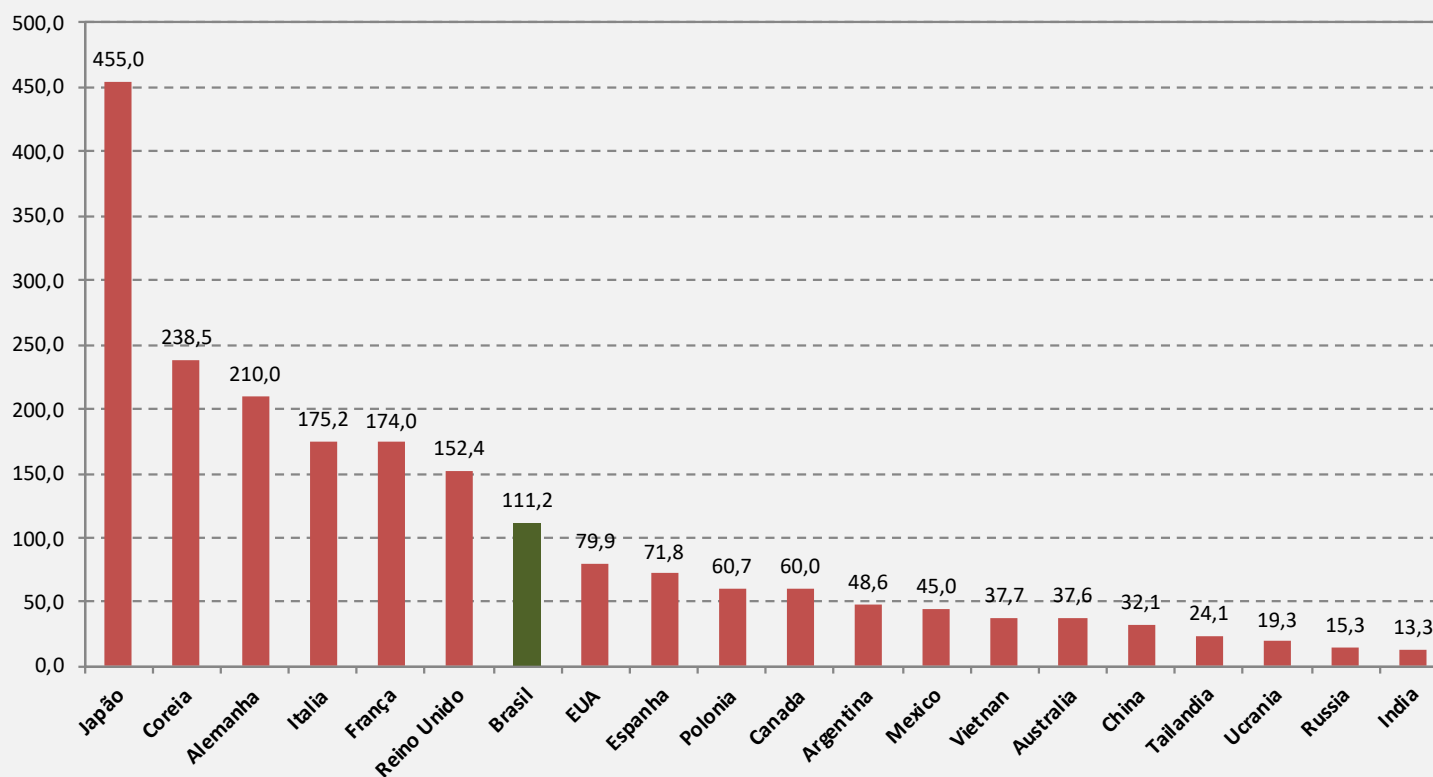




## Uso de defensivos agrícolas expresso por área cultivada

2013: O Brasil  
ocupava a mesma  
posição  
Uso por área 2013:  
138,6 US\$/há  
-19,7%

Uso de defensivos agrícolas em 2017 (US\$/ha)



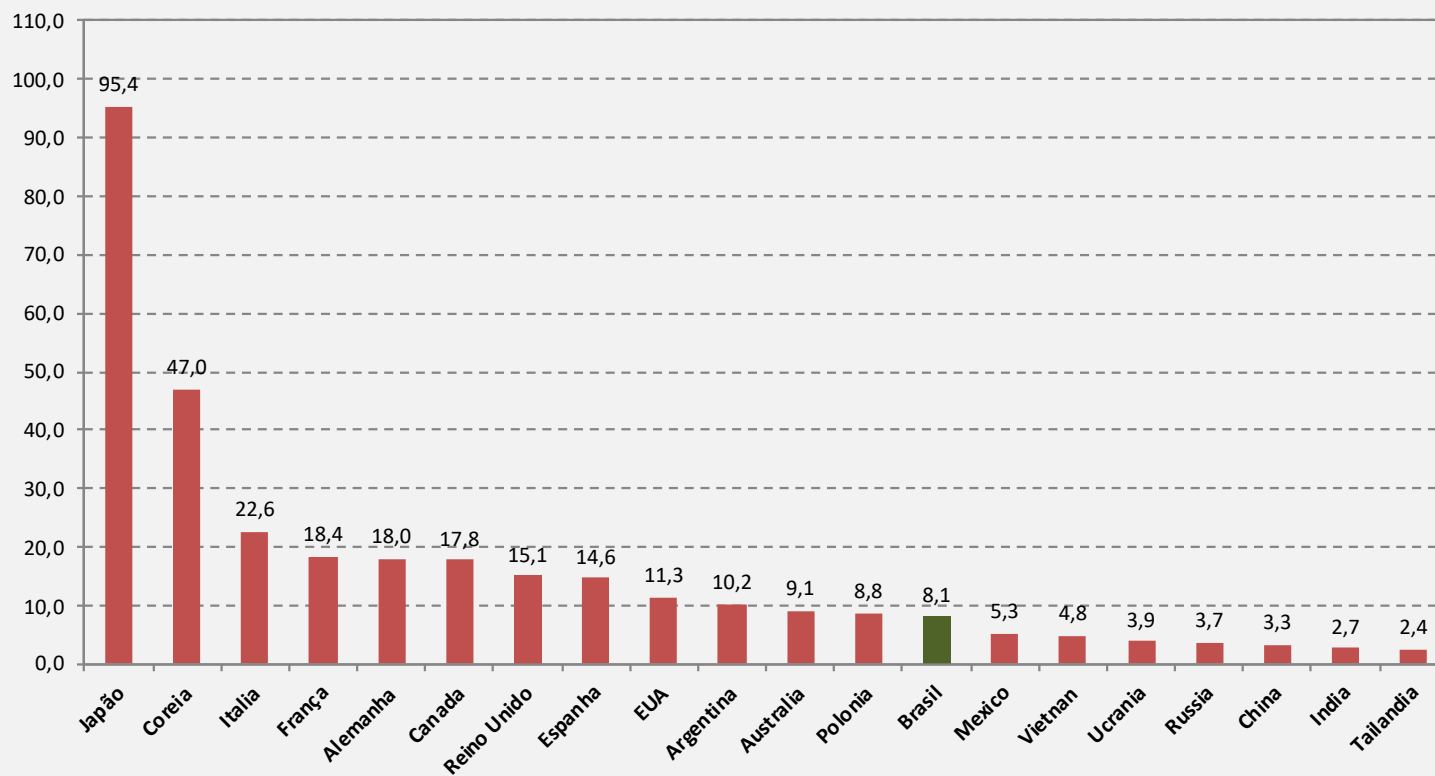




## Uso de defensivos agrícolas expresso por tonelada de produtos agrícolas

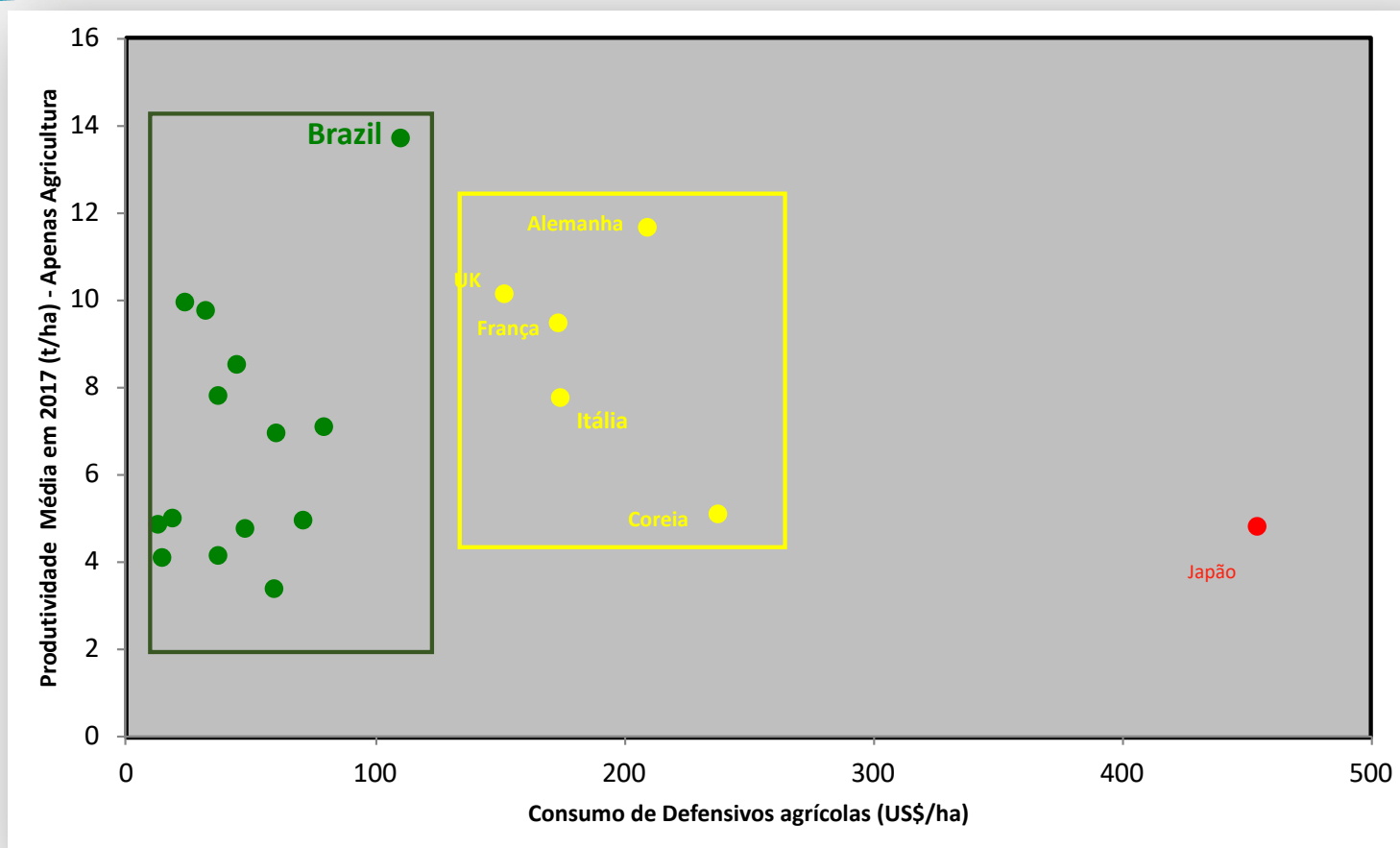
2013: O Brasil ocupava a mesma posição  
Uso por área 2013:  
9,6 US\$/t  
-15,6%

Uso de defensivos agrícolas em 2017 (US\$/t de Produtos Agrícolas)





## Média de Produtividade (t/ha) em função do uso de defensivos agrícolas (US\$/ha) - 2017



Fontes: Phillips McDougall  
(2018): Industry Overview –  
2017 Market

FAO (2018): FAOSTATbeta -  
[http://faostat.fao.org/beta/en/#  
data/QC](http://faostat.fao.org/beta/en/#data/QC)





## Consumo *versus* Risco

- O consumo de agrotóxicos representa adequadamente o risco associado a esses produtos?
- A tendência mundial é utilizar indicadores de risco.
- O indicador de uso mais frequente é o **EIQ – Environmental Impact Quotient**.
- Fundamentado no uso de ingrediente ativo e não produto comercial
- Combina várias informações, incluindo a dose de aplicação
- Permite comparar culturas, sistemas de produção, anos, países e produtos (p.c. ou i.a.)





Table 2: EIQ Components and Formula

EI Applicator: $C \times (DT \times 5)$	} <b>EI Farm Worker =</b> EI Sprayer + EI Picker	} <b>EIQ</b> (EI Farm Worker + EI Consumer + EI Ecology) /3
EI Picker: $C \times (DT \times P)$		
EI Consumer: $C \times ((S + P)/2) \times SY$	} <b>EI Consumer =</b> EI Consumer + EI Ground Water	
EI Ground Water: L		
EI Fish: $F \times R$	} <b>EI Ecology =</b> EI Fish + EI Bird + EI Honey Bee + EI Natural Enemies	
EI Bird: $D \times ((S + P)/2) \times 3$		
EI Honey Bee: $Z \times P \times 3$		
EI Natural Enemies: $B \times P \times 5$		
Full Formula:		
$EIQ = \frac{[C((DT \times 5) + (DT \times P)) + (C \times ((S + P)/2) \times SY) + L] + [(F \times R) + (D \times ((S + P)/2) \times 3) + (Z \times P \times 3) + (B \times P \times 5)]}{3}$		

FAO (2008): Guidance Document No 2: Guidance on the Use of Environmental Impact Quotient in IPM Impact Assessment.

### Evaluation of the Changes in Pesticide Risk – Executive Summary

<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/pesticide-use-exec.htm>

### New York State Integrated Pest Management Program. EIQ Calculator.

<http://www.nysipm.cornell.edu/EIQCalc/input.php?cat=0>

### A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides

<http://www.nysipm.cornell.edu/publications/eiq/equation.asp#table2>  
[http://www.nysipm.cornell.edu/publications/eiq/files/EIQ\\_values\\_2012entire.pdf](http://www.nysipm.cornell.edu/publications/eiq/files/EIQ_values_2012entire.pdf)

Kovach, J., C. Petzoldt, J. Degni, and J. Tette. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. N.Y. Food Life Sci. Bull. 139.

FAO, 2008. IPM Impact Assessment Series. Guidance Document No 2: Guidance on the Use of Environmental Impact Quotient in IPM Impact Assessment.



## Uso do EIQ para estimar o risco do uso de Agrotóxicos – Literatura



Table 1: The parameters and rating system used to calculate the EIQ value for specific active ingredients (Kovach et al., 1992)

Variables	Symbol	Score 1	Score 3	Score 5
Long-term health effects	C	Little-none	Possible	Definite
Dermal toxicity (Rat LD <sub>50</sub> )	DT	>2000 mg/kg	200-2000 mg/kg	0-200 mg/kg
Bird toxicity (8 day LC <sub>50</sub> )	D	>1000 ppm	100-1000 ppm	1-100 ppm
Bee toxicity	Z	Non-toxic	Moderately toxic	Highly toxic
Beneficial arthropod toxicity	B	Low impact	Moderate	Severe impact
Fish toxicity (96 hr LC <sub>50</sub> )	F	>10 ppm	1-10 ppm	<1 ppm
Plant surface half-live	P	1-2 weeks pre-emerg. herbic.	2-4 weeks post-emerg. herbic.	>4 weeks
Soil residue half-live (T <sub>1/2</sub> )	S	<30 days	30-100 days	>100 days
Mode of action	SY	Non-systemic; all herbicides	Systemic	
Leaching potential	L	Small	Medium	Large
Surface runoff potential	R	Small	Medium	Large

FAO (2008): Guidance Document No 2: Guidance on the Use of Environmental Impact Quotient in IPM Impact Assessment.





## EIQ: Consumo *versus* Risco

Impacto do uso de diferentes classes de OGMs no consumo de agrotóxicos e no produto das unidades de EIQ pelo número de hectares cultivados no período de 1996 a 2015.

Tipo de Evento	Ingrediente Ativo Diferença em Mkg	Ingrediente Ativo Diferença em %	Unidades de EIQ.ha Variação em Milhões	Unidades de EIQ.ha Variação em porcentagem
Soja Tolerante a Herbicidas	15,3	0,5	-8.112	-13,9
Soja Tolerante a Herbicidas e Resistente a Insetos	-3,6	-1,4	-348	-4,3
Milho Tolerante a Herbicidas	-226,0	-8,4	-7.315	-12,7
Milho Resistente a Insetos	-87,1	-53,3	-3.891	-57,7
Algodão Tolerante a Herbicidas	-25,1	-7,6	-629	-10,2
Algodão Resistentes a Insetos	-268,7	-29,1	-11.949	-31,5
Total	-595,2		-32.244	
Média		-16,6		-21,7

BROOKES, G.; BARFOOT, P. **GM crops**: global socio-economic and environmental impacts 1996-2015. Dorchester: PG Economics, 2017. 201 p.



FÓRUM INTERNACIONAL  
INOVAÇÃO PARA  
SUSTENTABILIDADE  
NA AGRICULTURA

GM Crops & Food



GM Crops & Food

Biotechnology in Agriculture and the Food Chain

© 2017 Taylor & Francis

ISSN: 2164-5698 (Print) 2164-5701 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/kgmc20>

## The contribution of glyphosate to agriculture and potential impact of restrictions on use at the global level

Graham Brookes, Farzad Taheripour & Wallace E. Tyner

To cite this article: Graham Brookes, Farzad Taheripour & Wallace E. Tyner (2017) The contribution of glyphosate to agriculture and potential impact of restrictions on use at the global level, GM Crops & Food, 8:4, 216-228, DOI: 10.1080/21645698.2017.1390637

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/21645698.2017.1390637>

**Impacto de 1.13 billion de unidades de EIQ/ha  
(aumento de 12,4%)**

**+762.000 ha adicionais**

**+ emissão de CO<sub>2</sub>: 11,77 mi de carros adicionais**

# glyphosate

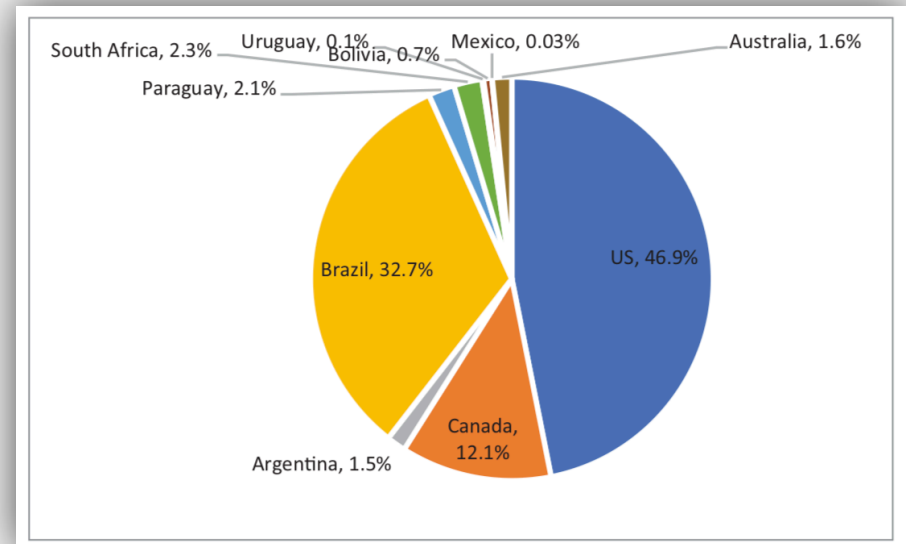


FIGURE 2. Annual loss of GM HT environmental benefits as measured by EIQ indicator, if glyphosate use no longer allowed: by country: total 1.13 billion EIQ/ha field units. Source: Derived from Brookes G and Barfoot P



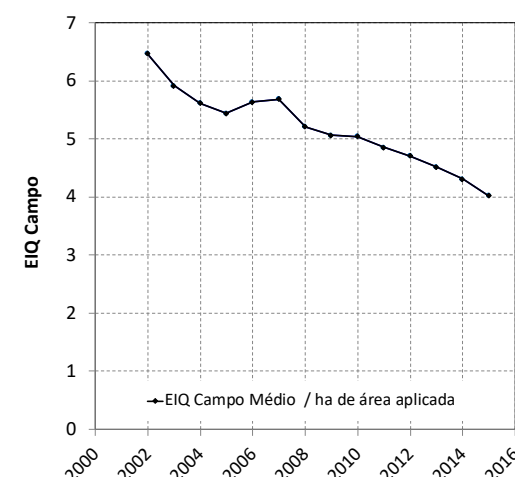
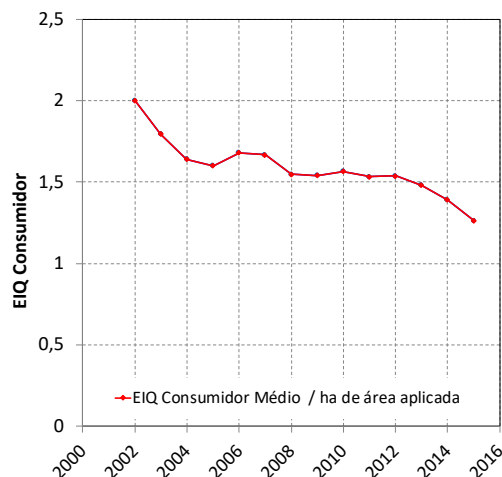
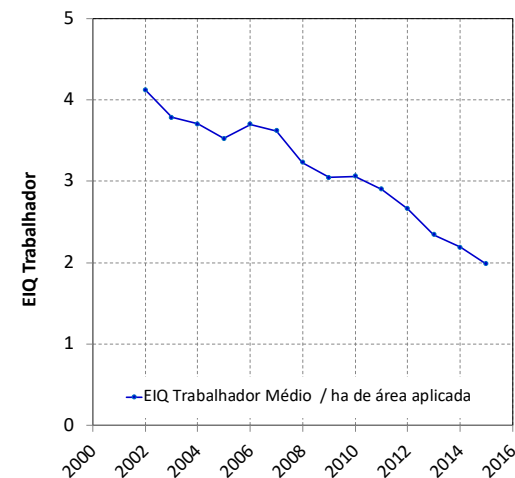
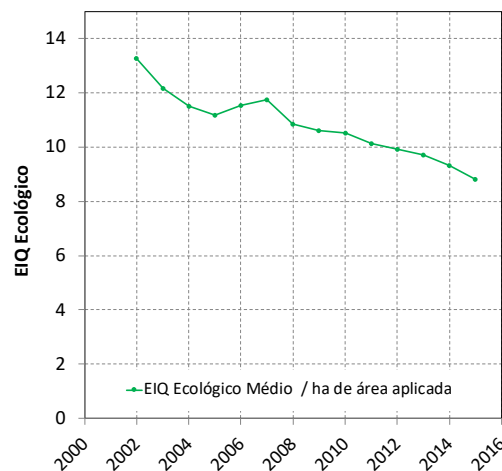
## EIQs Consumidor, Trabalhador, Ambiental, Total: Valor médio para Soja, Milho, Algodão e Cana-de-Açúcar

Reduções de EIQ Médio por hectare de área aplicada de 2002 a 2015\*:

- Trabalhador: -51,91%
- Consumidor: -36,88%
- Ambiental: -33,72%
- **Campo (Total):-37,91**

\*Combina redução do risco médio dos produtos e redução da dose média aplicada por ha.

Os valores de EIQ foram calculados utilizando-se o banco de dados de consumo de agrotóxico nas culturas da soja, milho, algodão e cana. Considerou-se todos os ingredientes ativos utilizados nessas culturas durante os anos de 2002 a 2015







## Informações para Soja - herbicidas

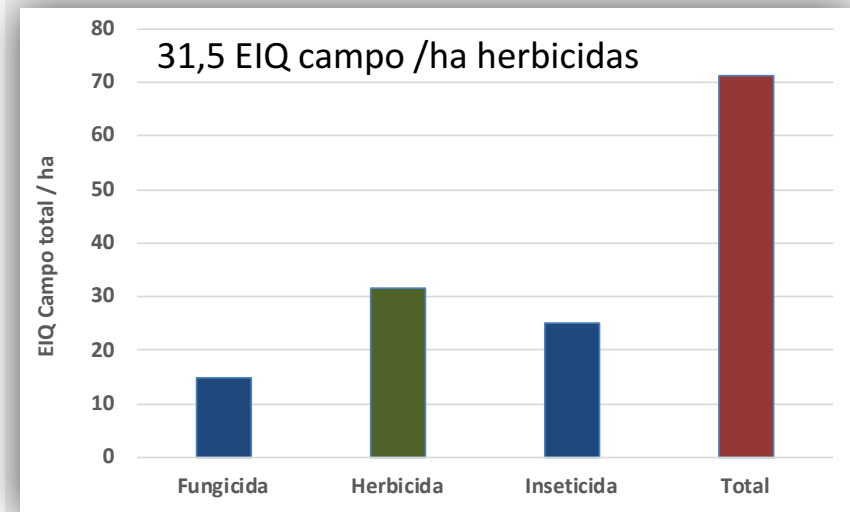
Table 38: Herbicide usage on soybeans in the US 1996-2014

Year	Average ai use (kg/ha): NASS data	Average ai use: GfK Kynetec data: index 1998=100	Average field EIQ/ha: NASS data	Average field EIQ/ha: based on GfK Kynetec data
1996	1.02	N/a	22.0	N/a
1997	1.22	N/a	26.2	N/a
1998	1.09	100	21.5	25.8
1999	1.05	94.9	19.6	23.2
2000	1.09	96.0	20.2	23.1
2001	0.73	100.1	13.4	23.5
2002	1.23	97.8	21.4	21.6
2003	N/a	104.7	N/a	22.6
2004	1.29	106.1	15.2	22.6
2005	1.23	106.3	20.2	22.6
2006	1.53	101.3	16.9	21.4
2007	N/a	113.0	N/a	23.6
2008	N/a	125.1	N/a	26.1
2009	N/a	125.7	N/a	26.6
2010	N/a	135.0	N/a	28.8
2011	N/a	144.8	N/a	31.3
2012	1.97	160.9	32.0	35.0
2013	N/a	166.1	N/a	35.9
2014	N/a	165.6	N/a	35.9

Sources: NASS data no collection of data in 2003, 2007-2011, 2013, 2014. GfK 1998-2014, N/A = not available. Average ai/ha figures derived from GfK dataset are not permitted by GfK to be published

EUA 2014: 35,9 EIQ campo /ha herbicidas

## Brasil



Fonte Tabela : Global Impact of GM Crops (PG Economics - UK, 2014)



## Informações para Milho - herbicidas

Table 44: Herbicide usage on maize in the US 1996-2014

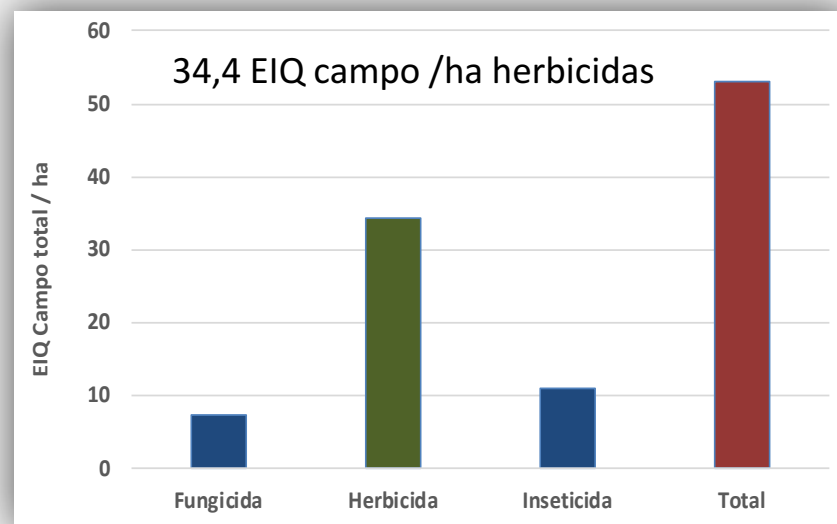
Year	Average ai use (kg/ha): NASS data	Average ai use (kg/ha) index 1998=100: GfK data	Average field EIQ/ha: NASS data	Average field EIQ/ha: GfK data
1996	2.64	N/a	54.4	N/a
1997	2.30	N/a	48.2	N/a
1998	2.47	100	51.3	62.0
1999	2.19	88.1	45.6	54.7
2000	2.15	87.8	46.2	54.5
2001	2.30	86.6	48.8	53.8
2002	2.06	82.4	43.4	51.1
2003	2.29	83.2	47.5	51.2
2004	N/a	80.0	N/a	48.9
2005	2.1	80.6	51.1	48.7
2006	N/a	79.5	N/a	47.7
2007	N/a	85.0	N/a	49.8
2008	N/a	88.7	N/a	50.9
2009	N/a	86.9	N/a	49.7
2010	2.36	90.5	49.2	51.4
2011	N/a	91.6	N/a	51.8
2012	N/a	95.6	N/a	53.8
2013	N/a	101.3	N/a	56.8
2014	2.45	100.7	47.0	56.2

Sources and notes: derived from NASS pesticide usage data 1996-2003 and 2010 (no data collected in 2004, 2006-2009, 2011-2013), GfK data from 1998-2014. N/a = not available. Average ai/ha figures derived from

EUA 2014: 47 - 56 EIQ campo /ha herbicidas

Fonte Tabela : Global Impact of GM Crops (PG Economics - UK, 2014)

## Brasil





## *Ética e Inovação*

- ✓ Evitar o que é inseguro.
- ✓ Dar acesso ao que é seguro.
- ✓ Decidir com rapidez e correção.
- ✓ Decisão caso a caso e à luz do conhecimento técnico e científico são bons critérios.
- ✓ Monitorar e ter a possibilidade de rever decisões ajuda a construir sistemas decisórios mais rápidos e seguros.











## Acesso às novas tecnologias e competitividade da nossa agricultura

**32 Novos ingredientes ativos  
na fila para registro no Brasil**



### Já aprovados em outros países

EUA		<b>19</b>
Canadá		<b>19</b>
Austrália		<b>18</b>
Japão		<b>17</b>
UE		<b>16</b>
Argentina		<b>15</b>

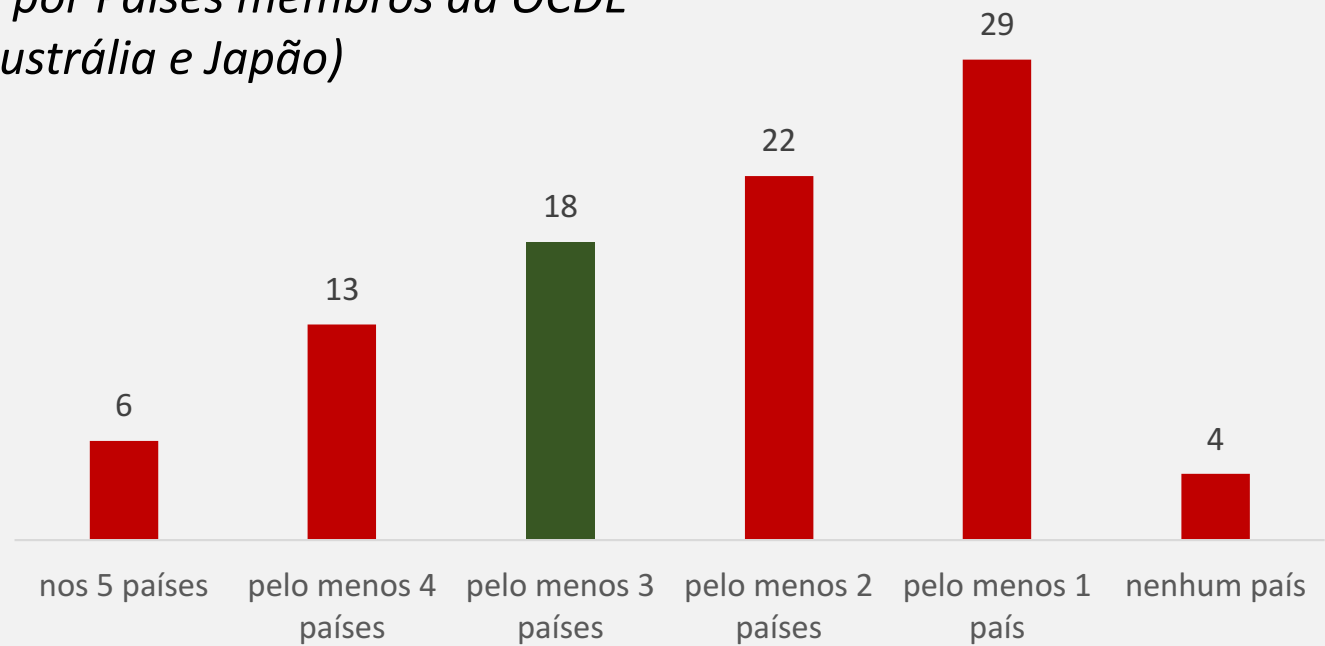
**Fontes:**

[//iaspub.epa.gov/apex/pesticides/f?p=chemicalsearch:1;](http://iaspub.epa.gov/apex/pesticides/f?p=chemicalsearch:1;)  
<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN;>  
[http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/pi-ip/index-eng.php;](http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/pi-ip/index-eng.php)  
[https://portal.apvma.gov.au/pubcris;](https://portal.apvma.gov.au/pubcris)  
[https://www.acis.famic.go.jp/eng/ailist/index.htm;](https://www.acis.famic.go.jp/eng/ailist/index.htm)  
[https://www.argentina.gob.ar/files/activoswebene2019xls-0.](https://www.argentina.gob.ar/files/activoswebene2019xls-0)



## Acesso às novas tecnologias e competitividade da nossa agricultura

*Registros agrupados por Países membros da OCDE  
(EUA, UE, Canadá, Austrália e Japão)*



Fontes:

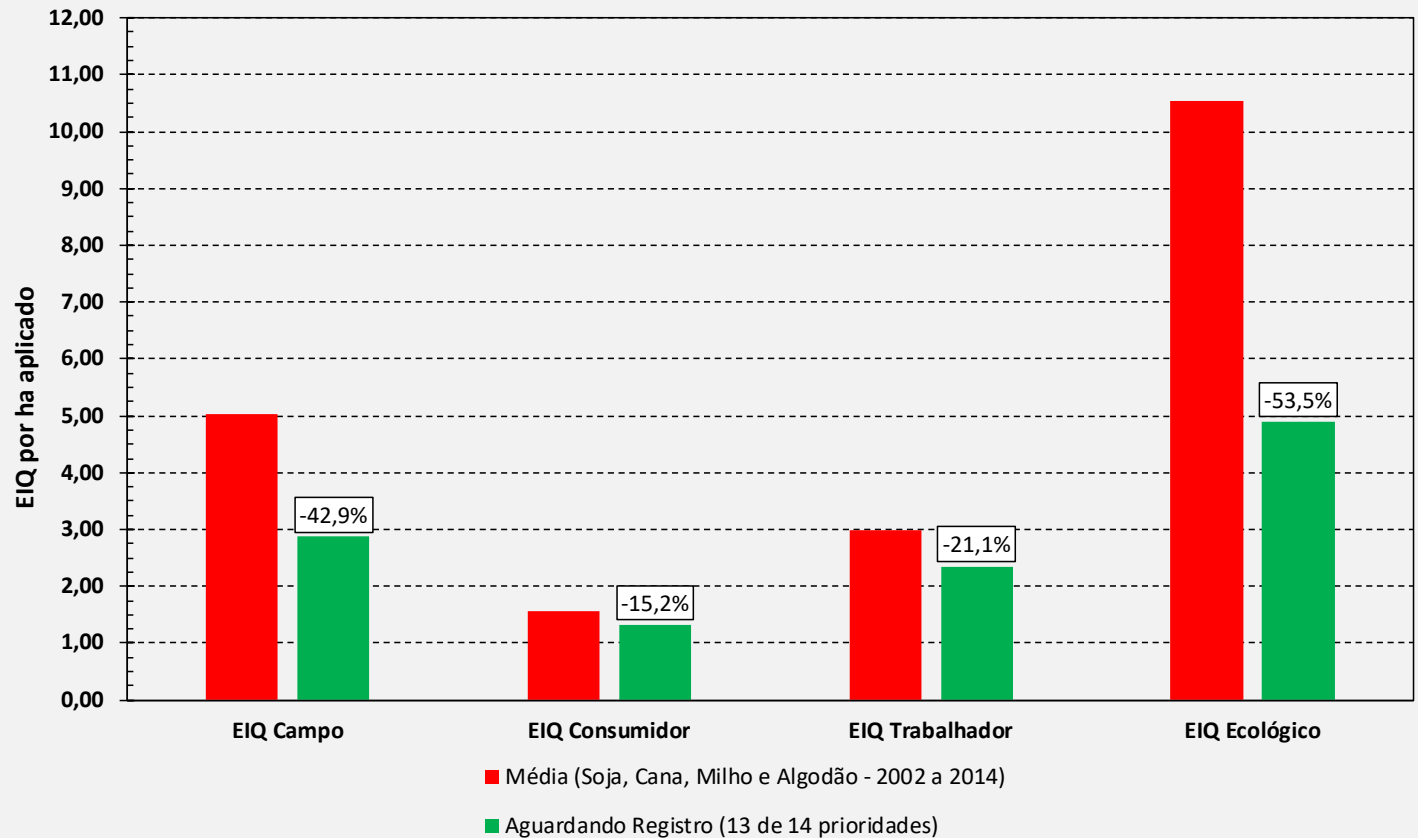
[//iaspub.epa.gov/apex/pesticides/f?p=chemicalsearch:1](http://iaspub.epa.gov/apex/pesticides/f?p=chemicalsearch:1); <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>;  
<http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/pi-ip/index-eng.php>;  
<https://portal.apvma.gov.au/pubcris>;  
<https://www.acis.famic.go.jp/eng/ailist/index.htm>; <https://www.argentina.gob.ar/files/activoswebene2019xls-0>



FÓRUM INTERNACIONAL  
INOVAÇÃO PARA  
SUSTENTABILIDADE  
NA AGRICULTURA

## Comparação dos EIQs de produtos comerciais e dos que estão na lista de prioridades

Foram calculados os EIQs de 13 dos 14 defensivos agrícolas aguardando registro e incluídos na lista de prioridades do MAPA. Obs: Para um dos defensivos da lista não foi possível encontrar na literatura disponível todas as variáveis necessários para o cálculo do EIQ.





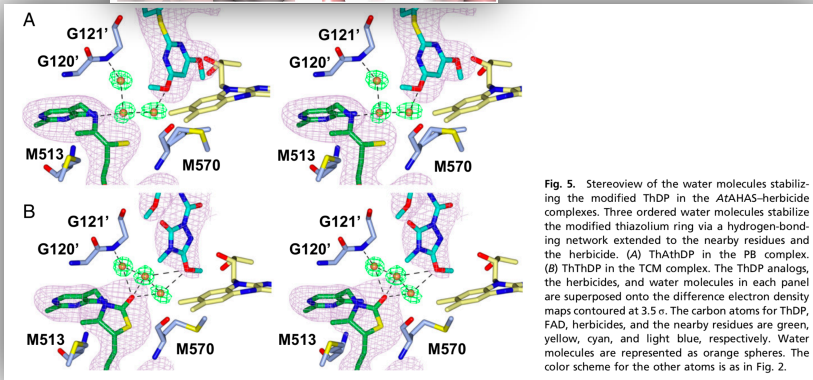
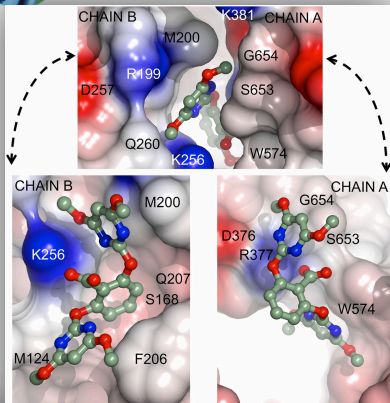
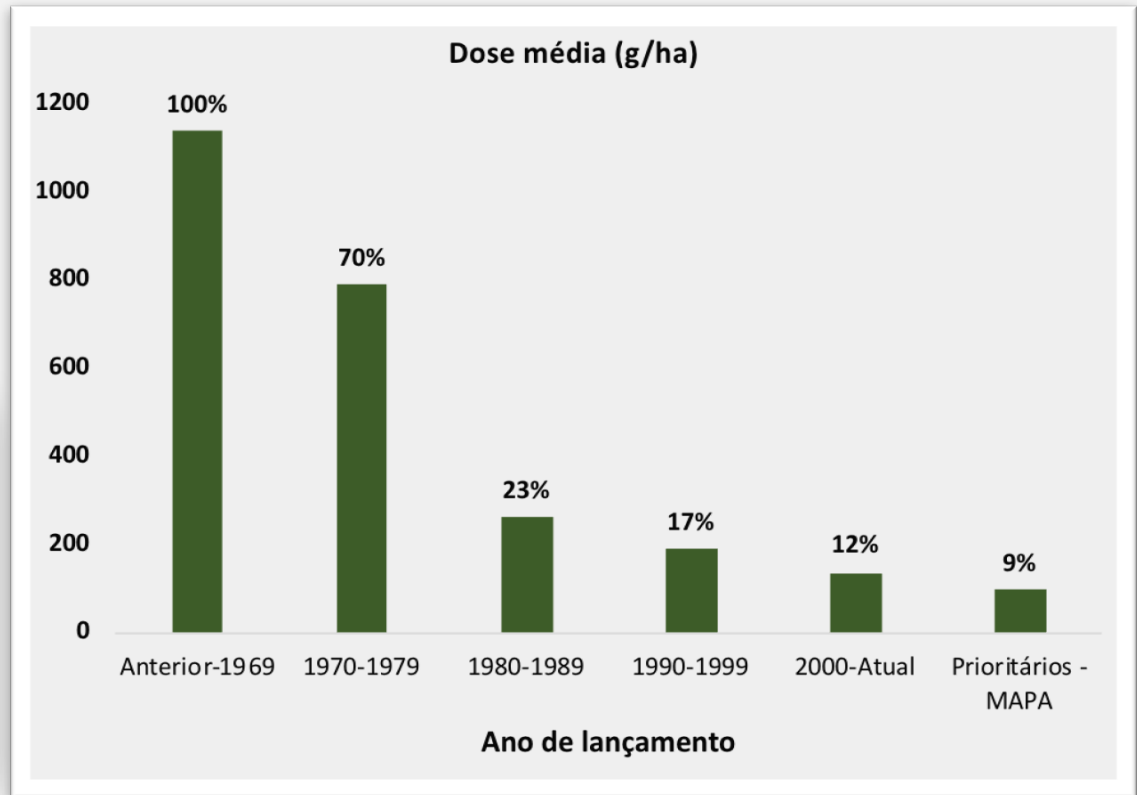


Fig. 5. Stereoview of the water molecules stabilizing the modified ThDP in the AtAHAS-herbicide complexes. Three ordered water molecules stabilize the modified thiazolium ring via a hydrogen-bonding network extended to the nearby residues and the herbicide. (A) ThAtThDP in the PB complex. (B) ThThDP in the TCM complex. The ThDP analogs, the herbicides, and water molecules in each panel are superposed onto the difference electron density maps contoured at 3.5  $\sigma$ . The carbon atoms for ThDP, FAD, herbicides, and the nearby residues are green, yellow, cyan, and light blue, respectively. Water molecules are represented as orange spheres. The color scheme for the other atoms is as in Fig. 2.

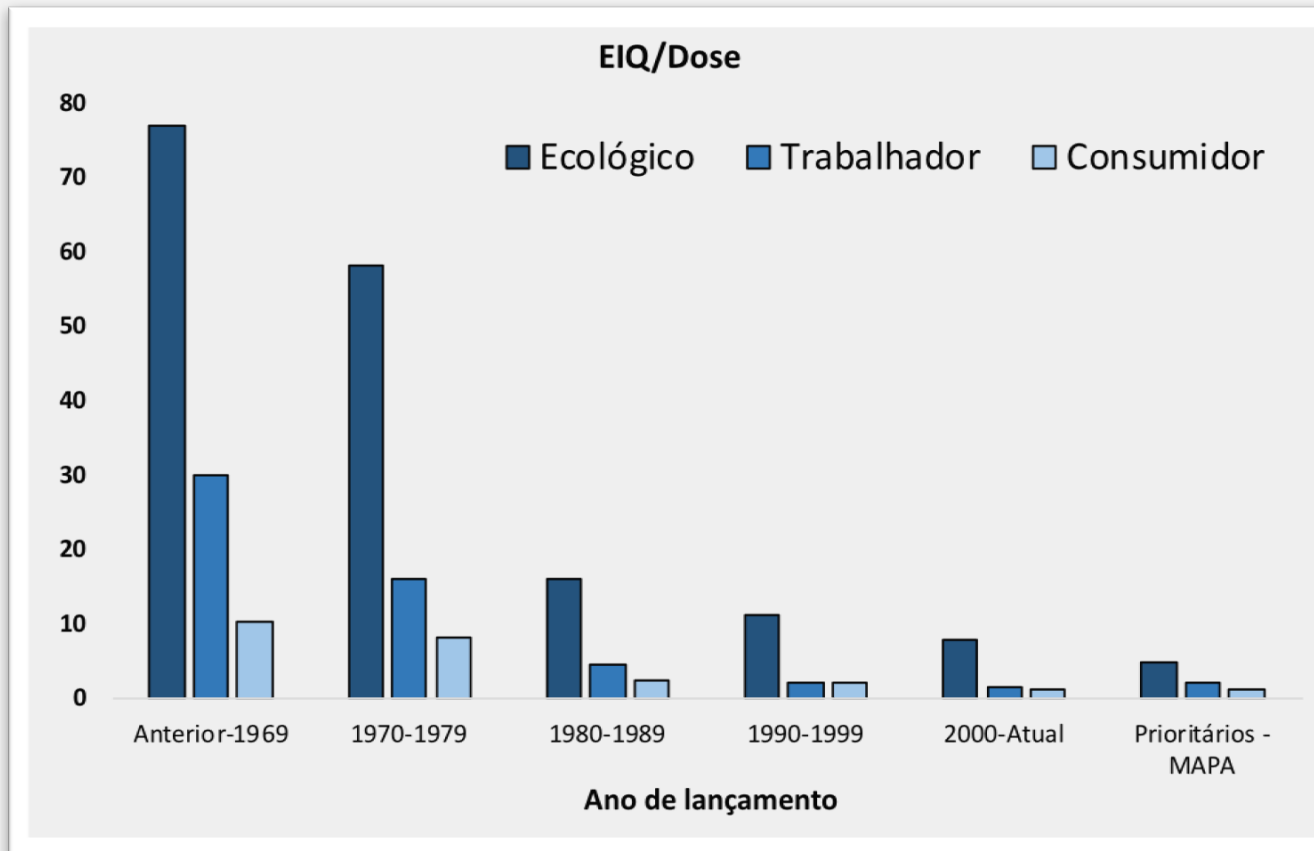


Fonte Figuras: Mario D. Garcia, Amanda Nouwens, Thierry G. Lonhienne, and Luke W. Guddat. Comprehensive understanding of acetohydroxyacid synthase inhibition by different herbicide families. PNAS first published January 30, 2017  
<https://doi.org/10.1073/pnas.1616142114>

Foram considerados todos os defensivos agrícolas em uso no Brasil e o ano de lançamento de cada defensivo agrícola



*Avanços tecnológicos – melhor conhecimento e maior especificidade dos defensivos com os sítios de ação*



Foram calculados os EIQs de todos os defensivos agrícolas em uso no Brasil e o ano de lançamento de cada defensivo agrícola



## *Mensagens finais*

- ✓ O uso de agrotóxicos no Brasil, expresso em US\$/ha ou US\$/t produzida, é inferior ao da maioria dos países relevantes do ponto de vista agrícola.
- ✓ A melhor alternativa para avaliar os riscos associados ao uso dos agrotóxicos é o uso do EIQ.
- ✓ Os valores de EIQ/ha no Brasil são compatíveis ou inferiores aos internacionais.
- ✓ Em termos médios, os valores EIQ Campo, EIQ Consumidor, EIQ Trabalhador e EIQ Ecológico calculados por kg de i.a., kg de p.c. e por ha aplicado, são decrescentes de 2002 a 2015, indicando que os agrotóxicos comercializados no Brasil vêm se tornando progressivamente mais seguros.
- ✓ A questão central não é se o defensivo agrícola é antigo ou novo, a questão central é o baixo risco. Mas existe a tendência clara dos produtos mais modernos apresentarem menor risco (especialmente em função da redução das doses)



FÓRUM INTERNACIONAL  
INOVAÇÃO PARA  
SUSTENTABILIDADE  
NA AGRICULTURA

*Muito obrigado pela atenção*  
[caio.carbonari@unesp.br](mailto:caio.carbonari@unesp.br)