

Prof. José Barbosa dos Santos  
Setembro de 2019

# Brasil: “celeiro do mundo”

Ministério da

## Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Buscar no portal



[Área de Imprensa](#) | [Acesso à Informação](#) | [Sistemas](#) | [Legislação](#) | [Ouvintes](#) | [Biblioteca](#)

VOCÊ ESTÁ AQUI: [PÁGINA INICIAL](#) > [NOTÍCIAS](#) > [BRASIL FECHA SAFRA 2018/2019 COM RECORDE DE 242,1 MILHÕES DE TONELADAS DE GRÃOS](#)

---

Animais de  
Estimação

---

Defensivos  
Agrícolas

---

Febre Aftosa

---

Integridade

---

Órgânicos

---

Plano Safra

### NOTÍCIAS

## Brasil fecha safra 2018/2019 com recorde de 242,1 milhões de toneladas de grãos

Conab

Crescimento foi de 6,4% em comparação com a safra passada, impulsionado pelas culturas de algodão e milho

CADA BRASILEIRO CONSUME EM MÉDIA

**7,3**  
LITROS

DE AGROTÓXICOS POR ANO



O BRASIL É O MAIOR  
CONSUMIDOR DE AGROTÓXICOS  
DO MUNDO

Media anual da quantidade de agrotóxicos (em litros) utilizada na área agrícola de cada Estado brasileiro.



Dados curiosos sobre consumo médio de combustíveis no Brasil: 136,1 bilhões de litros em 2018/População no Brasil

210 milhões...

Aproximadamente 650 l/por pessoa ano.



## O BRASIL É O MAIOR CONSUMIDOR DE AGROTÓXICOS DO MUNDO

Mudanças na lei de agrotóxicos colocam a segurança alimentar em risco. A lei do Pacote de Veneno (6.299/2002) – defende que, com mais defensivos agrícolas modernos, será possível aumentar a produção com o uso reduzido de produtos químicos.

Destaca-se porém, na literatura científica nacional e internacional, que o modelo atual de cultivo, com o intensivo uso de agrotóxicos, gera insegurança alimentar e outros malefícios, como poluição ambiental, contaminação de mananciais, do solo, do ar e intoxicação de trabalhadores rurais e da população em geral.

PhD dos Alimentos  
By Renato Nascimento



O BRASIL É O  
MAIOR CONSUMIDOR DE  
AGROTÓXICOS  
DO MUNDO



## PARANÁ EM PERIGO:



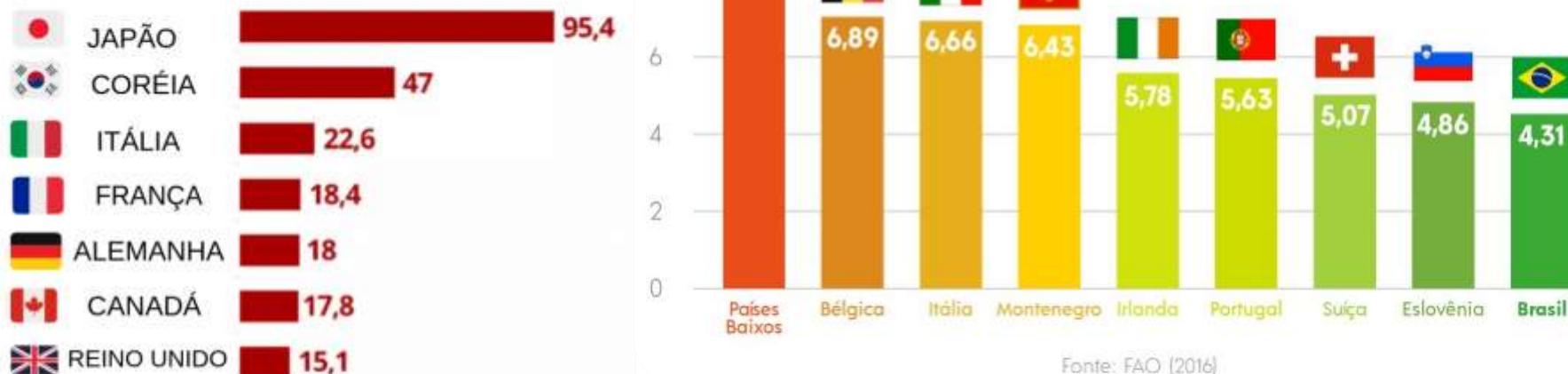
ESTAMOS CONSUMINDO  
O EQUIVALENTE A QUASE  
9 LITROS DE AGROTÓXICOS  
POR PESSOA TODO ANO.

900.000.000 LITROS  
DE AGROTÓXICO

# GASTO COM AGROTÓXICOS POR PRODUÇÃO EM 2017

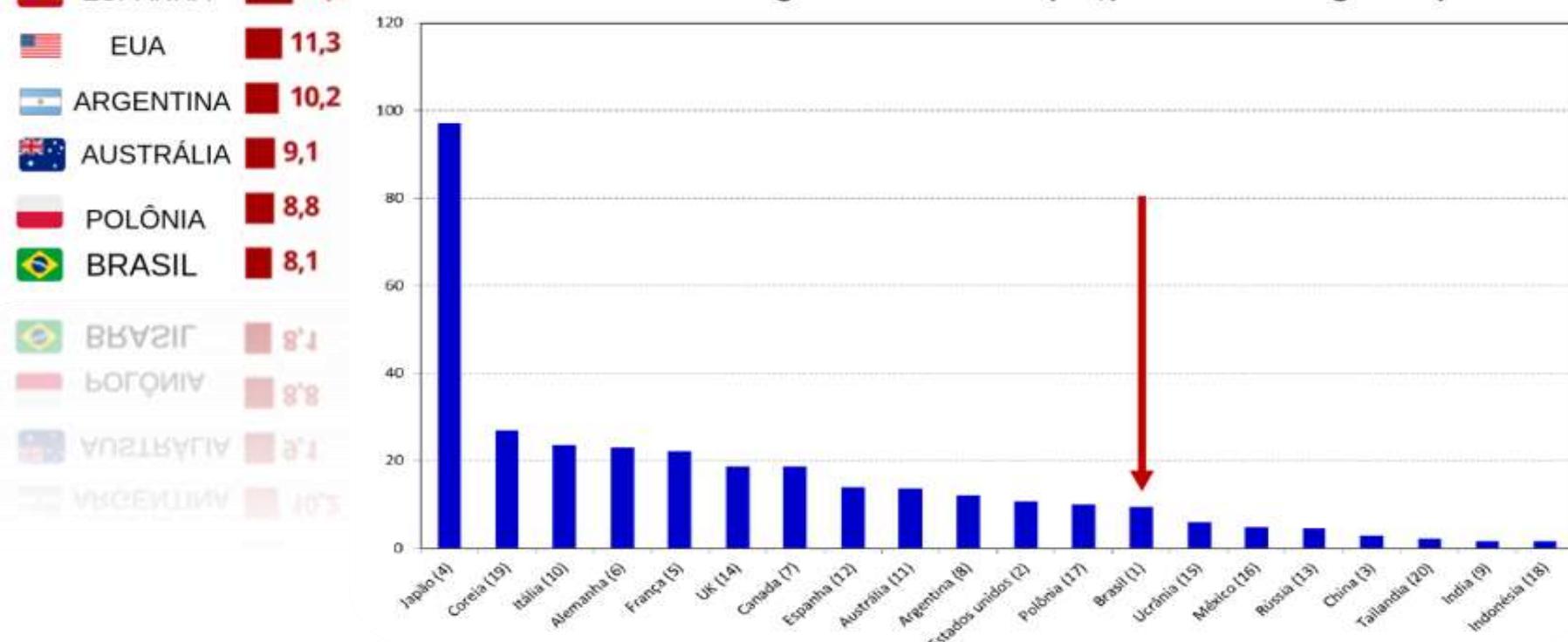
kg/ha

Em \$ por tonelada de alimento produzido



Fonte: FAO (2016)

## Consumo Total de Agrotóxicos em 2013 (US\$/t de Produtos Agrícolas)

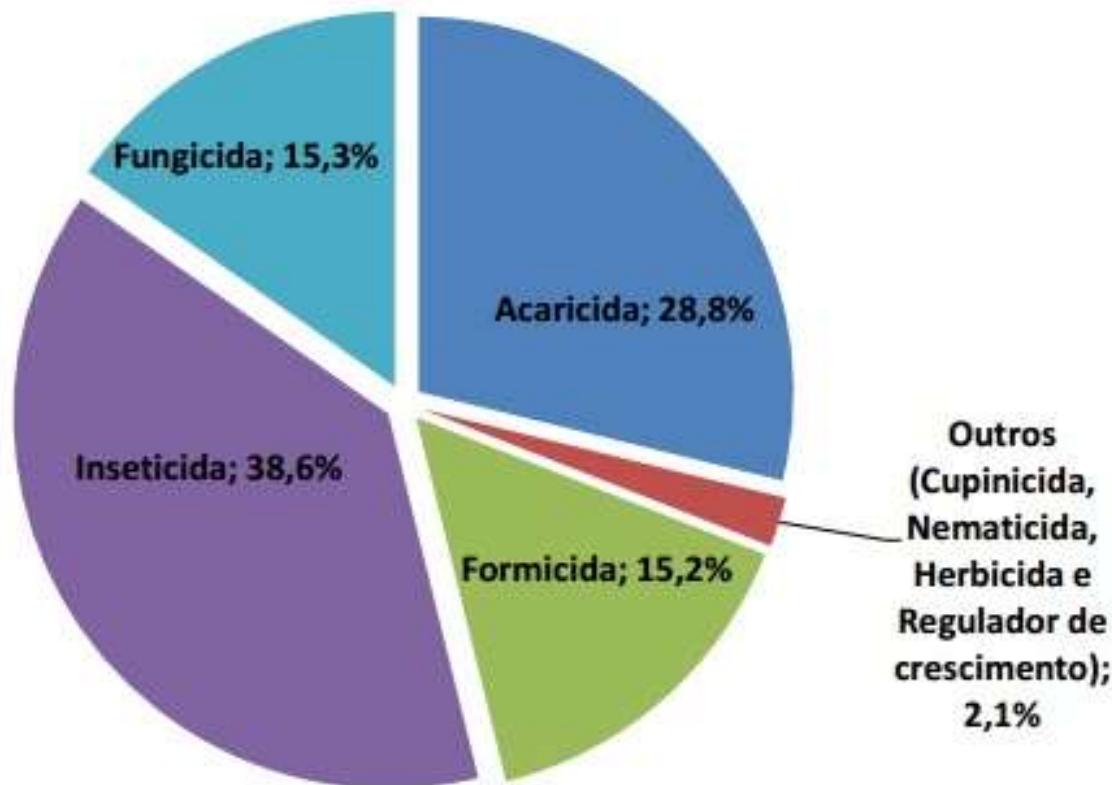


- Agrotóxicos são todos perigosos?
- Os agrotóxicos deixam resíduos?
- Quais são os verdadeiros problemas?

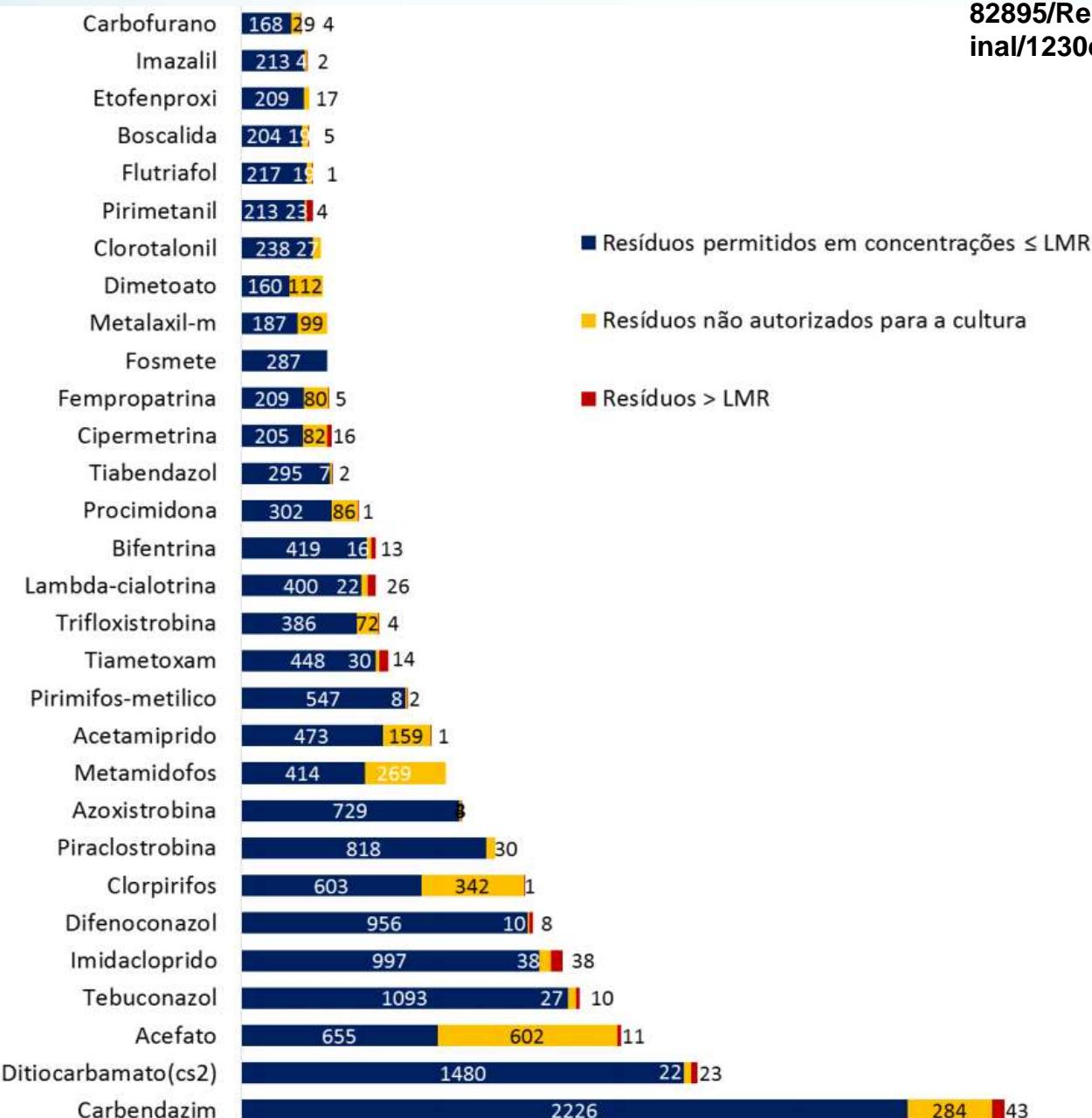
# Impacto de herbicidas na saúde humana, contaminação de alimentos e toxicidade a organismos não alvo

# Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos - PARA

Distribuição das classes agronômicas de agrotóxicos nas amostras que apresentaram irregularidades (PARA 2009 - 2011)



<http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117818/Perguntas%2Be%2Brespostas.pdf/bc84279b-eff0-4edb-ad3a-0598d07d8e2f>



**ANVISA**

Agência Nacional de Vigilância Sanitária

## PROGRAMA DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS PARA

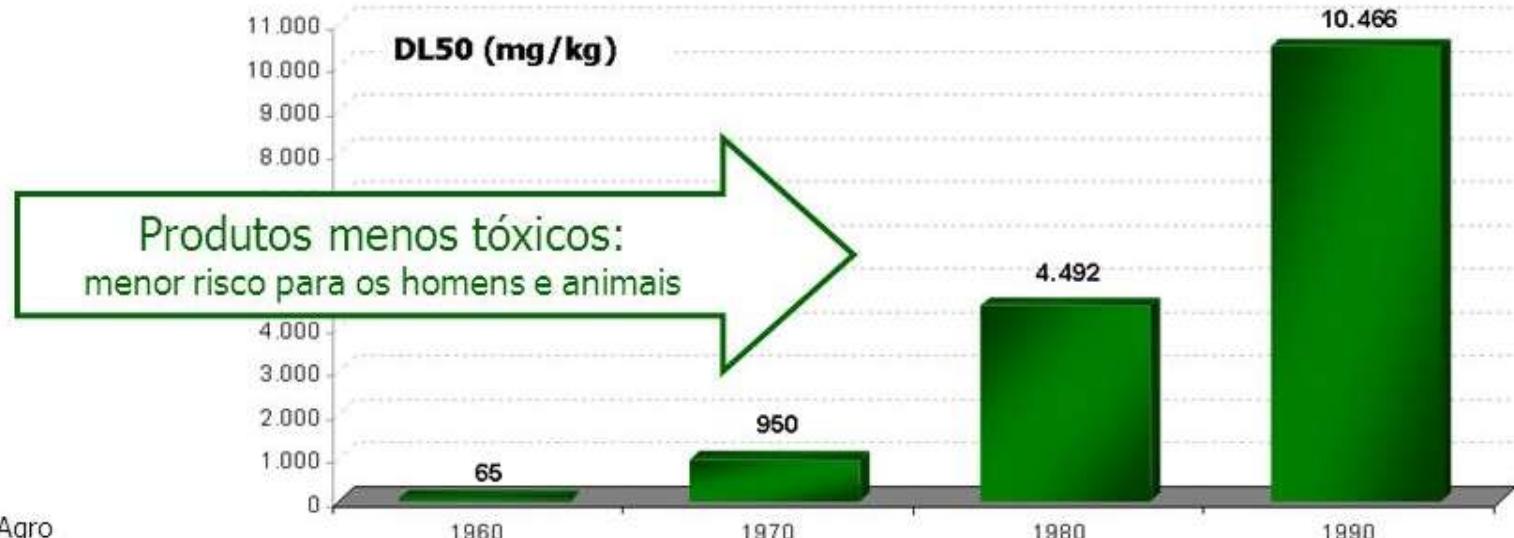
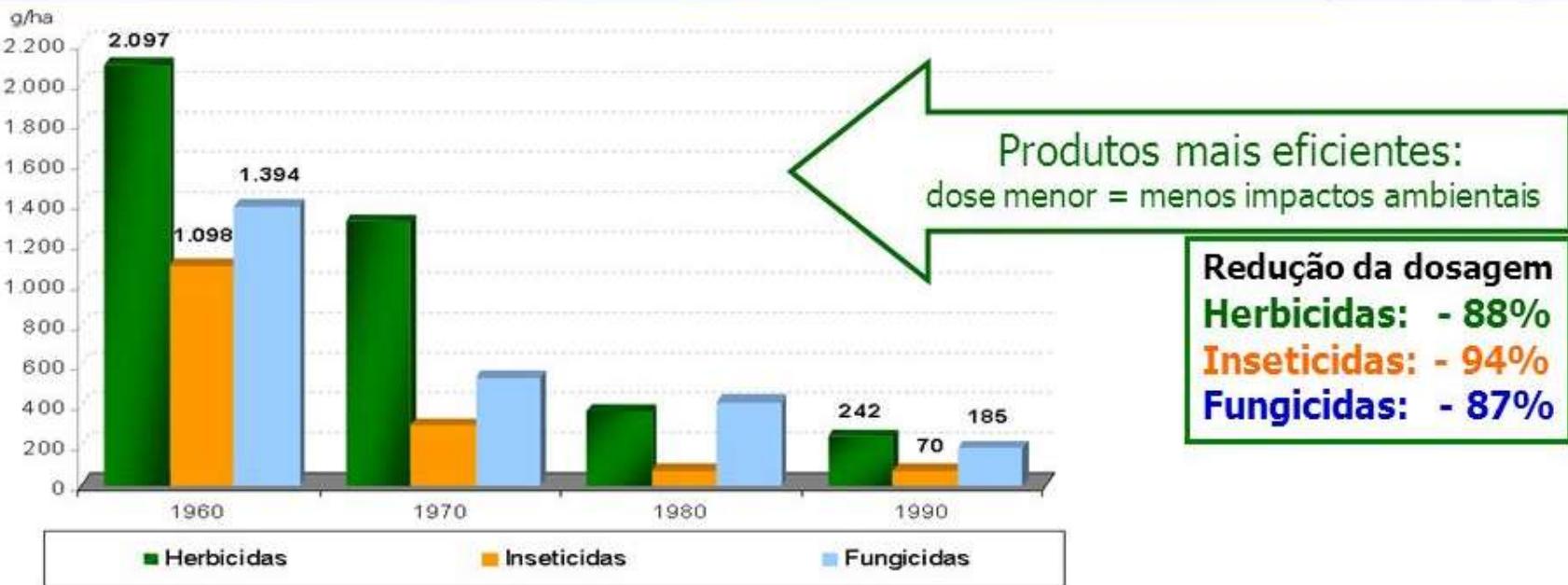
RELATÓRIO DAS ANÁLISES DE AMOSTRAS MONITORADAS NO PERÍODO DE 2013 A 2015

Gerência-Geral de Toxicologia

**Figura 11:** Agrotóxicos com maior número de detecções, considerando todas as amostras analisadas do período de 2013 a 2015 (número de detecções superior a 200)

Brasília, 25 de novembro de 2016.

# Em se tratando de controle químico:



# Impacto herbicidas sobre organismos não alvo

1. SILVA, L. A. ; SOARES, M.A. ; AGUIAR, L.M. ; FERREIRA, C. C. ; VIEIRA, E. R. D. ; Santos, J.B. . **Aspectos biológicos de *Tetranychus ludeni* Zacher, 1913 (Acari: Tetranychidae) alimentados com folhas de batata-doce pulverizadas com o 2,4-D.** ARQUIVOS DO INSTITUTO BIOLÓGICO, v. 84, p. e0822015, 2018.
2. SOARES, M.A. ; Santos, J.B. ; BARROSO, G.A. **Does the Ingestion of Isoxaflutole Herbicide Affect the Midgut and Salivary Glands of Pentatomidae Predators?** Planta Daninha. , v.34, p.125 - 132, 2016.
3. MENEZES, C.W.G. ; SOARES, M.A. ; Santos, J.B. ; CAMILO, S.S. ; ZANUNCIO, J.C. . ***Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) as an indicator of toxicity of herbicides registered for corn in Brazil.** Chilean Journal of Agricultural Research (On line), v. 74, p. 361-365, 2014.
4. CAMILO, S.S. ; SOARES, M.A. ; SANTOS, JOSÉ BARBOSA ; ASSIS JUNIOR, S.L. ; MENEZES, C.W.G. **Impactos toxicológicos de herbicidas recomendados para a cultura do milho em ninfas do predador *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae).** Revista Brasileira de Herbicidas, v. 11, p. 339-346, 2013.
5. MENEZES, C.W.G. ; Santos, J.B. ; ASSIS JUNIOR, S.L. ; FONSECA, A.J. ; FRANÇA, A.C. ; SOARES, M.A. ; Fernandes, A.F. . **Seletividade de atrazine e nicosulfuron a *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae).** Planta Daninha (Impresso), v. 30, p. 327-334, 2012.
6. MENEZES, C.W.G. ; SOARES, M.A. ; José Barbosa dos Santos ; ASSIS JUNIOR, S.L. ; FONSECA, A. J. ; ZANUNCIO, J.C. . **Reproductive and toxicological impacts of herbicides used in Eucalyptus culture in Brazil on the parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae).** Weed Research (Print), v. 1, p. 01-06, 2012.
7. BOTELHO, Rafael Grossi ; Santos, José Barbosa dos ; Fernandes, Kenner Morais ; NEVES, C.A. . **Effects of atrazine and picloram on grass carp: acute toxicity and histological assessment.** Toxicological and Environmental Chemistry (Print), v. 1, p. 1-7, 2011.
8. BOTELHO, R.G. ; Santos, J.B. ; OLIVEIRA, T.A. ; Braga, R.R. ; BYRRO, E.C.M. . **Toxicidade aguda de herbicidas a tilápia (*Oreochromis niloticus*).** Planta Daninha (Impresso), v. 27, p. 621-626, 2009.

# Impacto herbicidas sobre microrganismos

1. CRUZ, L.I.B. ; CRUZ, M.C.M. ; CASTRO, G. D. M. ; FAGUNDES, M. C. P. ; Santos, J.B. . Crescimento e nutrição de mudas de abacaxizeiro 'Imperial? associadas com o fungo *Piriformospora indica* e aplicação de herbicidas. Semina. Ciências Agrárias (Online) , v. 36, p. 2407, 2015.
2. BRAGA, R.R. ; VALADÃO SILVA, D. ; FERREIRA, Evander Alves ; Santos, J.B ; Pereira, G.A.M ; BIBIANO, C.S. ; COSTA, S.S.D. ; MATOS, C.C. . SOIL MICROBIAL ACTIVITY, WEED CONTROL AND GROWTH OF CASSAVA AFTER APPLICATION OF HERBICIDE. Bioscience Journal (Online) , v. 30, n. 1050-1058, 2014.
3. GANDINI, ELIZZANDRA MARTA MARTINS ; DOS SANTOS, JOSÉ BARBOSA ; GANDINI, ANDREZZA MARA MARTINS ; SANTANNA, REYNALDO CAMPOS ; VALADÃO DA SILVA, DANIEL . Selectivity of Herbicide and Rhizospheric Microbial Activity on *Hymenaea courbaril* L. Seedling. Communications in Soil Science and Plant Analysis , v. 01, p. 140630113049005, 2014.
4. FERNANDES, M. C. S. ; COSTA, L. S. ; Graziott, P.H. ; GRAZZIOTTI, D. C. F. S. ; Santos, J.B ; ROSSI, M. J. . *Pisolithus* sp. tolerance to glyphosate and isoxaflutole in vitro. Revista Árvore (Impresso) , v. 38, p. 461-468, 2014.
5. CARVALHO, F.P. ; FRANÇA, A.C. ; FRANCO, M. H. R. ; AVELAR, M. ; MOREIRA, S. D. ; ALECRIN, A.O. ; SANTOS, J. B. . Sensibility of coffee plants micorrhized to herbicides. Revista Brasileira de Herbicidas, v. 13, p. 134-142, 2014.
6. BRAGA, R.R. ; VALADÃO DA SILVA, D. ; FERREIRA, E.A. ; PEREIRA, G. A. M. ; BIBIANO, C.S. ; SANTOS, J. B. ; MATTOS, C. C. . Atividade microbiana do solo e controle de plantas daninhas após a aplicação de herbicidas na mandioca. Bioscience Journal (Online) , v. 30, n. 1024-1032, 2014.
7. BRAGA, R. R. ; COSTA, S.S.D. ; FERREIRA, Evander Alves ; Santos, J.B ; VALADÃO SILVA, D. . ATIVIDADE MICROBIANA DE SOLOS CONTAMINADOS COM PICLORAN E CULTIVADOS COM *Urochloa brizantha*. Enciclopédia Biosfera, v. 09, p. 202-214, 2013.
8. Botelho, Rafael Grossi ; MAGALHAES, C.F. ; José Barbosa dos Santos . Toxicity of herbicides on *Escherichia coli* growth. Brazilian Journal of Biology (Impresso) , v. 72, p. 1-6, 2012.
9. SANTOS, Edson Aparecido dos ; FERREIRA, L. R. ; COSTA, Maurício Dutra ; José Barbosa dos Santos ; SILVA, Marliane C S ; ASPIAZU, I.. The effects of soil fumigation on the growth and mineral nutrition of weeds and crops. Acta Scientiarum. Agronomy (Impresso) , v. 34, p. 207-212, 2012.
10. Camelo, G.N ; Santos, J.B ; Lazar, T.M ; Oliveira, T.A ; Santos, E.A ; Ferreira, E.A ; Pereira, G.A.M . Efeito do sistema de plantio e doses do nicosulfuron sobre a atividade microbiana do solo. Planta Daninha (Impresso) , v. 29, p. 829-835, 2011.

# Impacto herbicidas sobre microrganismos

11. JACQUES, R. J. S. ; PROCOPIO, S.O. ; Santos, J.B. ; KASUYA, Maria Catarina Megumi ; Silva, A.A. . Sensibilidade de estirpes de *Bradyrhizobium* ao glyphosate. Revista Ceres, v. 57, p. 28-33, 2010.
12. Oliveira, Taciane Almeida de ; SANTOS. J.B. ; Camelo, Gessimar Nunes Botelho, Raquel Grossi ; LAZARI, T.M. ; SANTOS, J. B. . Efeito da interação do nicosulfuron e chlorpyrifos sobre o banco de sementes e os atributos microbianos do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo (Impresso) , v. 33, p. 563-570, 2009.
13. SANTOS, J. B.; JAKELAITIS, Adriano ; SILVA, Antonio Alberto da ; COSTA, Maurício Dutra ; MANABE, Akihiko ; SILVA, Marliane C S . ACTION OF TWO HERBICIDES ON THE MICROBIAL ACTIVITY OF SOIL CULTIVATED WITH COMMOM BEAN (*Phaseolus vulgaris*) IN CONVENTIONAL-TILL AND NO-TILL SYSTEMS. Weed Research , Oxford, UK, v. 46, n.04, p. 284-289, 2006.
14. SILVA, Andreia Cristina da ; SANTOS, J. B. ; KASUYA, Maria Catarina Megumi ; SILVA, Antonio Alberto da ; MANABE, Akihiko . MICORRIZAÇÃO E ÉPOCAS DE DESSECAÇÃO DE Brachiaria brizantha NO DESENVOLVIMENTO DA SOJA. Planta Daninha (Impresso) , Viçosa, MG, v. 24, n.02, p. 207-214, 2006.
15. SANTOS, J. B.; SILVA, Antonio Alberto da ; COSTA, Mauricio Dutra ; AKELAITIS, Adriano ; VIVIAN, R. ; SANTOS, Edson Aparecido dos . AÇÃO DE HERBICIDAS SOBRE O CRESCIMENTO DE ESTIRPE DE *Rhizobium* tropici. Planta Daninha , v. 24, p. 457-465, 2006.
16. FERREIRA, Evander Alves ; SANTOS, J. B. ; SILVA, Antonio Alberto da ; VARGAS, Leandro ; REIS, Marcelo Rodrigues dos . GLYPHOSATE NO CONTROLE DE BIÓTIPOS DE AZEVÉM E IMPACTO NA MICROBIOTA DO SOLO. Planta Daninha , v. 24, p. 573-578, 2006.
17. SANTOS, J. B.; FERREIRA, Evander Alves ; KASUYA, Maria Catarina Megumi ; SILVA, Antonio Alberto da ; PROCOPIO, S.O. . TOLERANCE OF *Bradyrhizobium* STRAINS TO GLYPHOSATE FORMULATIONS. Crop Protection , Oxford, UK, v. 24, n.6, p. 543-547, 2005.
18. SANTOS, J. B.; JAKELAITIS, Adriano ; SILVA, Antonio Alberto da ; VIVIAN, R. ; COSTA, Maurício Dutra ; SILVA, Alexandre Ferreira da ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL. Planta Daninha , Viçosa, MG, v. 22, n.4, p. 683-691, 2005.
19. SANTOS, J. B.; JACQUES, R. J. S. ; PROCOPIO, S.O. ; KASUYA, Maria Catarina Megumi ; SILVA, Antonio Alberto da ; SANTOS, Edson Aparecido dos . EFEITOS DE DIFERENTES FORMULAÇÕES COMERCIAIS DE GLYPHOSATE SOBRE ESTIRPES DE *Bradyrhizobium*. Planta Daninha (Impresso) , Viçosa, MG, v. 22, n.02, p. 293-299, 2004.
20. PROCOPIO, S.O. ; SANTOS, J. B. ; JACQUES, R. J. S. ; KASUYA, Maria Catarina Megumi ; SILVA, Antonio Alberto da ; WERLANG, R. C. . CRESCIMENTO DE ESTIRPES DE *Bradyrhizobium* SOB INFLUÊNCIA DOS HERBICIDAS GLYPHOSATE POTÁSSICO, FOMESAFEN, IMAZETHAPYR E CARFENTRAZONE-ETHYL. Revista Ceres, Viçosa, MG, v. 51, n.294, p. 179-188, 2004.
21. SANTOS, J. B.; PROCOPIO, S.O. ; JACQUES, R. J. S. ; KASUYA, Maria Catarina Megumi ; SILVA, Antonio Alberto da . COMPORTAMENTO DE ESTIRPES DE *Bradyrhizobium* sp. SOB EFEITO DE COMPONENTES DO GLYPHOSATE POTÁSSICO. Revista Ciência Agronômica , v. 34, n.02, p. 201-206, 2003.

**Herbicidas afetam pouco\* microrganismos e animais, incluindo mamíferos, incluindo seres humanos**

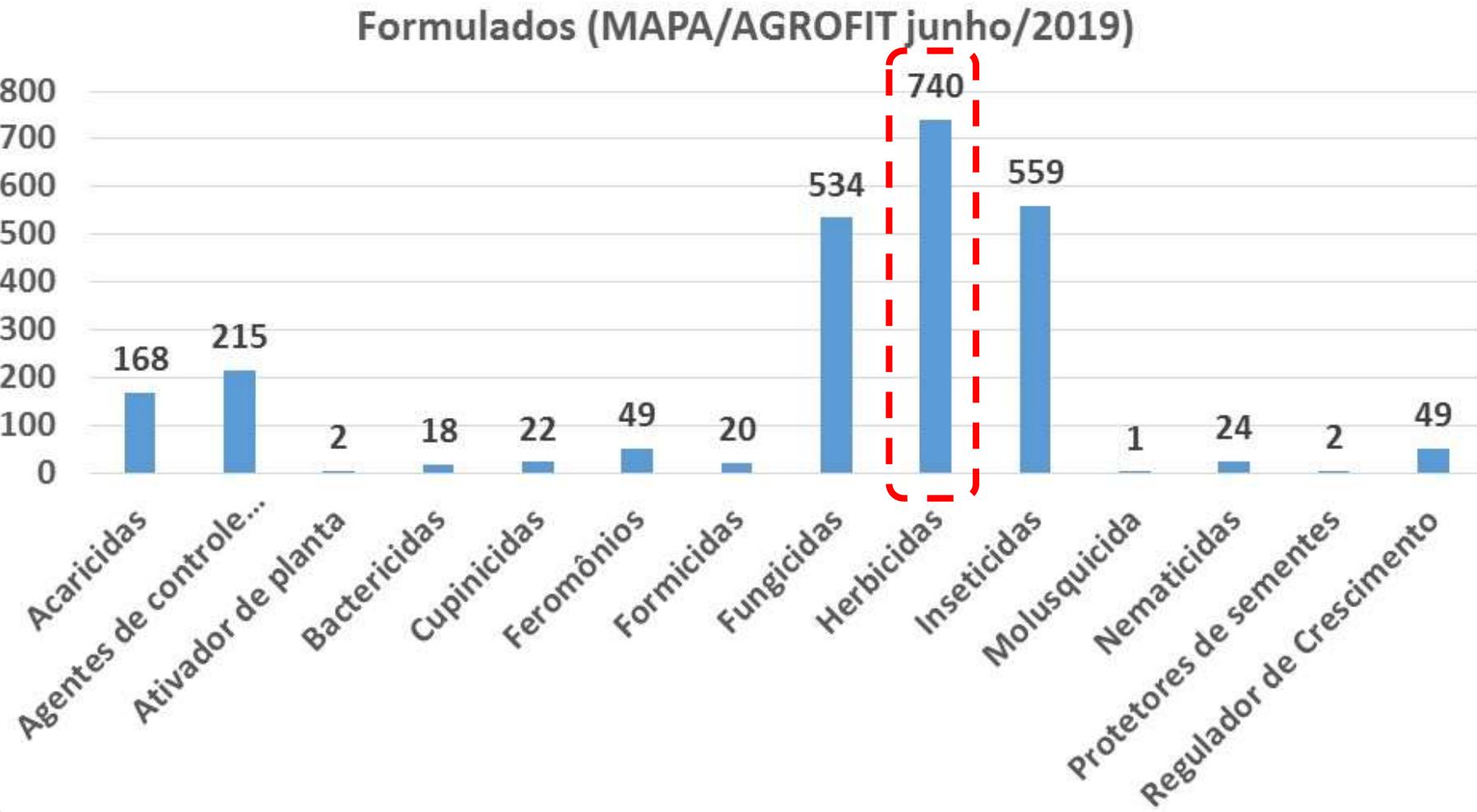
**Os resultados de intoxicação a organismos não alvo inferem doses excessivamente elevadas ou efeitos dos aditivos ou efeitos indiretos da aplicação dos produtos em plantas**

**Os casos graves de intoxicação são tidos como exceção\*\* e para número reduzido de produtos**

**Os problemas ambientais são graves e consequência indireta da aplicação: efeito na fração viva do solo ou da água: fitoplancton**

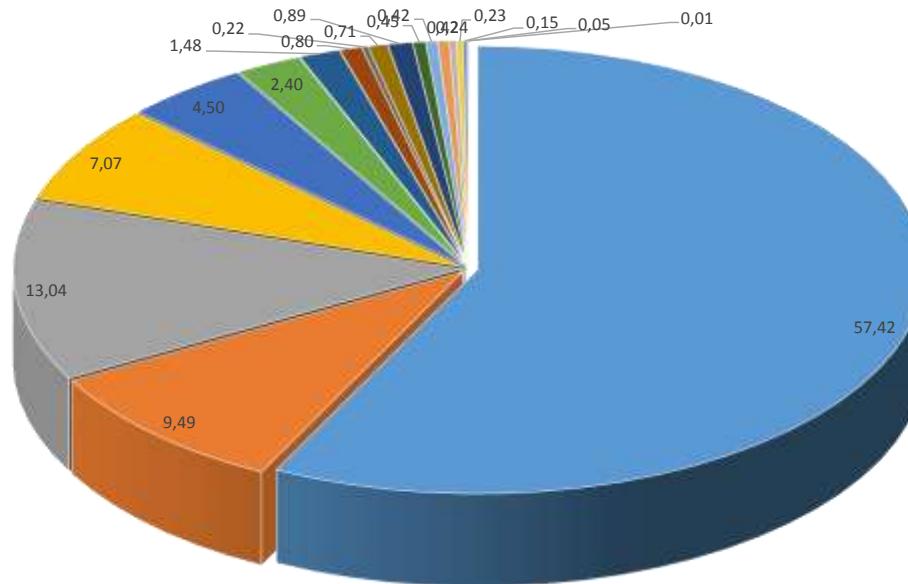
**Medidas de amenização dos problemas envolve tecnologia de aplicação, conhecimento dos produtos e principalmente a mobilidade/comportamento no ambiente**

# Total de produtos registrados do MAPA (13/09/2019: 2210)

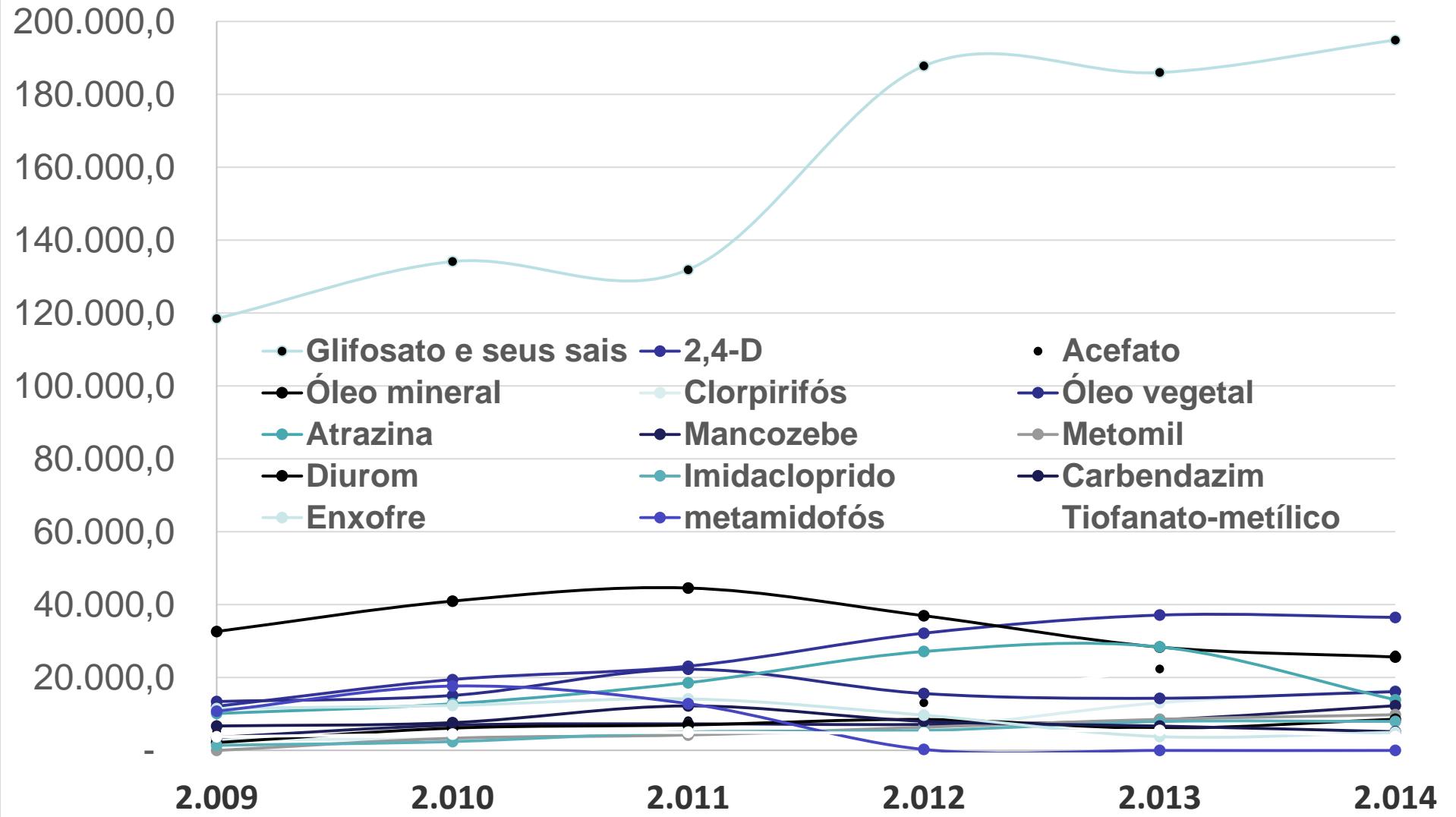


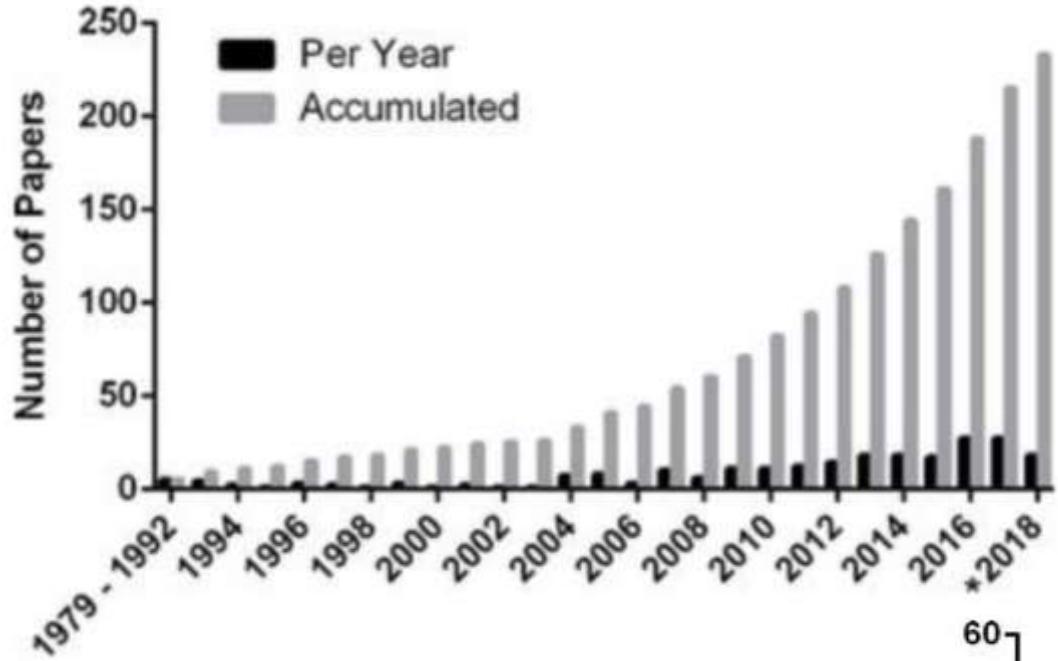
## Total de vendas de defensivos agrícolas no Brasil entre 2009 e 2014

- Herbicida
  - Fungicida
  - Adjuvante
  - Adjuvante, Acaricida, Inseticida
  - Inseticida, Cupinicida
  - Adjuvante, Inseticida
  - Regulador de Crescimento
  - Inseticida, Fungicida
  - Fungicida, Formicida, Herbicida, Inseticida, Acaricida, Nematicida
  - outros
- Inseticida
  - Inseticida, Acaricida
  - Acaricida, Fungicida
  - Acaricida
  - Espalhante
  - Inseticida, Nematicida
  - Inseticida, Acaricida, Fungicida
  - Fungicida, Bactericida
  - Protetor de Sementes



# Vendas em toneladas de ingredientes ativos



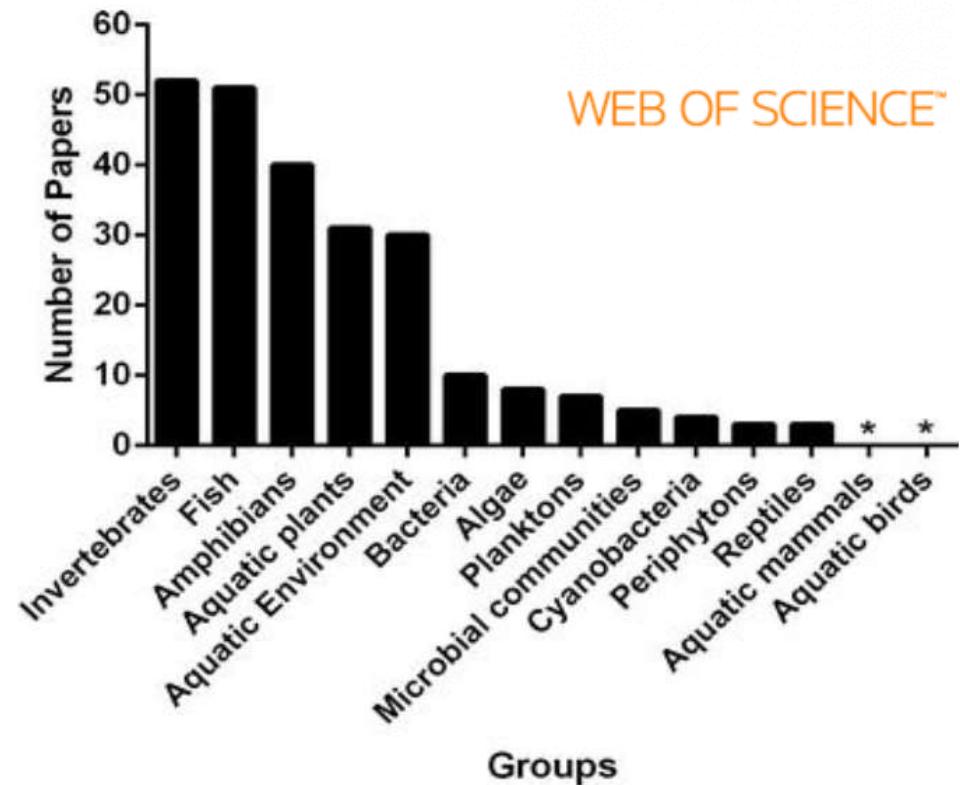


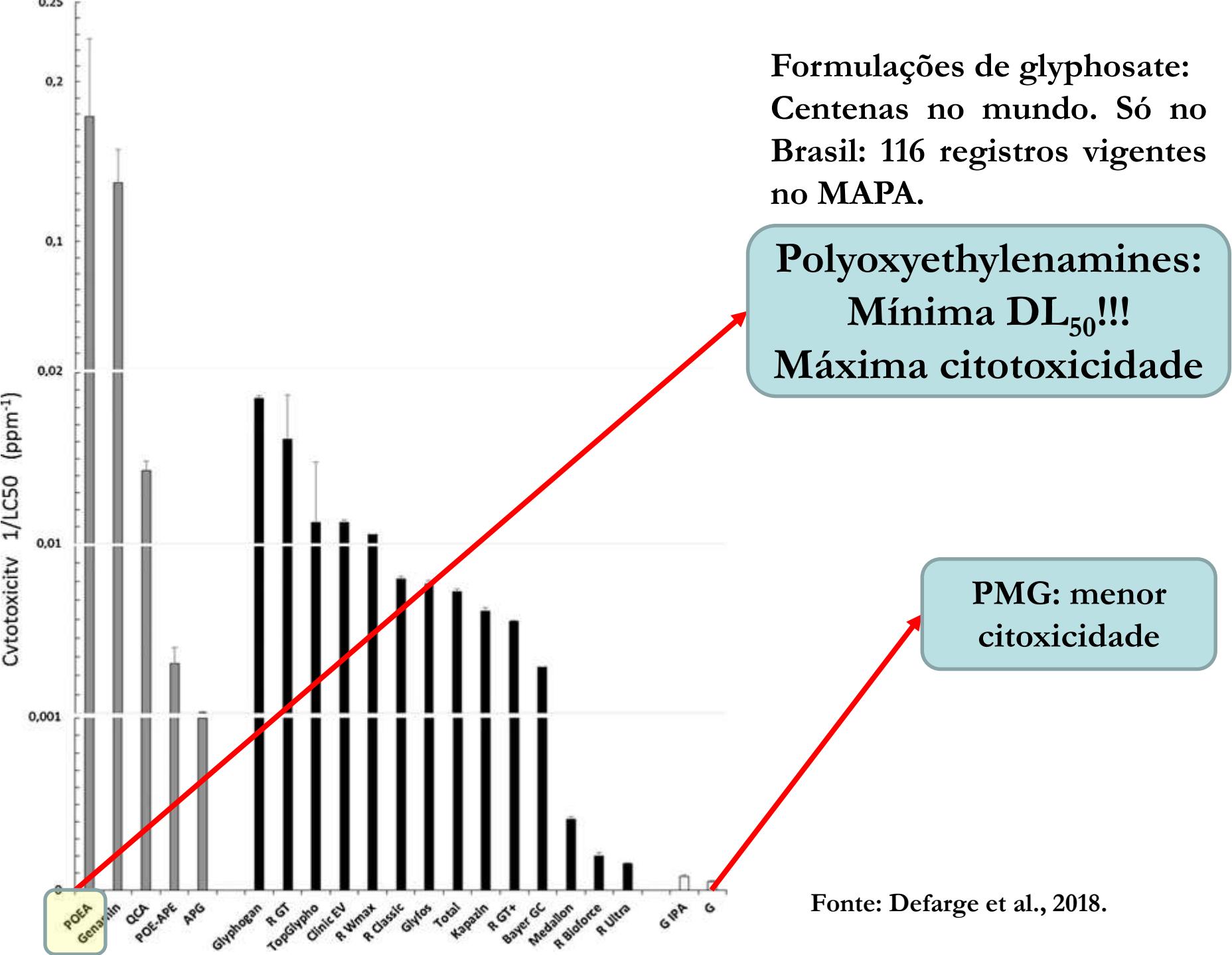
Number of papers published per year. Papers published until August 2018.



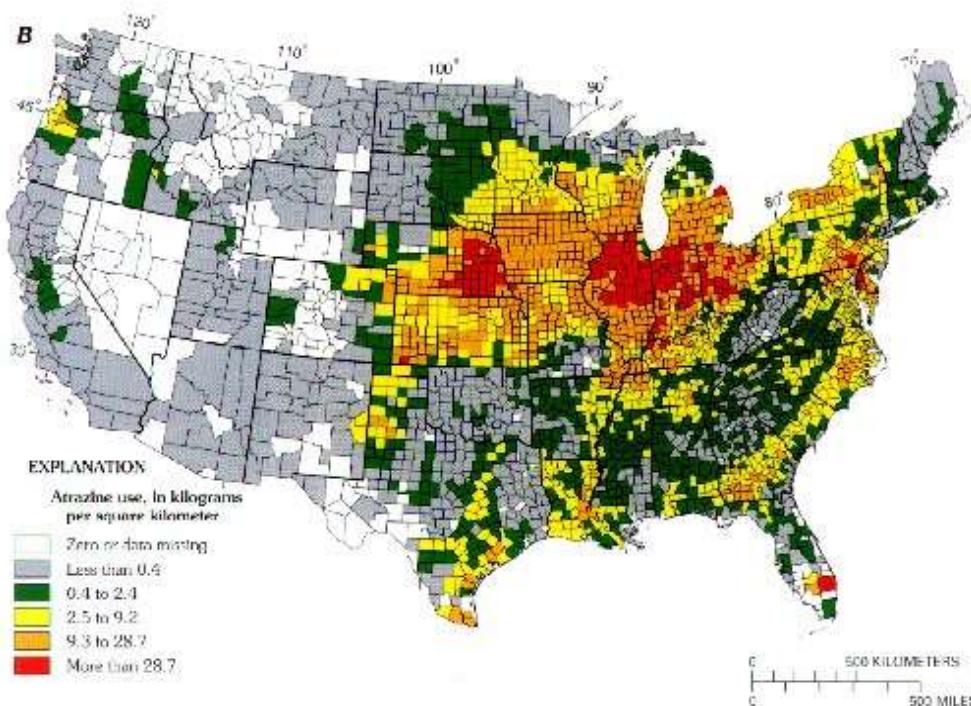
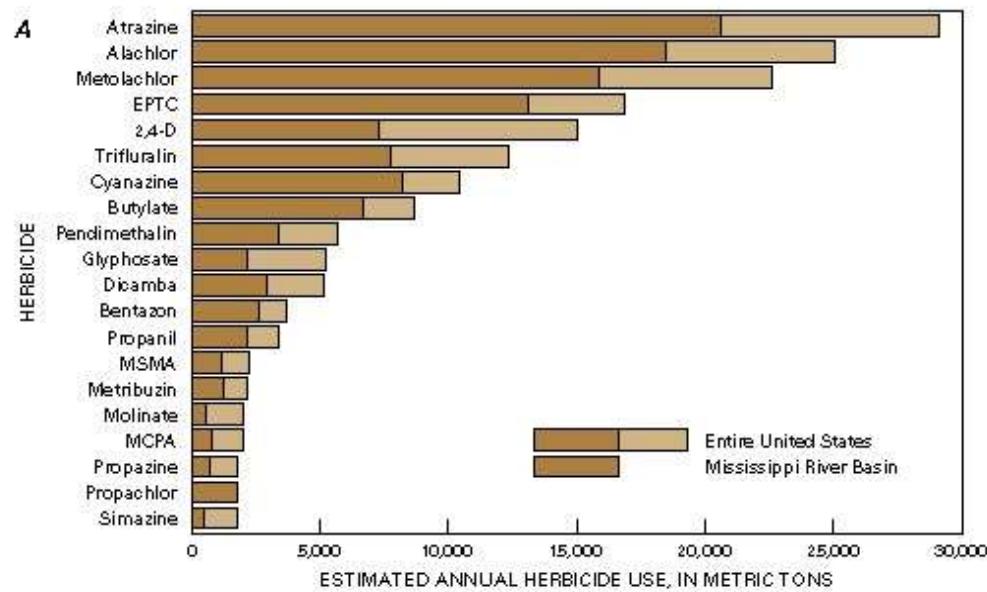
Number of papers per organism group. Asterisk indicates lack of studies evaluating the toxicological effects of glyphosate in aquatic mammals and birds.

Efeito de glyphosate sobre organismos aquáticos (Gonçalves et al., 2019).

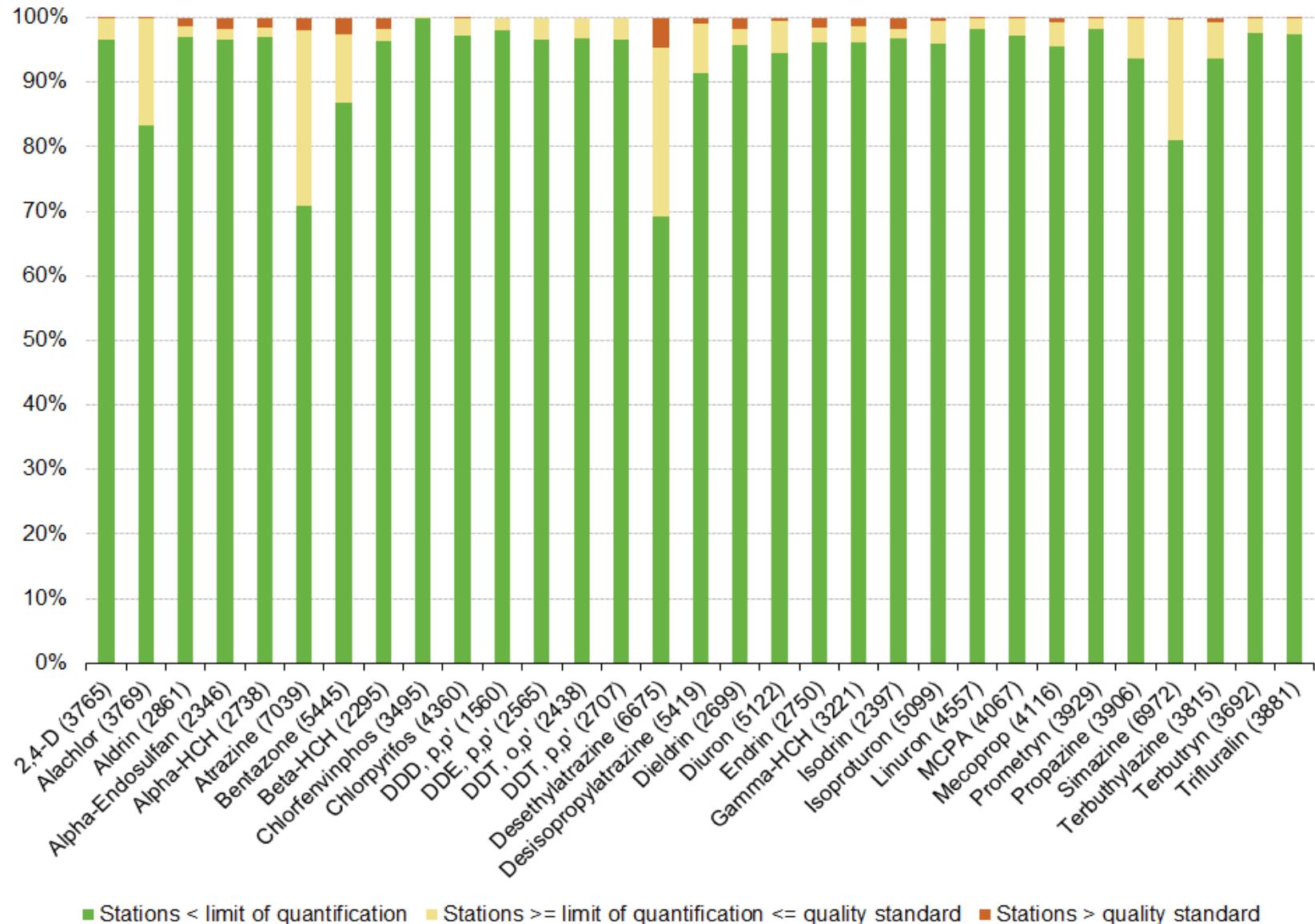




**Figure 39--Herbicides Applied to Cropland**



A maioria dos pesticidas utilizados na bacia do rio Mississippi são herbicidas: atrazine é o principal resíduo em águas



■ Stations < limit of quantification ■ Stations  $\geq$  limit of quantification <= quality standard ■ Stations > quality standard

(<sup>1</sup>) BE, BG, CZ, DK, DE, FR, IT, CY, AT, PL, SI, SK, UK, CH

Note: Numbers of monitoring stations are given in brackets.

**Estações monitoradas em vários países da Europa: atrazine como principal resíduo.**



# The effects of atrazine on dissolved oxygen and nitrate concentrations in aquatic systems

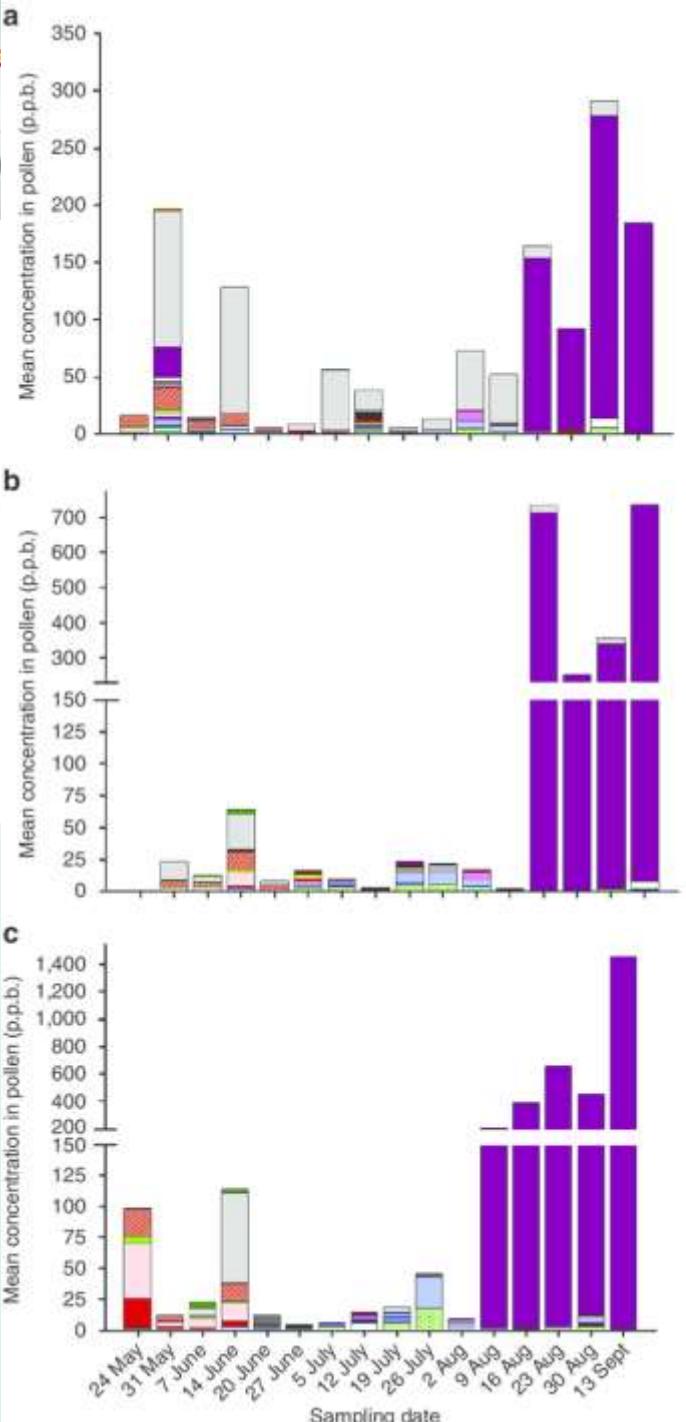
P.M. Rocchio <sup>a</sup>, J.L. Malanchuk <sup>b</sup>

Show more

[https://doi.org/10.1016/0160-4120\(86\)90101-7](https://doi.org/10.1016/0160-4120(86)90101-7)

[Get rights and content](#)

Conclusão: baixas concentrações causam grande impacto sobre oxigênio dissolvido (vai a zero com menos de 50 µg/L), contudo, o sistema se recupera após o nível de atrazine retornar a zero.



DOI: 10.1038/ncomms11629

OPEN

ent a season-long route  
— honey bees

## **Resíduos de pesticidas em pólem: mais de 60 espécies (30 famílias de plantas daninhas) avaliadas**



**Resíduos de tembotrione aplicado anteriormente no milho (300ha): Prejuízos de 12 milhões de reais no triangulo mineiro (Reis, setembro de 2019).**

**Custo/ha (prejuízo com resíduos de diclosulam, sulfentrazone, atrazine):**  
Cebola, cenoura e batata: R\$50 mil  
Alho e tomate mesa: R\$ 120 mil  
Tomate para industria R\$ 40 mil (Reis, 2019).

# Problemas com resíduos em olerícolas (Correia, N.M, 2019):

- Halosulfuron para beterraba e cenoura  
Ethoxysulfuron para alho
- Saflufenacil para feijão
- Metribuzin para milho, sorgo e alho
- Nicosulfuron para alho e cenoura
- Metsulfuron para cenoura e batata
- Oxadiazon para milho
- Tembotriione para batata
- Chlorimuron para alho



Outros: Diclosulam: bula – 18 meses sem cultivo de girassol

The image shows a screenshot of the HerbSolo UFV mobile application. At the top left is a dark rounded rectangle containing the chemical structure of diclosulam, which is 4-amino-6,7-dichloro-2-hydroxypyrimidine. To the right of the structure, the app's logo "HerbSolo UFV" is displayed in bold black font, followed by "v2.0". Below the logo is a blue button with the word "OBTER" in white. Further down, there are two small icons: the Apple App Store logo and the Google Play Store logo, with the word "DISPONÍVEL" written above them. At the bottom of the screen is a dark brown horizontal bar with the text "HerbSolo UFV" in white.

# 50 BREAKTHROUGHS

## Critical scientific and technological advances needed for sustainable global development

This is the beginning of a conversation. Through the history of continual development, a small number of breakthrough technologies have had transformative impact: the polio vaccine; the new seed varieties which launched the Asian Green Revolution; anti-retroviral drugs which appear to have reduced HIV/AIDS; a chronic and manageable disease; and more recently, the M-PESA mobile payments platform. Such major breakthroughs are rare. The truth is that far too much of the effort is focused on incremental technologies which—despite compelling narratives, significant funding, and considerable media hype—fail to reach any reasonable scale or impact. Why? Because there is limited broad understanding of the underlying issues, and the role of technology. Decision-makers—donors, social impact investors, program officers, employees in government agencies, practitioners working in NGOs—often make their decisions without adequate information or analysis.

The main purpose of the 50 Breakthroughs study is to identify where game-changing technologies are most required. The study's main objectives are to:

- Foster a thought-provoking conversation about the role of technology in addressing the world's most pressing problems, and focus effort on the breakthroughs that really matter.
- Provide contextual background for technologists, so that they can determine how their work can address these critical challenges.
- Provide decision-makers a guide to asking the hard, but important, questions.

In this study, we consulted with a large number of experts, but not all of them agree with our conclusions. We are certain that some will disagree some of our conclusions and analyses. Still, we are sharing our findings because the problems we all seek to address require urgent action, and we can't wait for perfect data. Let's begin the conversation.



THE 1207 OF THE 50 BREAKTHROUGHS



INTRODUCTION



GLOBAL HEALTH

<http://transformativetechnologies.org/the-50-breakthroughs-study/#>

“50 avanços: avanços científicos e tecnológicos críticos necessários para o desenvolvimento global sustentável”

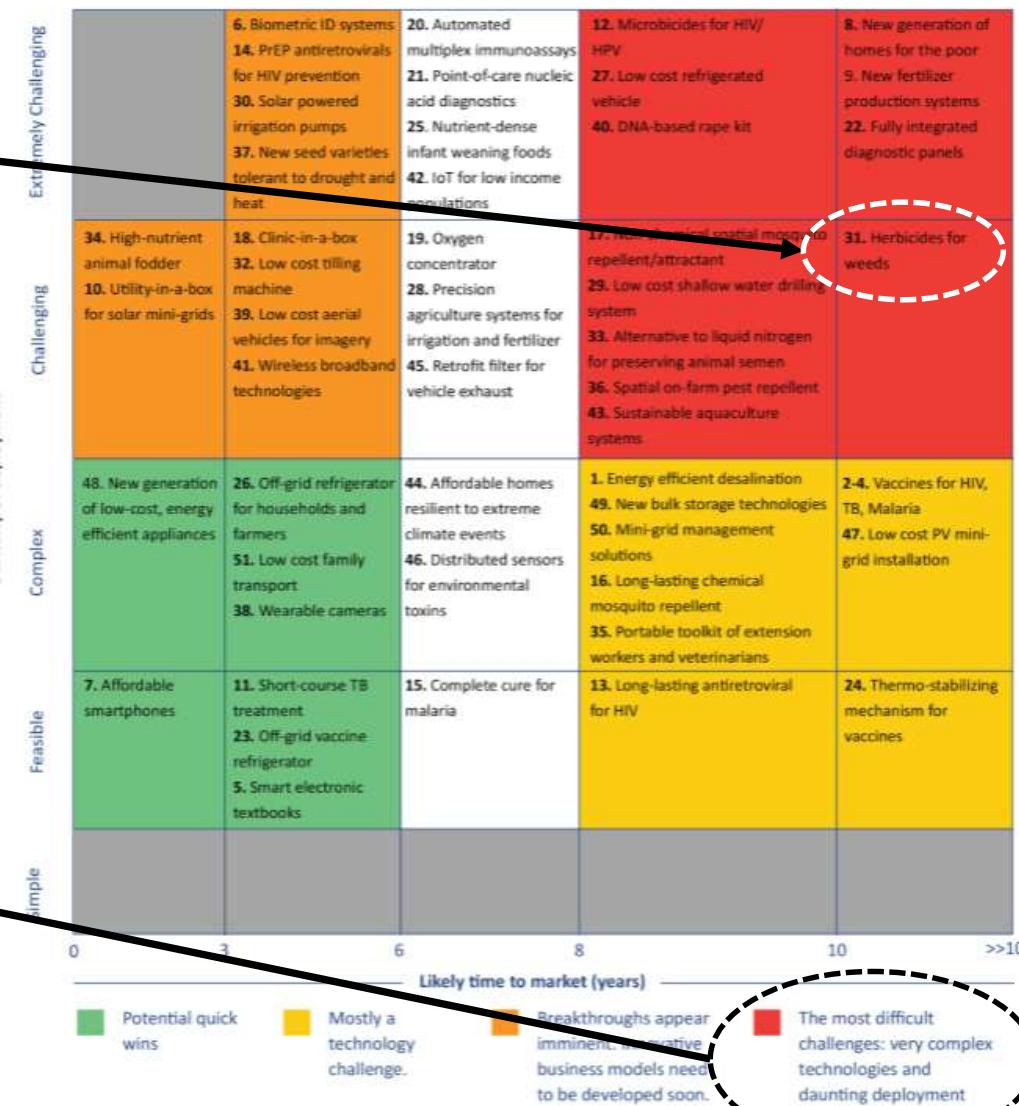
“50 avanços: avanços científicos e tecnológicos críticos necessários para o desenvolvimento global sustentável”

## 2 avanços diretamente ligados a herbicidas

## 4 avanços ligados aos recursos hídricos

Os desafios mais difíceis:  
tecnologias muito  
complexas e efetivas e  
desafiadoras obstáculos  
para implantação.

Matrix A



# Como diminuir o efeito negativo dos herbicidas no ambiente?

- São dois grupos: móveis e não móveis
- Difusão de conhecimento sobre os produtos;
- Investimento em tecnologia de aplicação;
- Método de “controle digital” (?!?)
- Conter resíduos e implementar tecnologias de degradação acelerada!



# Fitorremediação no Brasil

- Crescimento das pesquisas nos últimos anos
- Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil ~ fitorremediação
- 24 grupos, vinculados a 15 Instituições de Ensino e Pesquisa – zero vinculado a herbicidas. (Setembro/2008)
- 68 grupos, sendo 35 como linha de pesquisa – 05 “fitorremediação X herbicidas”



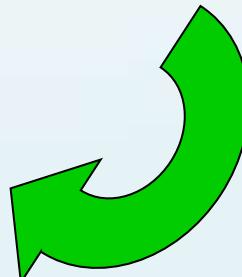
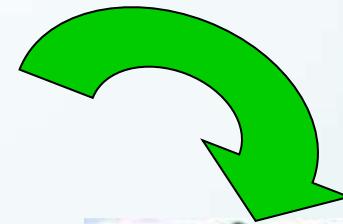
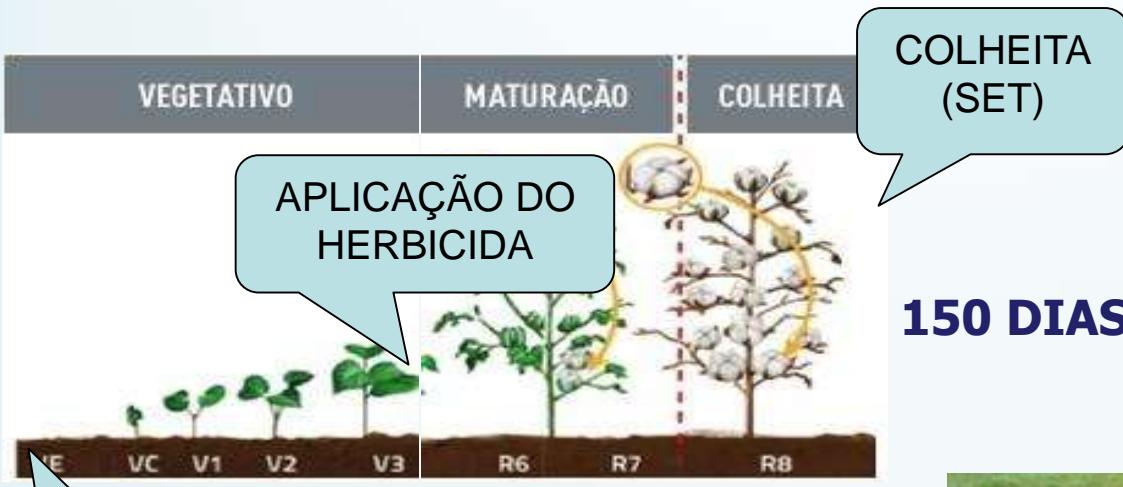
(Setembro/2019)

# Fitorremediação com enfoque agronômico

**Sucessão de culturas abreviando a liberação de áreas com níveis de herbicidas residuais**

**“Com a fitorremediação, pode-se reduzir significativamente o intervalo entre a aplicação de herbicidas e a semeadura de espécie cultivada sensível à presença dessas moléculas no solo.”**

# Exemplo de proposta para fitorremediação

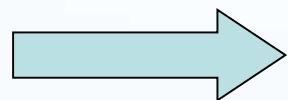


PLANTIO  
FITORREMEDIADORA  
(SET/OUT)

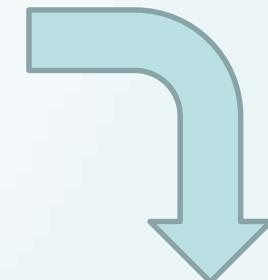
**60 DIAS = ganho  
60 a 90 dias!**

# -----Etapas-----

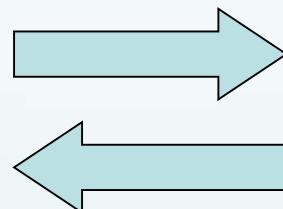
Pré-seleção



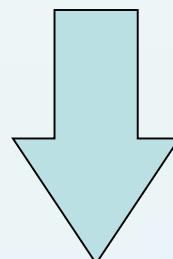
Seleção



Determinações  
complementares



Capacidade de  
descontaminação



Examinar mecanismos de  
remediação

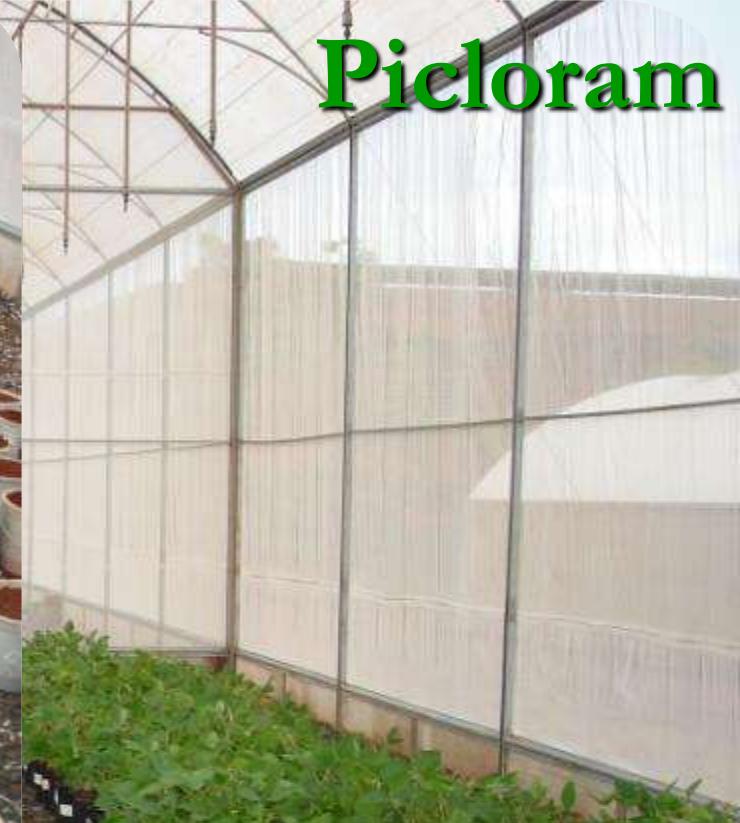
# Trifloxysulfuron



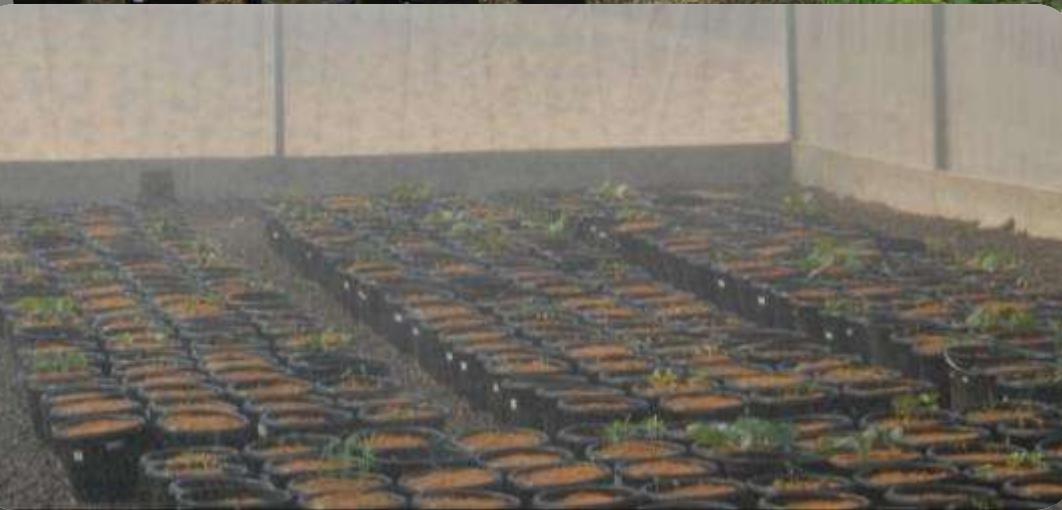
# Tebuthiuron



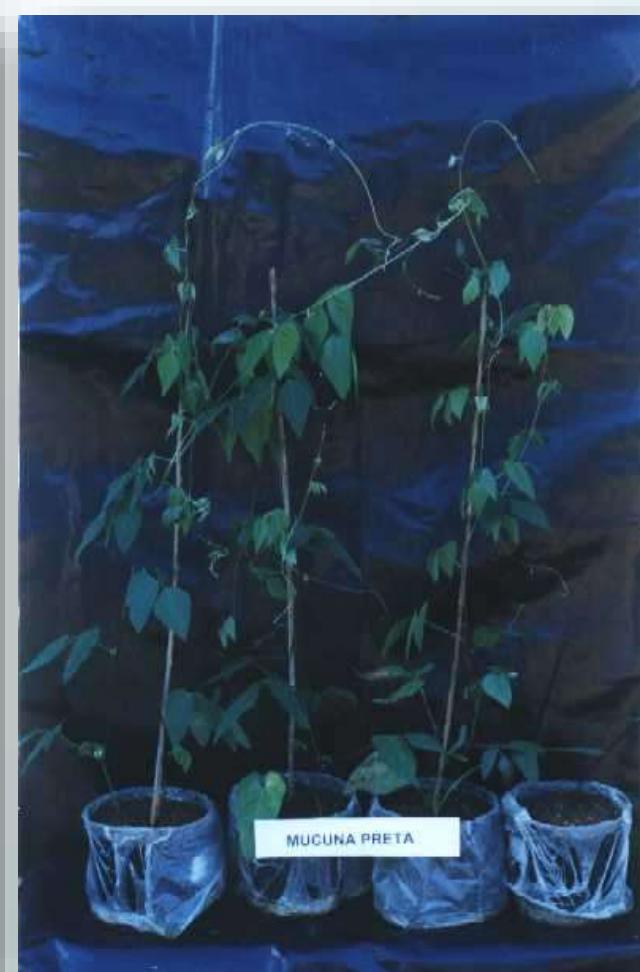
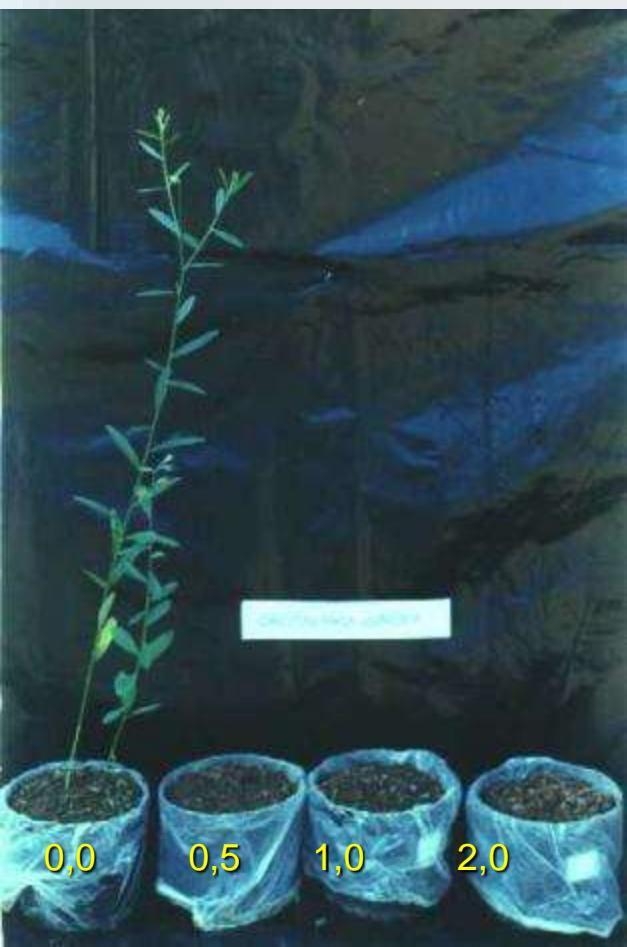
# Picloram



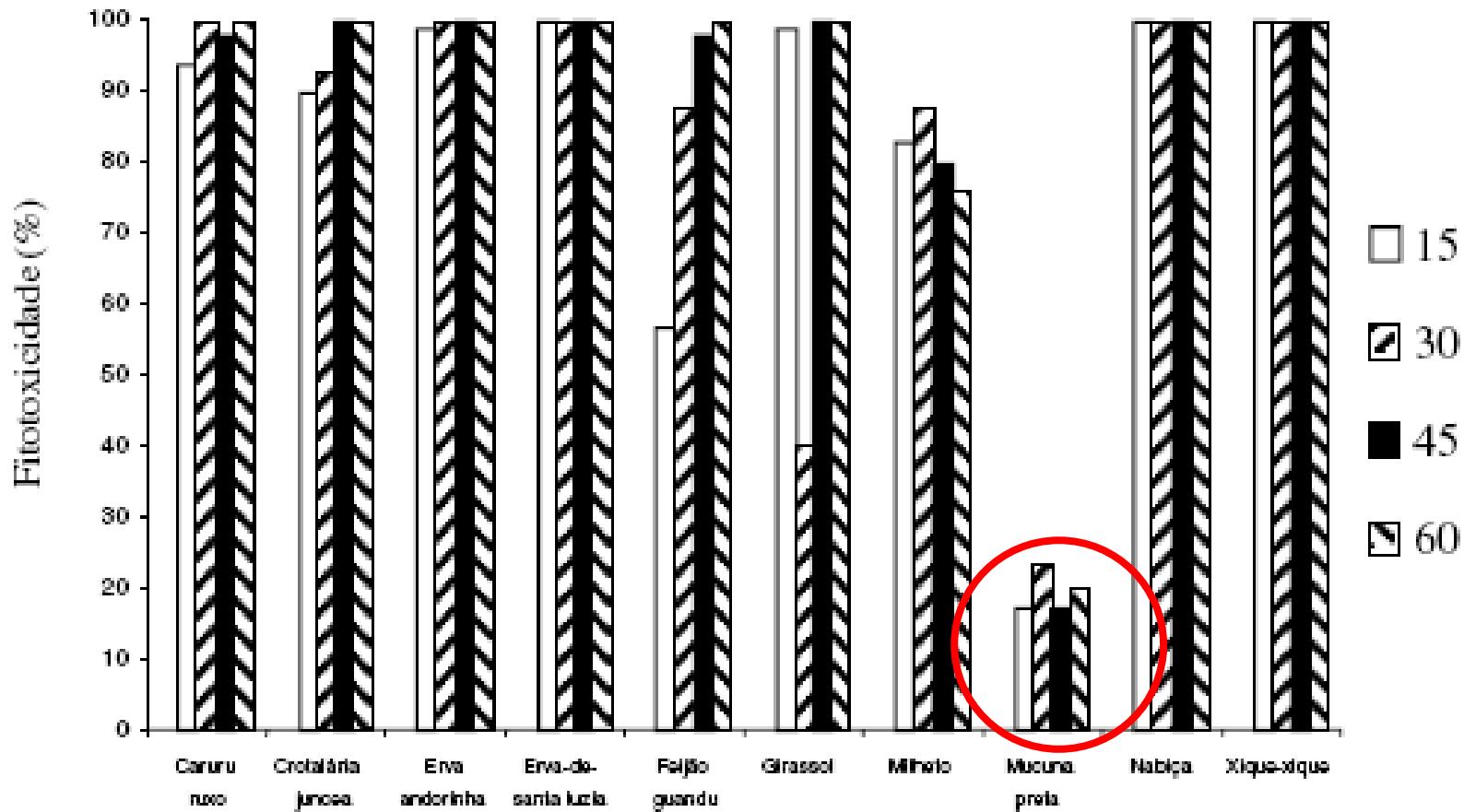
# Sulfentrazone



# TOLERÂNCIA



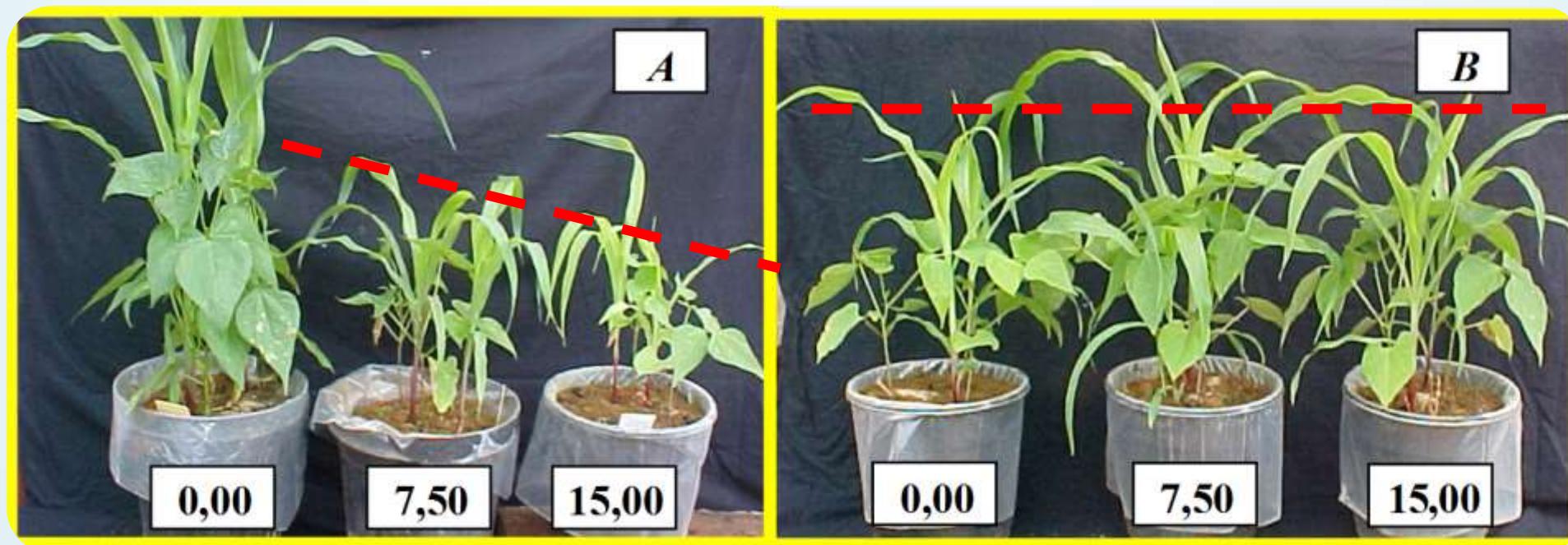
Efeito de quatro doses de tebuthiuron (0,0; 0,5; 1,0 e 2,0 kg ha<sup>-1</sup>) sobre três espécies de adubos verdes, aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos (Pires et al., 2005, 2006).



**Intoxicação visual causada por tebuthiuron a dez espécies vegetais após a sua aplicação na dose 1,0 kg ha<sup>-1</sup>. Avaliações realizadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após a semeadura.**

(Pires et al., 2003)

# ENSAIOS BIOLÓGICOS



**Solo não cultivado**

**Milho e de feijão**

**trifloxysulfuron-sodium (0,0, 7,5 e 15,0 g ha<sup>-1</sup>)**

**(PROCÓPIO et al., 2004)**

**Testemunhas: 1) sem contaminação e 2) com contaminação mas sem remediação.**

# *Fitorremediação com Eleusine coracana*



Sem herbicida



Picloram 80



Picloram 160

S-remediação



Sem herbicida



Picloram 80



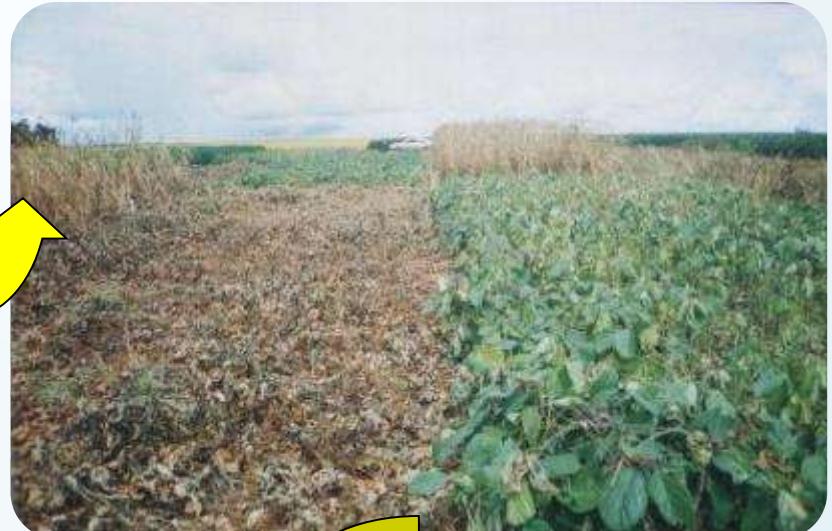
Picloram 160

C-remediação

(Rev. Bras. Ci. Solo - Procópio et al., 2009)

**Há risco de retorno ao ambiente  
ou de bioacumulação após manejo  
ou senescênciadas plantas???**

# Permanência na área ou retirada?



# Ensaios a campo



**UFV, Coimbra, MG - 2003**



Feijão-de-porco

FESURV, Rio Verde, GO



**UFES, São Mateus, ES**



**IFMG, São João Evangelista, MG**



**UFVJM, Couto de Magalhães de Minas, MG**

# Resultados: Plantas selecionadas

Molécula	Espécies fitorremediadoras	
Tebuthiuron	Feijão de porco	Mucuna preta
Trifloxysulfuron sod.	Feijão de porco	Mucuna preta
Picloram	Pé-de-galinha gigante	Tanzânia
	Brizantha	Decumbens
Sulfrentrazone	Feijão de porco	Crotalária júncea

# Resultados obtidos para efetiva recomendação de programa de fitorremediação

## Sulfentrazone

Espécies selecionadas	<u>Feijão de porco</u> , crotalária júncea
Tempo de cultivo	75 dias
Densidade de plantio	$FP = 20 \text{ pl m}^{-2}$ $CJ = 120 \text{ pl m}^{-2}$
Permanência dos resíduos	Sim
Influência da MO	Não (???)
Influência da mineralogia e textura do solo	Sim (???)

# Resultados para remediação de herbicidas de longo efeito residual:

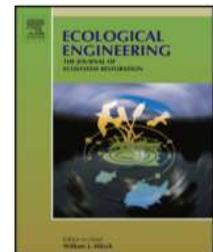
Ecological Engineering 94 (2016) 102–106



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Ecological Engineering

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecoleng](http://www.elsevier.com/locate/ecoleng)



Effect of growing *Brachiria brizantha* on phytoremediation of picloram under different pH environments



Renan Rodrigues Braga<sup>a</sup>, José Barbosa dos Santos<sup>b</sup>, José Cola Zanuncio<sup>c,\*</sup>,  
Camila Silva Bibiano<sup>d</sup>, Evander Alves Ferreira<sup>b</sup>, Maxwel Coura Oliveira<sup>e</sup>,  
Daniel Valadão Silva<sup>g</sup>, José Eduardo Serrão<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36570-900 Viçosa, Minas Gerais, Brazil

<sup>b</sup> Departamento de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 39100-000 Diamantina, Minas Gerais, Brazil

<sup>c</sup> Departamento de Entomologia/BIOAGRO, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000 Viçosa, Minas Gerais, Brazil

<sup>d</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, 37200-000 Lavras, Minas Gerais, Brazil

<sup>e</sup> Department of Agronomy and Horticulture, University of Nebraska-Lincoln, 68503 Lincoln, NE, United States of America

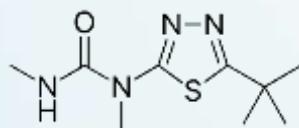
<sup>f</sup> Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa, 36570-900 Viçosa, Minas Gerais, Brazil

<sup>g</sup> Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 59625-574 Mossoró, Rio Grande do Norte, Brazil

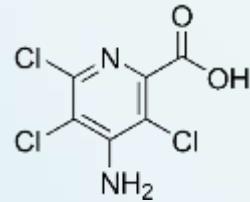


# Fitorremediação de áreas com resíduos de herbicidas:

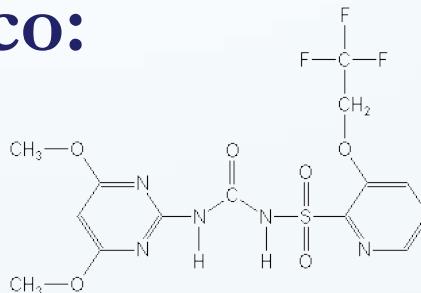
## Enfoque agronômico:



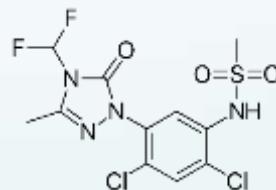
Tebuthiuron



Picloram

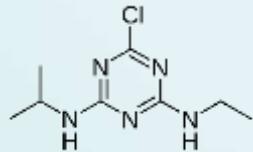


Trifloxysulfuron

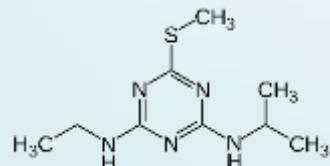


Sulfentrazone

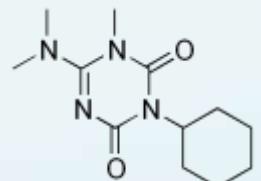
## Enfoque ambiental:



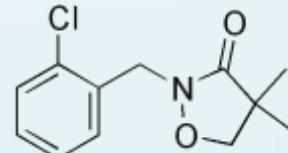
Atrazine



Ametryn



Hexazinone



Clomazone



# Fitorremediação de áreas com resíduos de herbicidas

**Herbáceas**

**Arbóreas**

**Macrófitas**



# Fitorremediação de áreas com resíduos de herbicidas

Herbáceas

- Otimização de uso das áreas agrícolas: fitodegração
- Combater o efeito de “carryover”;
- Várias espécies já recomendadas;
- Opção ao pousio;
- Cuidados com a espécie a ser utilizada.
- Rotação com braquiária parece ser boa opção: ILP (?!?!?)

Arbóreas

Macrófitas



# Fitorremediação de áreas com resíduos de herbicidas

Herbáceas

- Diminuição de resíduos que chegaria aos cursos hídricos: fitoextração;
- Combater o efeito provocado pelo escoamento superficial de herbicidas ou mesmo derivado da lixiviação;
- Enriquecimento de zonas ripárias ou mesmo faixa adicional a ela;

Arbóreas

Macrófitas



# Fitorremediação de áreas com resíduos de herbicidas

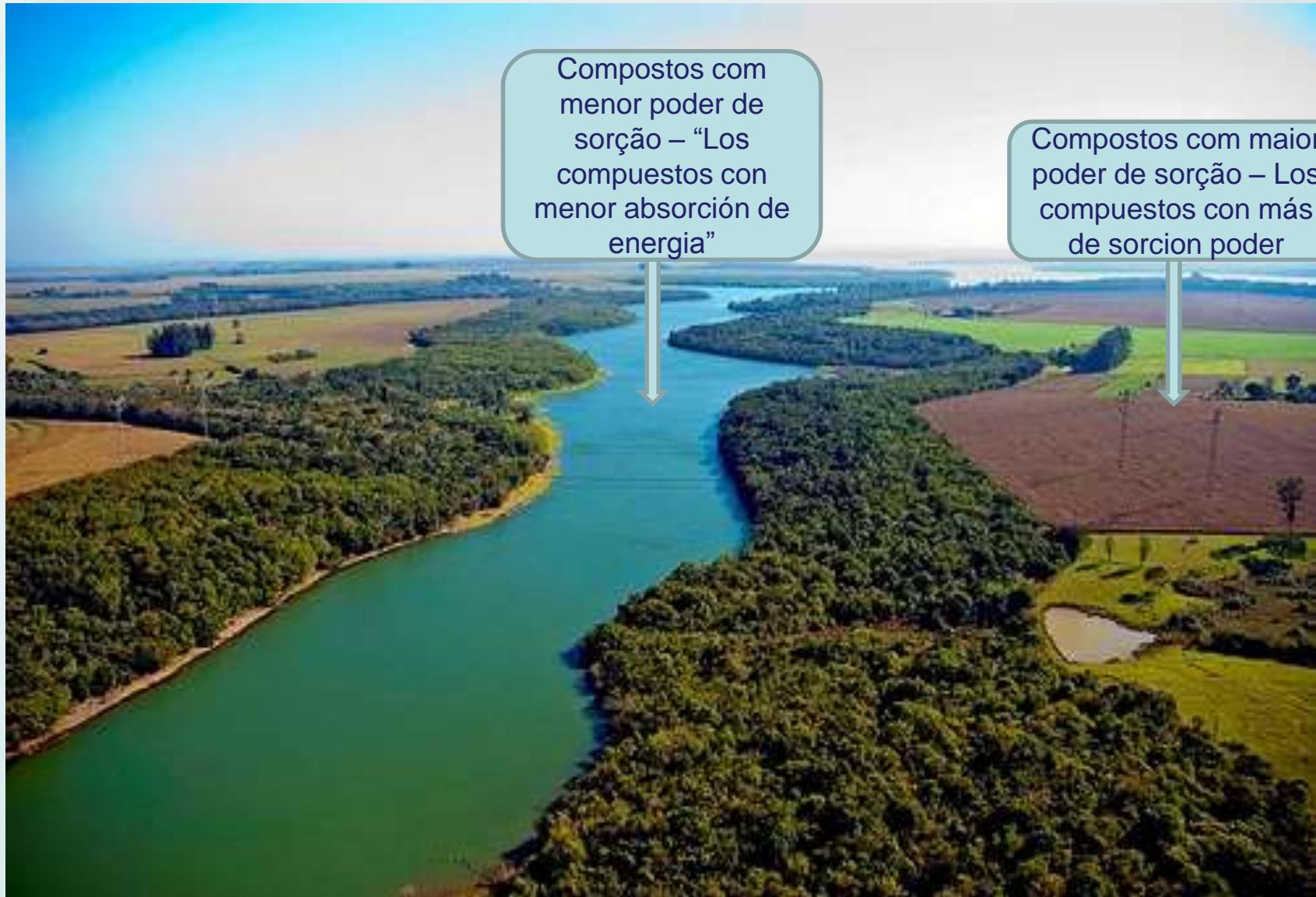
Herbáceas

- Diminuição de resíduos presentes na água;
- Combater o efeito provocado pela presença direta dos herbicidas, principalmente sobre o fitoplâncton;
- Principal mecanismo: rizofiltração.

Arbóreas

Macrófitas

# MATAS CILIARES “*Ribereña*”

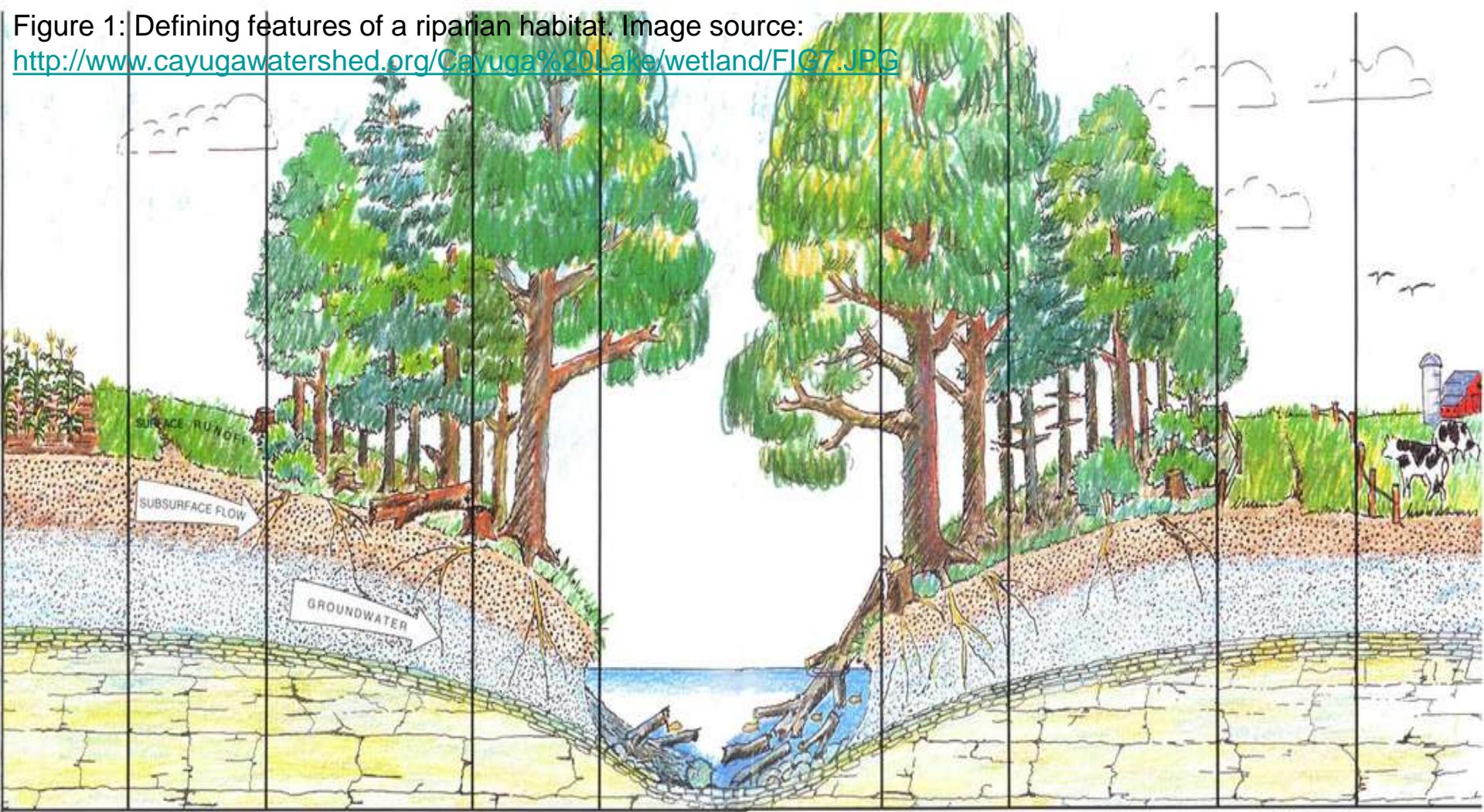


**Tabela 1.** Critérios para ranqueamento de produtos fitossanitários quanto ao potencial de contaminação de água subterrânea (EPA e GUS) e superficial (GOSS) e classificação de alguns herbicidas.

Método	Características	Classes	
<b>USEPA<sup>1</sup></b>	Solubilidade em água, coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo, constante da Lei de Henry, meia vida em solo e água e Espéciação.	Contaminante Potencial - <u>CP</u> ou Não Contaminante - NC	
<b>GUS<sup>2</sup></b>	Meia vida no solo e coeficiente de adsorção à matéria orgânica.	Não Lixiviável - NL ( $GUS < 1,8$ ) ou Faixa de Transição - FT ( $1,8 < GUS < 2,8$ ) ou Provável Lixiviação - PL ( $GUS > 2,8$ )	
<b>GOSS<sup>3</sup></b>	Meia vida no solo, coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo e solubilidade em água.	Alto, Médio e Baixo Potencial de Contaminação de águas superficiais, <u>Dissolvido</u> em Água ou Associado ao Sedimento (APCDA ou APCAS, MPCDA ou MPCAS, BPCDA ou BPCAS)	
<b>Exemplos</b>		Classificação <sup>4</sup>	
	USEPA	GUS	GOSS
<b>2,4-D</b>	CP	FT	APCAS e MPCDA
<b>ametryn</b>	NC	FT	APCDA e BPCAS
<b>atrazine</b>	CP	PL	APCDA e MPCAS
<b>clomazone</b>	CP	PL	APCDA e APCAS
<b>diuron</b>	CP	PL	APCDA e MPCAS
<b>glyphosate</b>	CP	NL	MPCDA e MPCAS
<b>hexazinone</b>	CP	PL	APCDA e MPCAS

<sup>1</sup> Método *escreening* - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, (USEPA, 2013). Também são considerados tipo de solo, posição do aquífero e precipitações. <sup>2</sup> *Groundwater Ubiquity Score* - GUS (Gustafson, 1989). <sup>3</sup> Método de GOSS (Goss, 1992). <sup>4</sup> Adaptado de Milhome et al. (2009) e Britto et al. (2012).|

Figure 1: Defining features of a riparian habitat. Image source:  
<http://www.cayugawatershed.org/Cayuga%20Lake/wetland/FIG7.JPG>



CROPLAND	ZONE 3 RUNOFF CONTROL	ZONE 2 MANAGED FOREST	ZONE 1 UNDISTURBED FOREST	STREAM BOTTOM	ZONE 1 UNDISTURBED FOREST	ZONE 2 MANAGED FOREST	ZONE 3 RUNOFF CONTROL	PASTURE
Sediment, fertilizer and pesticides are carefully managed.	Concentrated flows are converted to dispersed flows by water bars or spreaders, facilitating ground contact and infiltration.	Filtration, deposition, plant uptake, anaerobic denitrification and other natural processes remove sediment and nutrients from runoff and subsurface flows.	Maturing trees provide detritus to the stream and help maintain lower water temperature vital to fish habitat.	Debris dams hold debris for processing by aquatic fauna and provide cover and cooling shade for fish and other stream dwellers.	Tree removal is generally not permitted in this zone.	Periodic harvesting is necessary in Zone 2 to remove nutrients sequestered in tree stems and branches and to maintain nutrient uptake through vigorous tree growth.	Controlled grazing or haying can be permitted in Zone 3 under certain conditions.	Watering facilities and livestock are kept out of the Riparian Zone insofar as practicable.



# Pré-seleção: Efeitos sobre germinação e emergência

# Pré-seleção: Seleção por cultura de tecidos: meio com diuron



**Figura 5:** Efeito das diferentes concentrações do herbicida diuron sobre a espécie florestal fedegoso (*Senna macranthera*).



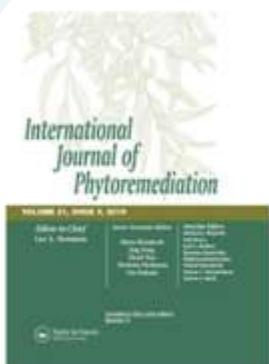
**Figura 6:** Efeito das diferentes concentrações do herbicida diuron sobre a espécie florestal pau- jacaré (*Diptadenia gonoacantha*).



Plântulas de *Senegalia polypyphylla* (monjoleiro) em  
meio contendo 2,4-D

# Pré-seleção: Efeitos sobre crescimento e desenvolvimento inicial

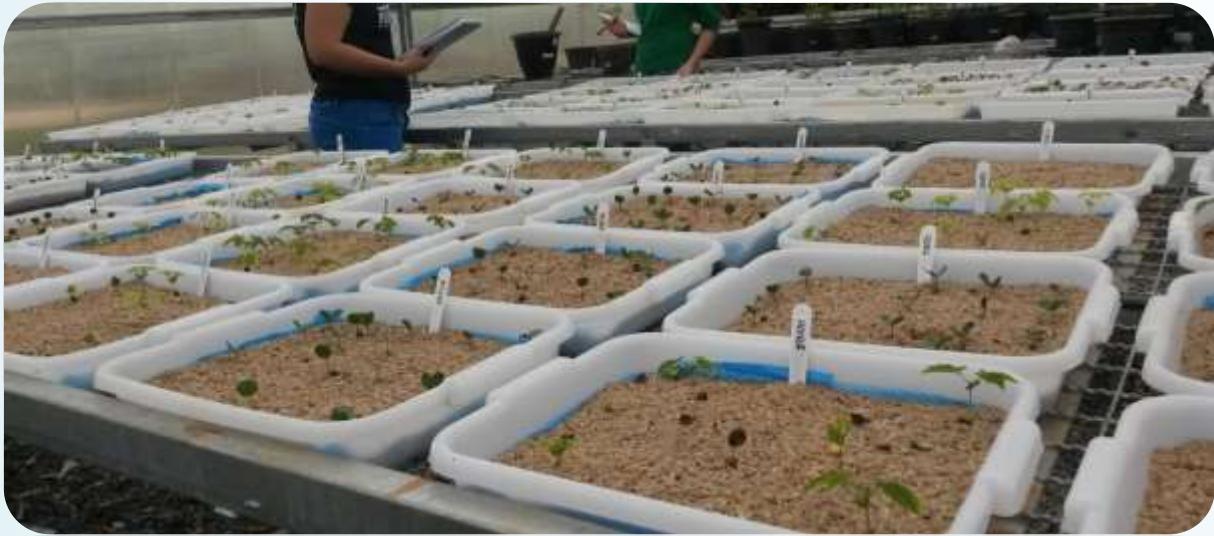




## Development of native forest species of the Atlantic forest in soil contaminated with hormonal herbicides

Mariana Generoso Ferreira, Gabriela Madureira Barroso, Vitor Antunes M. da Costa, Bárbara Monteiro de Castro e Castro, José Cola Zanuncio, Israel Marinho Pereira, Evander Alves Ferreira, Dayana Maria Teodoro Francino & José Barbosa dos Santos

# Efeito sobre germinação e emergência de plântulas

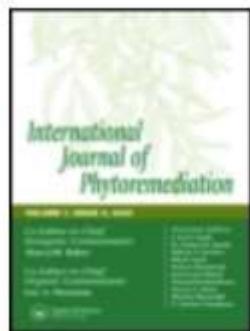


# Resultados observados:

**Table 1.** Emergence (%), emergence speed index (EVI), root volume (%) and stem diameter (%) of *Anadenanthera colubrina*, *Cassia ferruginea*, *Dalbergia villosa*, *Machaerium nyctitans*, *Machaerium opacum*, *Piptadenia gonoacantha*, *Senegalia polyphylla* and *Senna macranthera* under doses 0.166; 0.333 and 0.666 L ha<sup>-1</sup> of the herbicides 2.4-D + picloram.

Doses L ha <sup>-1</sup>	Control	0.166	0.333	0.666
Species				
Emergence (%)				
<i>A. colubrina</i>	90 ± 0 <sup>ns</sup>	76.67 ± 6.41 <sup>ns</sup>	63.33 ± 8.98 <sup>ns</sup>	90 ± 3.84 <sup>ns</sup>
<i>C. ferruginea</i>	90 ± 3.94 <sup>ns</sup>	80 ± 7.69 <sup>ns</sup>	93.33 ± 5.13 <sup>ns</sup>	86.66 ± 2.56 <sup>ns</sup>
<i>D. villosa</i>	76.67 ± 5.13 <sup>ns</sup>	53.33 ± 8.98 <sup>ns</sup>	46.66 ± 8.98 <sup>ns</sup>	43.33 ± 10.26 <sup>ns</sup>
<i>M. nyctitans</i>	60 ± 15.39 <sup>ns</sup>	83.33 ± 5.13 <sup>ns</sup>	73.33 ± 6.41 <sup>ns</sup>	56.66 ± 2.56 <sup>ns</sup>
<i>M. opacum</i>	33.33 ± 5.13 <sup>ns</sup>	40 ± 7.7 <sup>ns</sup>	20 ± 3.84 <sup>ns</sup>	20 ± 0 <sup>ns</sup>
<i>P. gonoacantha</i>	60 ± 3.84 <sup>ns</sup>	46.66 ± 10.26 <sup>ns</sup>	56.66 ± 6.41 <sup>ns</sup>	56.66 ± 6.41 <sup>ns</sup>
<i>S. polyphylla</i>	70 ± 7.69 <sup>ns</sup>	70 ± 3.85 <sup>ns</sup>	76.66 ± 4.83 <sup>ns</sup>	63.33 ± 2.56 <sup>ns</sup>
<i>S. macranthera</i>	70 ± 0 <sup>ns</sup>	63.33 ± 5.13 <sup>ns</sup>	73.33 ± 2.56 <sup>ns</sup>	53.33 ± 6.41 <sup>ns</sup>
CV%		24.46		
Emergence speed index (%)				
<i>A. colubrina</i>	20.88 ± 0.77 <sup>ns</sup>	16.98 ± 1.32 <sup>ns</sup>	13.44 ± 2.24 <sup>ns</sup>	18.74 ± 0.51 <sup>ns</sup>
<i>C. ferruginea</i>	12.63 ± 0.31 <sup>ns</sup>	11.62 ± 1.39 <sup>ns</sup>	12.3 ± 0.76 <sup>ns</sup>	10.74 ± 1.16 <sup>ns</sup>
<i>D. villosa</i>	11.51 ± 0.86 <sup>ns</sup>	8.71 ± 1.08 <sup>ns</sup>	7 ± 1.69 <sup>ns</sup>	5.58 ± 1.57 <sup>ns</sup>
<i>M. nyctitans</i>	6.03 ± 1.32 <sup>ns</sup>	10.37 ± 0.84 <sup>ns</sup>	8.46 ± 0.79 <sup>ns</sup>	5.90 ± 0.89 <sup>ns</sup>
<i>M. opacum</i>	3.37 ± 0.71 <sup>ns</sup>	4.81 ± 0.96 <sup>ns</sup>	2.43 ± 0.57 <sup>ns</sup>	2.37 ± 0.37 <sup>ns</sup>
<i>P. gonoacantha</i>	8 ± 0.49 <sup>ns</sup>	4.77 ± 1.33 <sup>ns</sup>	6.16 ± 1.74 <sup>ns</sup>	6.81 ± 1.14 <sup>ns</sup>
<i>S. polyphylla</i>	13.24 ± 1.77 <sup>ns</sup>	14.46 ± 0.63 <sup>ns</sup>	13.97 ± 1.19 <sup>ns</sup>	12.99 ± 0.69 <sup>ns</sup>
<i>S. macranthera</i>	9.36 ± 0.24 <sup>ns</sup>	6.36 ± 0.30 <sup>ns</sup>	8.11 ± 0.46 <sup>ns</sup>	7.37 ± 0.48 <sup>ns</sup>
CV%		26.39		
Root volume (%)				
<i>A. colubrina</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	50 ± 9.92 <sup>ns</sup>	16.67 ± 3.21 <sup>ns</sup>	12.5 ± 4.81 <sup>ns</sup>
<i>C. ferruginea</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	102.70 ± 10.40 <sup>ns</sup>	106.76 ± 7.28 <sup>ns</sup>	94.60 ± 7.28 <sup>ns</sup>
<i>D. villosa</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	68.33 ± 24.38 <sup>ns</sup>	35 ± 25.02 <sup>ns</sup>	1.66 ± 1.28 <sup>ns</sup>
<i>M. nyctitans</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	190.91 ± 68.23 <sup>ns</sup>	281.82 ± 108.47 <sup>ns</sup>	186.37 ± 66.48 <sup>ns</sup>
<i>M. opacum</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	149.38 ± 28.99 <sup>ns</sup>	25.93 ± 19.96 <sup>ns</sup>	49.38 ± 38.01 <sup>ns</sup>
<i>P. gonoacantha</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	20 ± 15.40 <sup>ns</sup>	80 ± 30.79 <sup>ns</sup>	102 ± 16.17 <sup>ns</sup>
<i>S. polyphylla</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	88.89 ± 8.55 <sup>ns</sup>	88.89 ± 21.38 <sup>ns</sup>	33.33 ± 0 <sup>ns</sup>
<i>S. macranthera</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	92.86 ± 13.75 <sup>ns</sup>	75 ± 12.37 <sup>ns</sup>	57.14 ± 11.0 <sup>ns</sup>
CV%		41.46		
Stem diameter (%)				
<i>A. colubrina</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	93.08 ± 2.76 <sup>ns</sup>	103.35 ± 6.79 <sup>ns</sup>	116.32 ± 7.04 <sup>ns</sup>
<i>C. ferruginea</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	90.76 ± 3.39 <sup>ns</sup>	85.63 ± 1.14 <sup>ns</sup>	94.34 ± 7.36 <sup>ns</sup>
<i>D. villosa</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	88.18 ± 2.68 <sup>ns</sup>	58.48 ± 22.51 <sup>ns</sup>	66.15 ± 25.46 <sup>ns</sup>
<i>M. nyctitans</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	91.43 ± 4.17 <sup>ns</sup>	96.39 ± 1.40 <sup>ns</sup>	104.37 ± 1.21 <sup>ns</sup>
<i>M. opacum</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	103.02 ± 3.15 <sup>ns</sup>	46.63 ± 17.95 <sup>ns</sup>	38.35 ± 29.52 <sup>ns</sup>
<i>P. gonoacantha</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	97.74 ± 7.81 <sup>ns</sup>	107.19 ± 4.65 <sup>ns</sup>	104.39 ± 2.1 <sup>ns</sup>
<i>S. polyphylla</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	83.14 ± 1.31 <sup>ns</sup>	85.61 ± 5.56 <sup>ns</sup>	81.09 ± 1.05 <sup>ns</sup>
<i>S. macranthera</i>	100 ± 0 <sup>ns</sup>	130.22 ± 4.87 <sup>ns</sup>	103.35 ± 3.32 <sup>ns</sup>	92.69 ± 5.77 <sup>ns</sup>
CV%		22.89		

\*ns: Nonsignificant means at  $p < 0.05$  level.



## Effects of the herbicide trifluralin in the initial development of *Piptadenia gonoacantha* (Fabales: Fabaceae)

Aiane Maria Corrêa dos Santos, Wander Gladson Amaral, Fillipe Vieira de Araújo, Evander Alves Ferreira, Bárbara Monteiro de Castro e Castro, José Zanuncio, Israel Marinho Pereira & José Barbosa dos Santos

**Table 2.** Root circumference (RC) ( $\mu\text{m}$ ), epidermal thickness ( $\mu\text{m}$ ), exoderme ( $\mu\text{m}$ ), cortex ( $\mu\text{m}$ ), endoderm ( $\mu\text{m}$ ), and vascular bundle circumference (VBC) ( $\mu\text{m}^2$ ) of *Piptadenia gonoacantha* roots at 60 d after application of different doses (g a.i.  $\text{ha}^{-1}$ ) of the herbicide trifluralin.

	Doses				
	0	445	890	1335	CV (%)
RC	$87.51 \pm 9.30^{\text{ns}}$	$85.18 \pm 5.35^{\text{ns}}$	$89.95 \pm 3.10^{\text{ns}}$	$81.86 \pm 2.00^{\text{ns}}$	59.34
Epi.	$0.10 \pm 0.08^{\text{ns}}$	$0.14 \pm 0.03^{\text{ns}}$	$0.10 \pm 0.01^{\text{ns}}$	$0.10 \pm 0.06^{\text{ns}}$	45.74
Exo.	$1.26 \pm 0.10^{\text{ns}}$	$0.25 \pm 0.05^{\text{ns}}$	$0.22 \pm 0.06^{\text{ns}}$	$0.18 \pm 0.03^{\text{ns}}$	192.00
Cor.	$2.39 \pm 0.71^{\text{ns}}$	$4.27 \pm 0.32^{\text{ns}}$	$4.09 \pm 0.90^{\text{ns}}$	$2.78 \pm 0.74^{\text{ns}}$	44.72
End.	$0.14 \pm 0.06^{\text{ns}}$	$0.25 \pm 0.03^{\text{ns}}$	$0.19 \pm 0.02^{\text{ns}}$	$0.29 \pm 0.01^{\text{ns}}$	40.03
VBC	$5.34 \pm 0.32^{\text{ns}}$	$4.71 \pm 0.51^{\text{ns}}$	$4.36 \pm 0.27^{\text{ns}}$	$3.69 \pm 0.52^{\text{ns}}$	39.20

<sup>ns</sup>Non-significant by the F-test at 95% probability.



## Selection of arboreal species to compose and remedy riparian forests next to agricultural areas

Rebecca de Araújo Fiore <sup>a</sup>, José Barbosa dos Santos <sup>a</sup>, Evander Alves Ferreira <sup>a</sup>, Cássia Michelle Cabral <sup>a</sup>, Marcelo Laia <sup>a</sup>, Daniel Valadão Silva <sup>c</sup>, Matheus de Freitas Souza <sup>b</sup>

Show more

<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.02.023>

<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.02.023>



# Seleção





Atrazine em Ipê



2,4-D em Ipê



*Tibouchina*

(A, B)



*Caesalpinia*

(C, D)

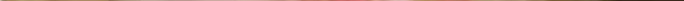
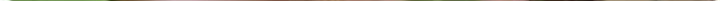


*Handroanthus*  
(E)



*Inga*

(F)

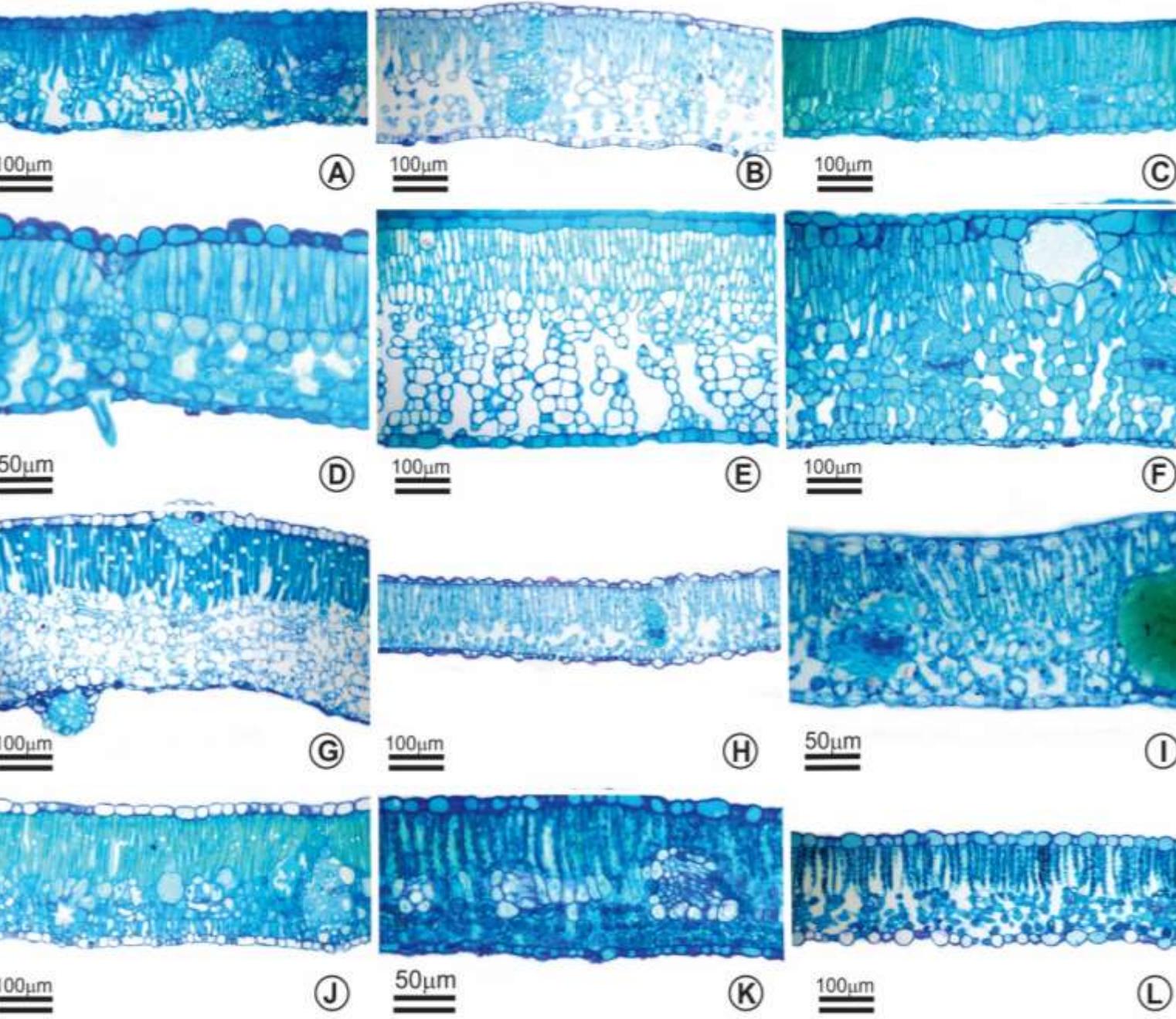


# Eficiência do uso da água: mg/l

**Tabela 1.** Uso Eficiente da Água de espécies arbóreas submetidas aos herbicidas atrazine, clomazone e 2,4- D.

Espécies	Testemunha	Atrazine	Clomazone	2,4-D
<b>Uso eficiente da água</b>				
<i>Caesalpinea ferrea</i>	0,7 Cb	0,4 Dc	0,8 Cab	1,0 Ca
<i>Calophyllum brasilienses</i>	2,8 Bb	2,5 Bb	2,9 Bb	3,2 Aa
<i>Eremanthus crotonoides</i>	2,2 Ba	3,1 Ba	2,6 Ba	2,7 Aa
<i>Inga striata</i>	2,7 Bb	1,9 Cc	3,6 Ba	2,3 Bb
<i>Kielmeyera latrophyton</i>	2,4 Bb	2,9 Ba	3,7 Ba	2,4 Bb
<i>Protium heptaphyllum</i>	2,2 Bb	1,5 Cb	3,6 Ba	2,3 Bb
<i>Richeria grandis</i>	2,6 Bc	4,0 Bb	5,5 Aa	2,1 Bc
<i>Tapirira guianensis</i>	4,2 Ab	5,5 Aa	4,2 Ab	3,6 Ab
CV (%)	-----27,57-----			

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento segundo o Critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem segundo o teste Tukey a 5% probabilidade de erro.



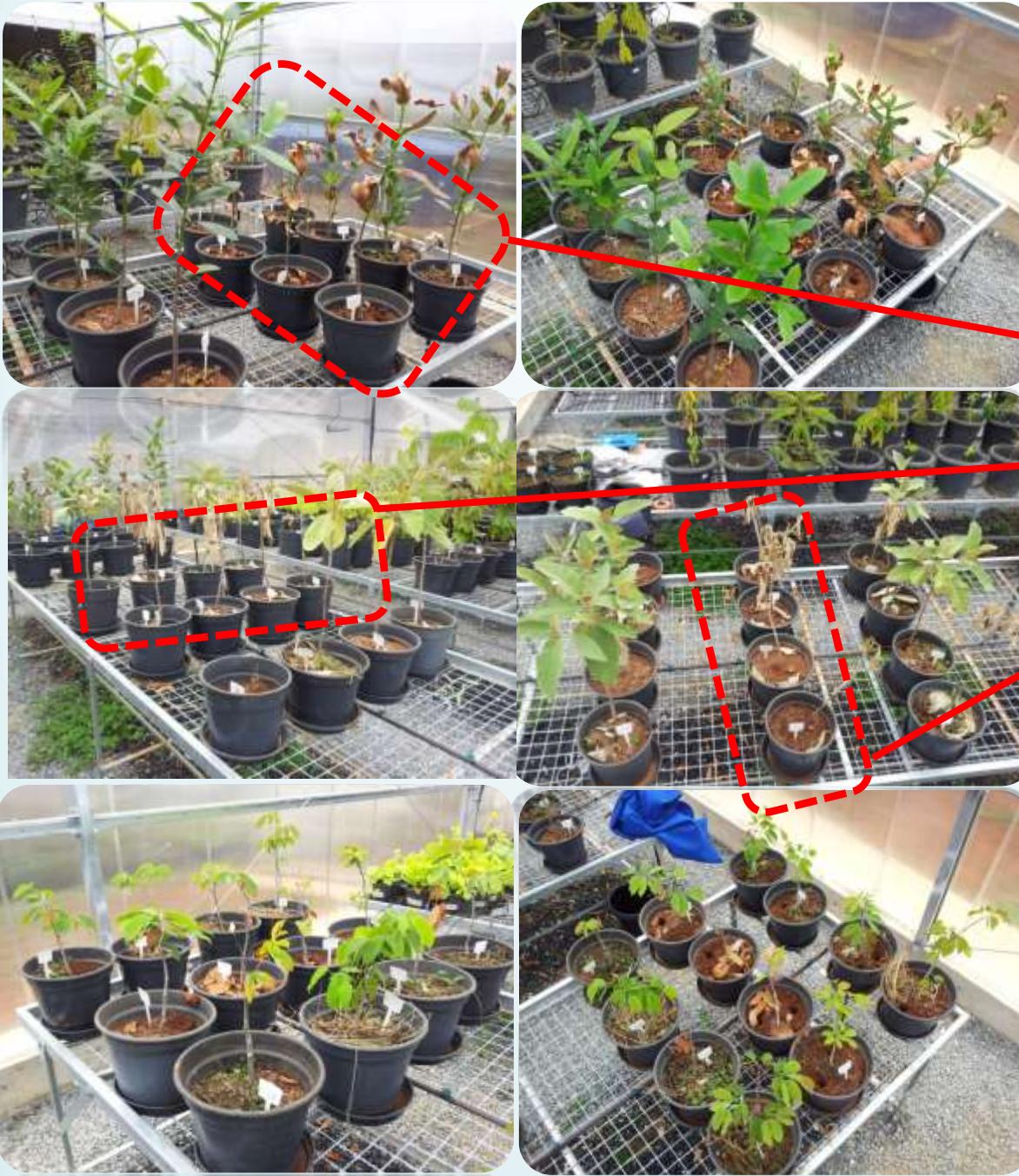
*Schinopsis*

Jacaranda

# *Calophyllum* (landi)

(landi)

## *Psidium*



Landi

Hexazinone

Candeia

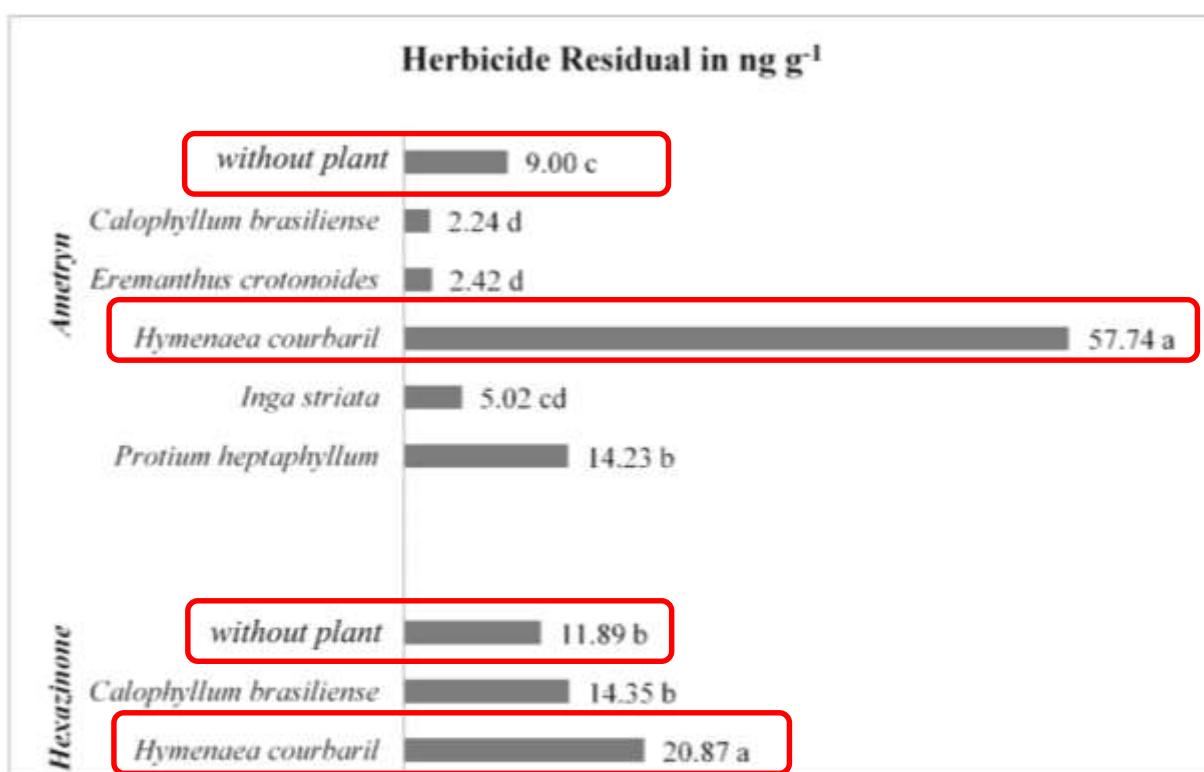
Jatobá

# Phytoremediation of Brazilian tree species in soils contaminated by herbicides

## Authors

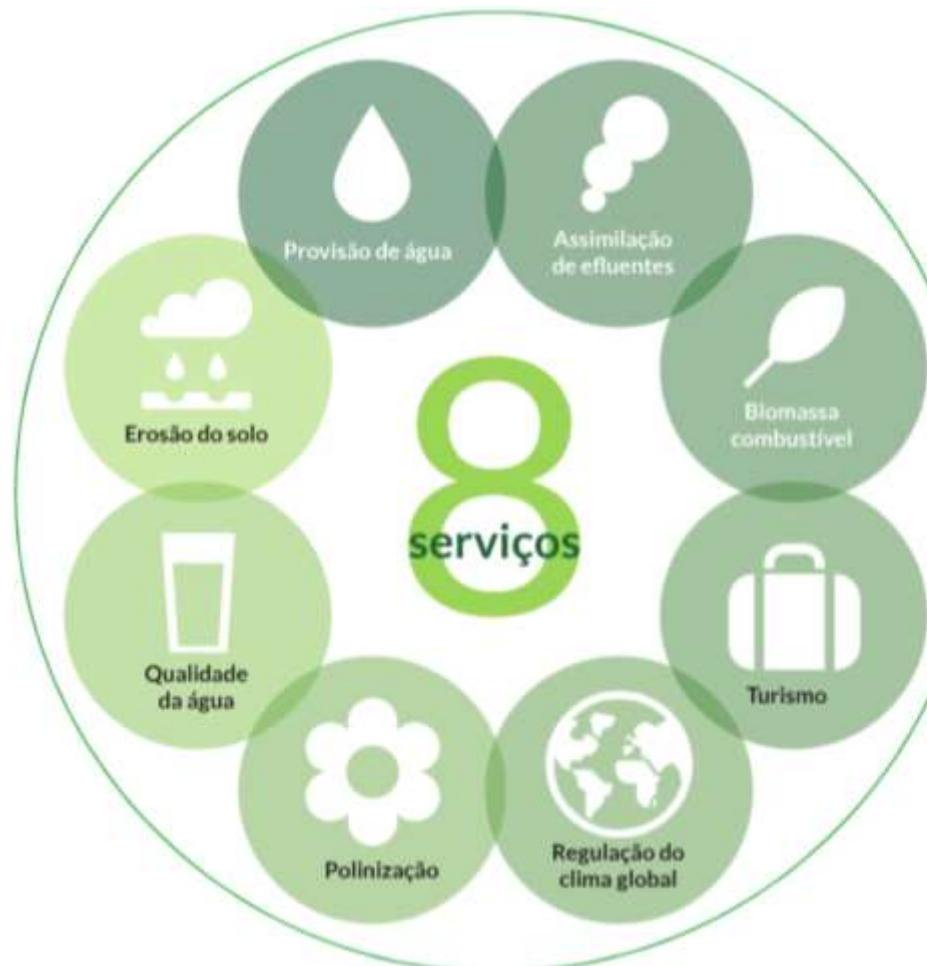
Naiane Maria Corrêa dos Santos, Vitor Antunes Martins da Costa, Fillipe Vieira de Araújo, Brenda Thaís Barbalho Alencar,  
Victor Hugo Vidal Ribeiro, Fabiano Okumura, Maria Lucia Ferreira Simeone, José Barbosa dos Santos 

**Fig. 2** Means of herbicide residual (in nanogram per gram) found in soil samples followed by same letters are not different among themselves, for each herbicide, according to the Tukey test,  $p < 0.05$



# Serviços ecossistêmicos

São as contribuições diretas e indiretas dos ecossistemas ao bem-estar humano (TEEB, 2010)



## RELEVÂNCIA

As empresas interagem com os ecossistemas de duas maneiras

Dependem de serviços ecossistêmicos para seus processos produtivos



EMPRESA

Geram externalidades positivas e negativas, contribuindo para mudanças nos ecossistemas





## Pré-seleção espécies macrófitas



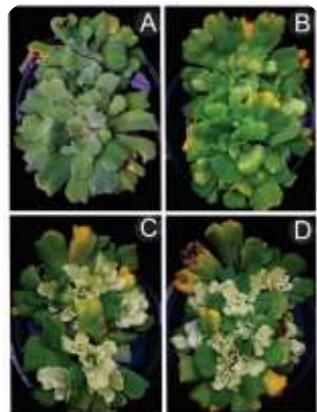
Hexazinone:  
0,3 mg/l

Hexazinone:  
0,3 mg/l

Detecção de resíduos em concentrações equivalentes a 25 ppb



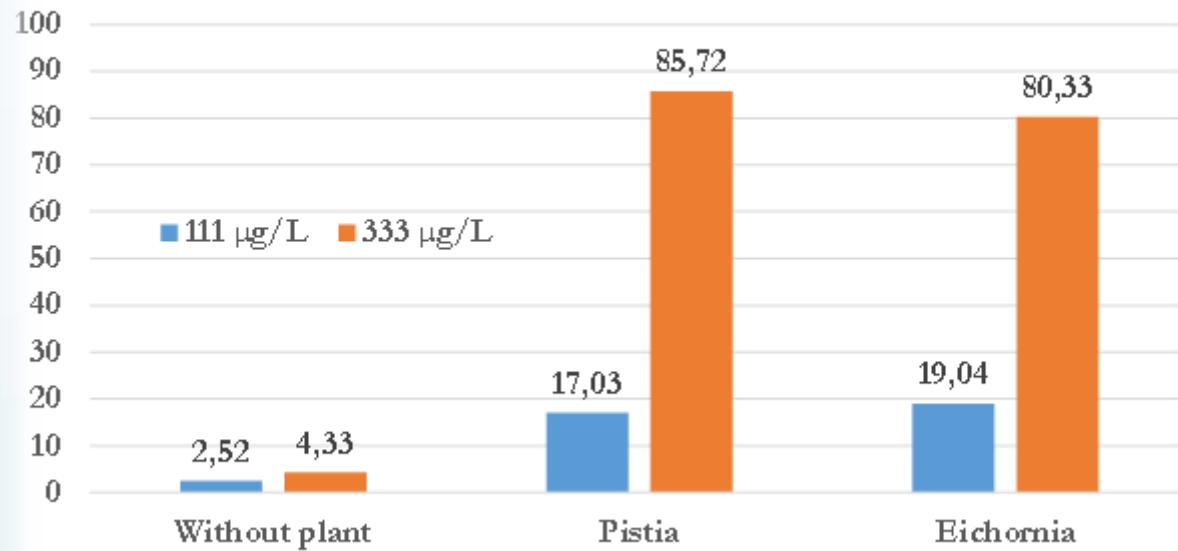
# Seleção espécies macrófitas



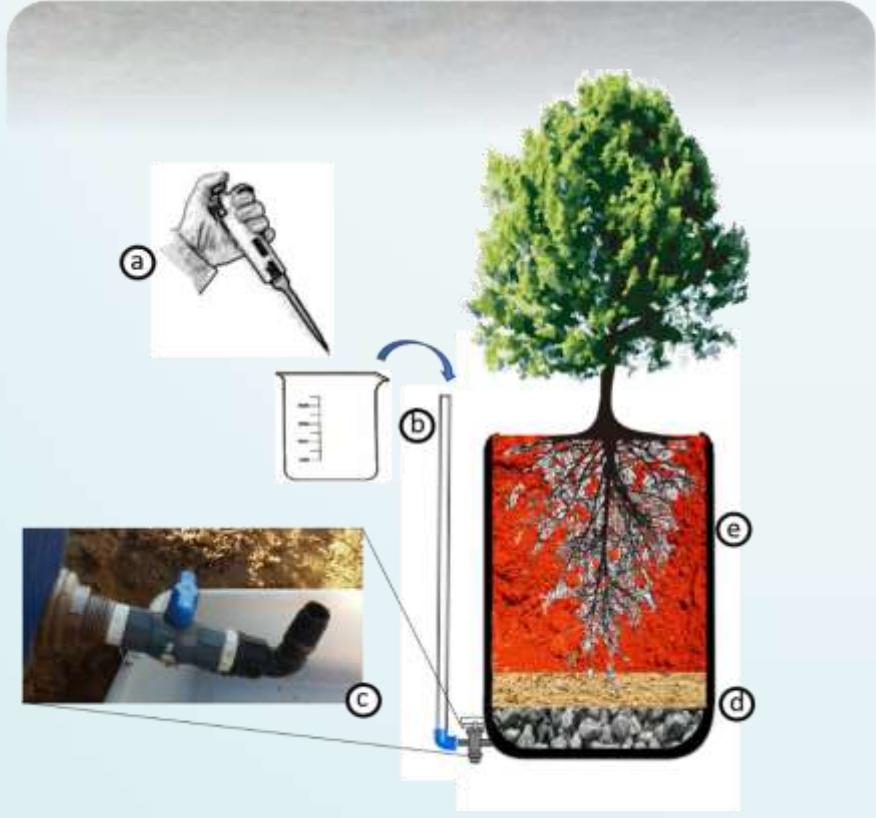


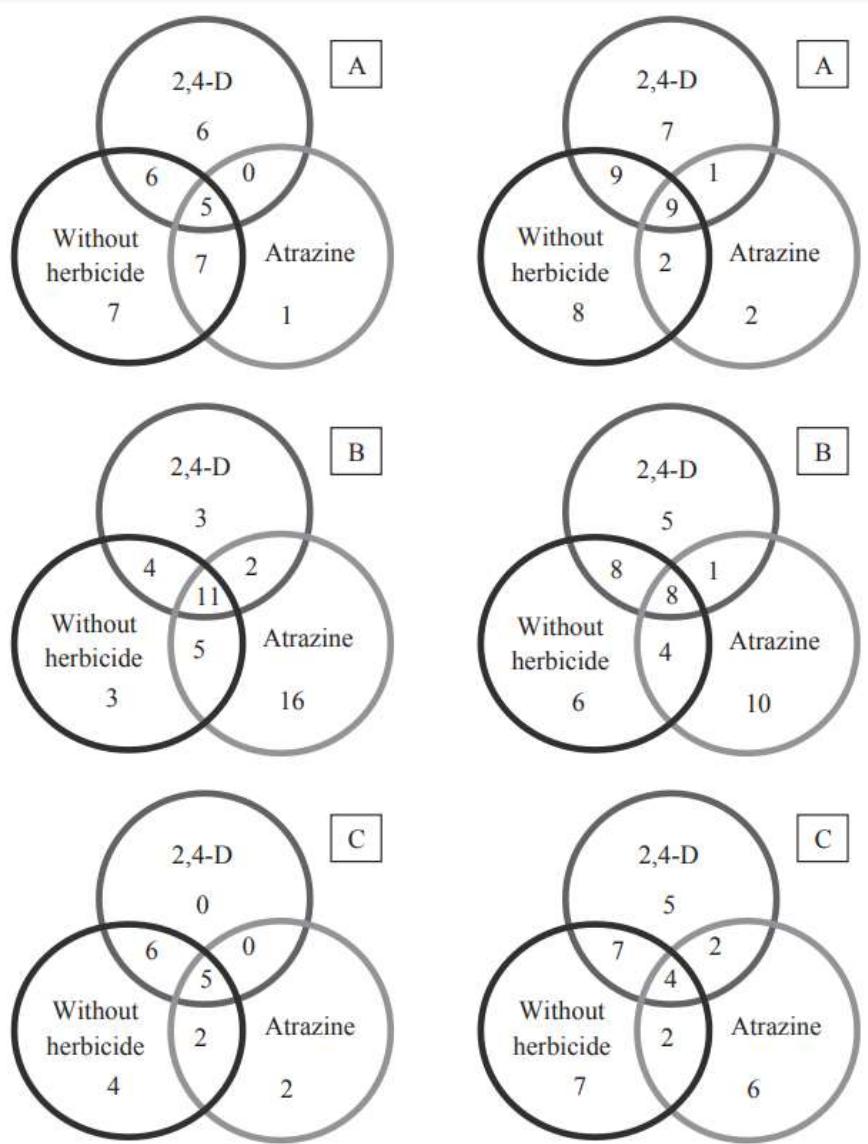
# Sensitivity of the macrophytes *Pistia stratiotes* and *Eichhornia crassipes* to hexazinone and dissipation of this pesticide in aquatic ecosystems

## Resíduos hexazinone na água ( $\mu\text{g/L}$ )

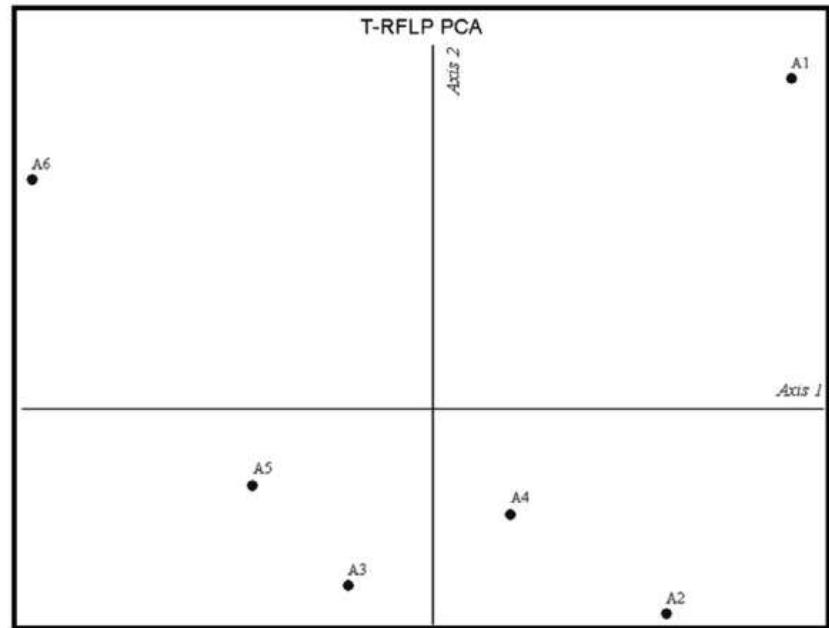


Ribeiro et al. (2019)





**Fig. 2.** Number of exclusive OTUs of each treatment, in Venn diagram, for samples with previous ingestion cultures (left) and without previous culture (right) in pot, for each microbiological group. (A- Archaea, B-Bacteria and C- Fungi).



**Fig. 3.** Principal Components Analysis (PCA) of microbial communities determined by T-RFLP. Soil without herbicide and *I. marginata* (A1), soil without herbicide and with *I. marginata* (A2), soil with 2,4-D and with *I. marginata* (A3), soil with 2,4-D and without *I. marginata* (A4), soil with atrazine and *I. marginata* (A5), and soil with atrazine and without *I. marginata* (A6).



Ecological Engineering  
Volume 131, June 2019, Pages 9-15

Selection of arboreal species to co-  
remedy riparian forests next to agri-

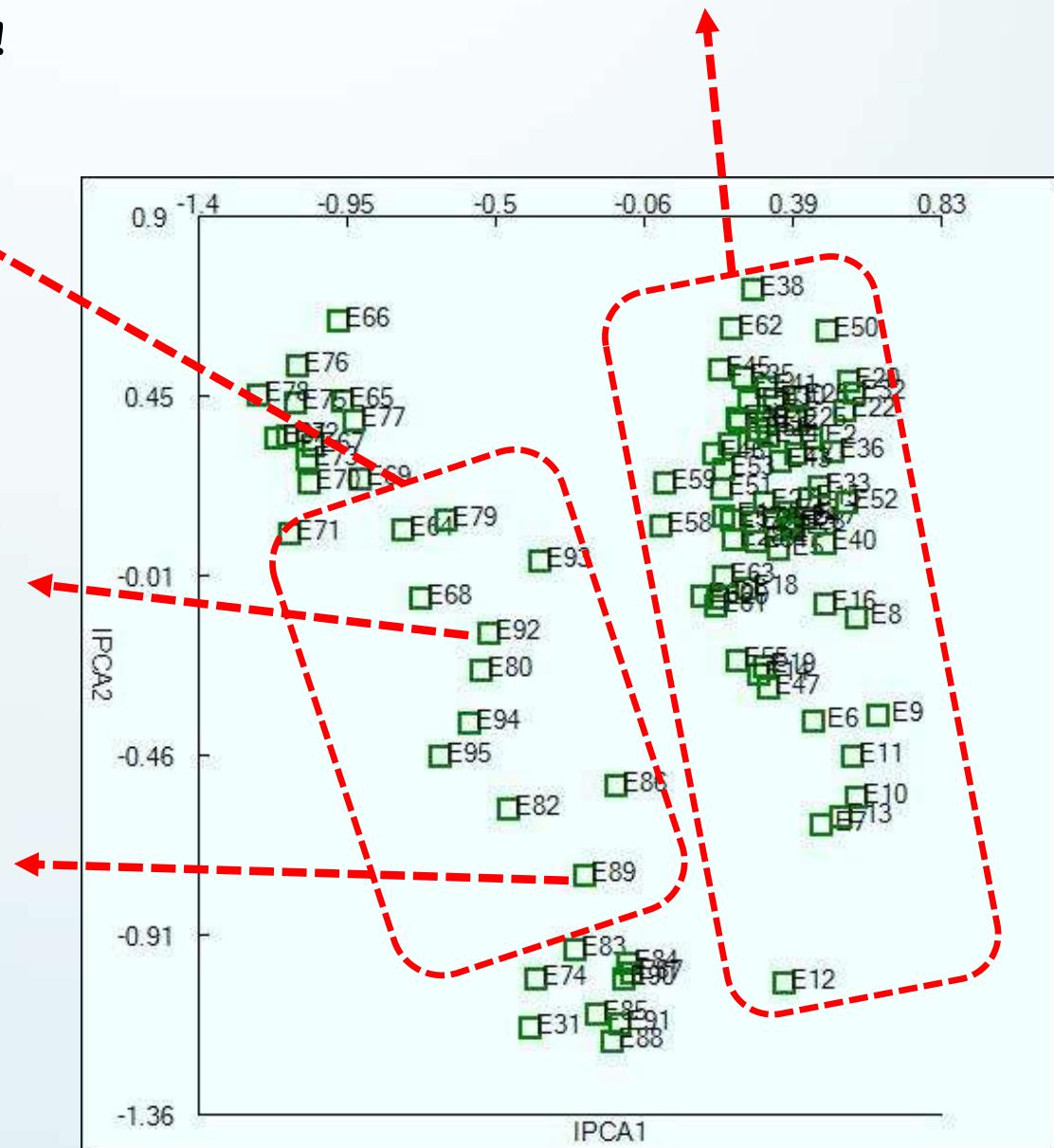
Amostras de solos com herbicidas, aos 20 DAA:  
isoladas dos demais grupos!!!

Amostras de solos sem herbicida ou solo recentemente contaminado com 2,4-D, clomazone e atrazine

E92: *Caesalpinea ferrea* (83% de remediação do total de atrazine disponível)

E89: *Inga striata* (67% de remediação do total de atrazine disponível)

Aguiar et al. (dados ainda não publicados)



# Experimento de fitorremediação com *Inga striata* e *Caesalpinia ferrea* em solo contaminado com atrazine



Coleta de amostras de solo



Extração do DNA dos microrganismos



Análise de dados

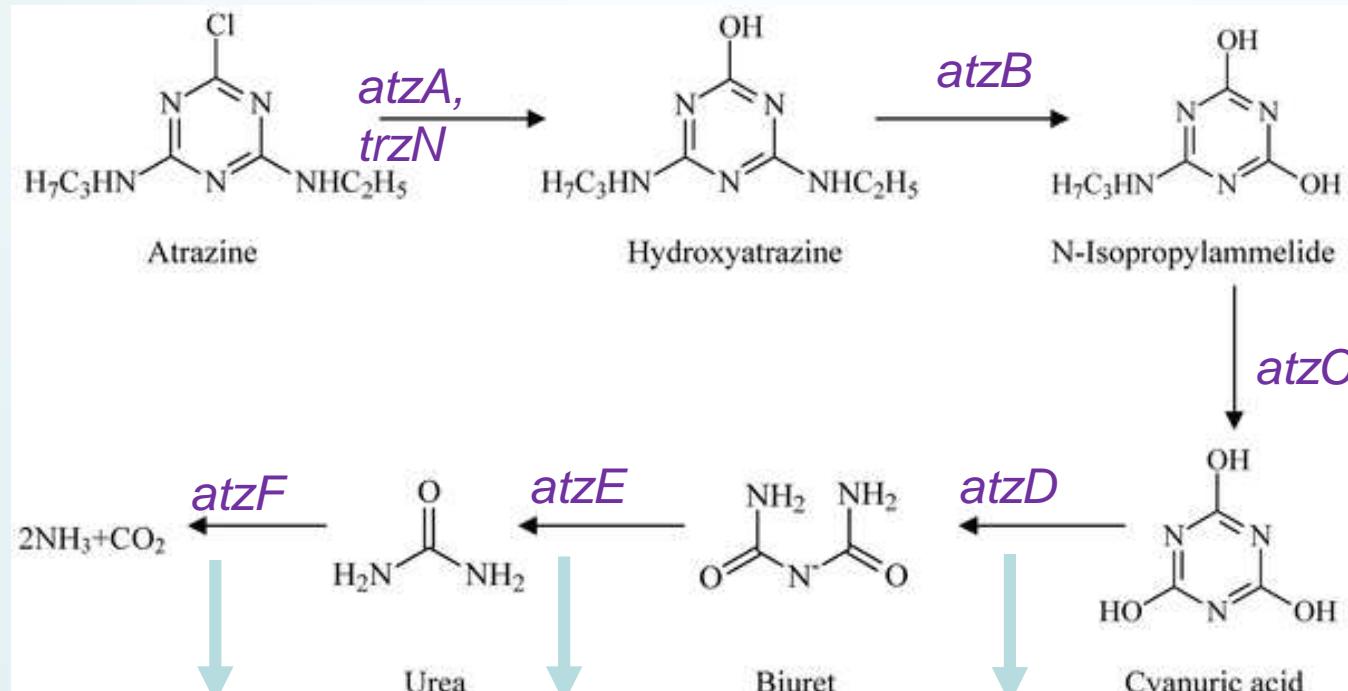
Anotação de função\*

Anotação de taxonomia\*

Sequenciamento dos genomas dos microrganismos das amostras de solo

\*Comparação com bancos de dados Ex: Kegg e NCBI

# Microrganismos detectados nas amostras de solo rizosférico de *Inga striata* envolvidos na degradação de atrazine



-M1\*  
-*Granulicella mallensis*  
-*Acidobacteriaceae*

-*Bradyrhizobium* sp. Ec3.3  
-*Rhodoplanes* sp. Z2-YC6860  
-*Bradyrhizobium*

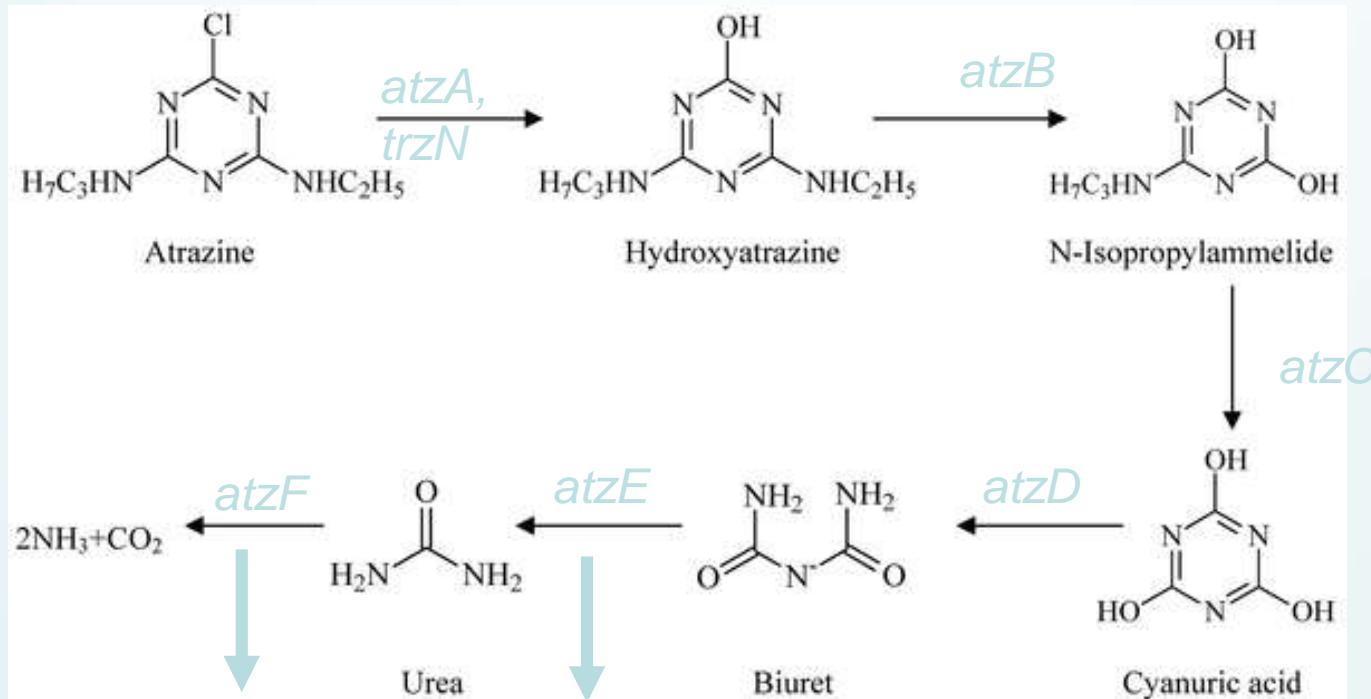
- M2\*  
- *Pseudolabrys* sp.  
Root1462  
- *Rhodoplanes* sp. Z2-YC6860

M1\* e M2\*: primeiro relato (microrganismos ainda não descritos como degradadores de atrazine)



National  
Center for  
Biotechnology  
Information

# Microrganismos detectados nas amostras de solo rizosférico de *Caesalpinia ferrea* envolvidos na degradação de atrazine .



-M3\*

-*Thioalkalivibrio sulfidiphilus*

-*Bradyrhizobium*

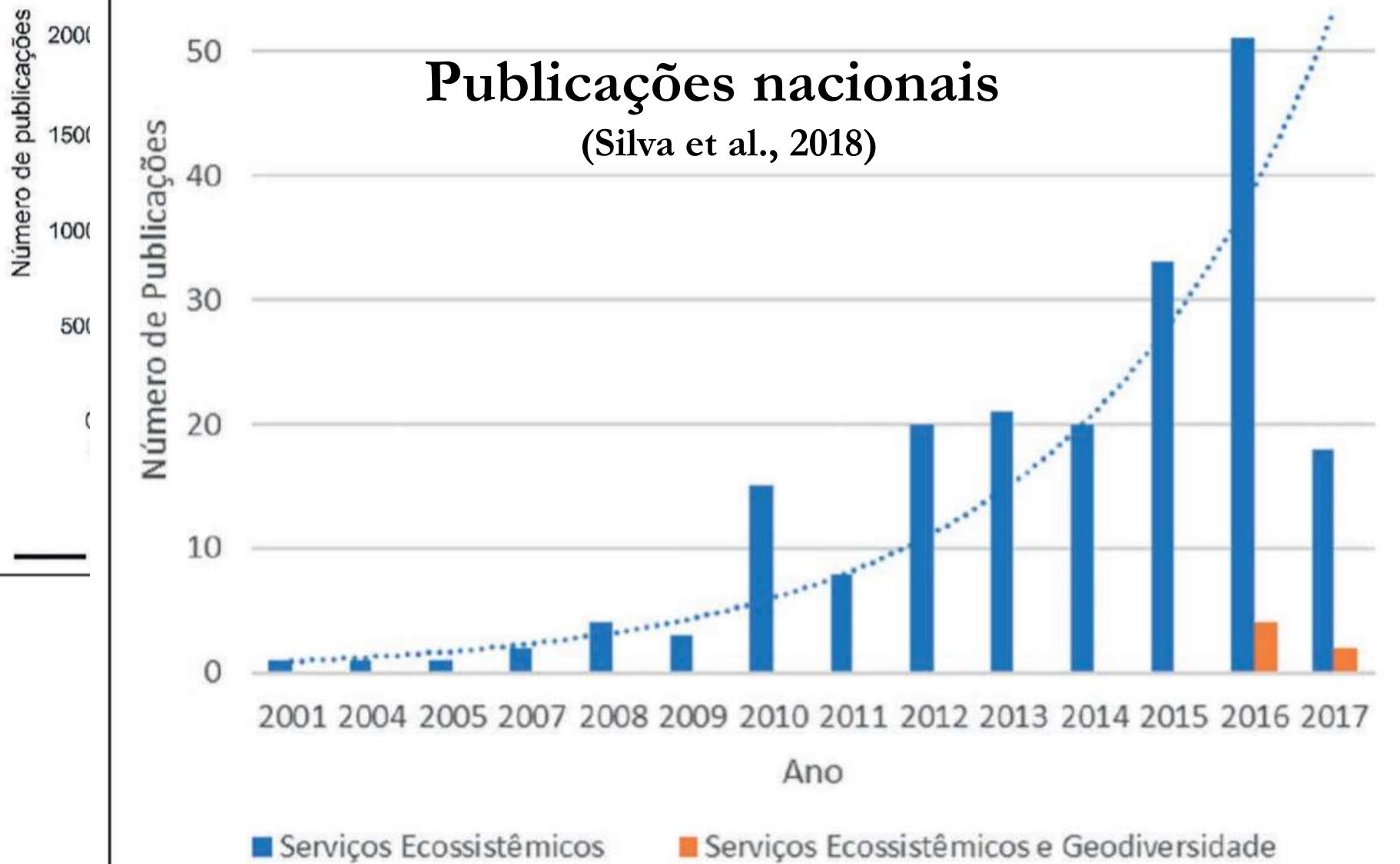
*Bradyrhizobiaceae*

M3\*: primeiro relato (microrganismo ainda não descrito como degradador de atrazine)



National  
Center for  
Biotechnology  
Information

# Publicações nacionais (Silva et al., 2018)



# Cenário dos programas de fitorremediação de resíduos de herbicidas no Brasil

- Universidade Federal de Viçosa (Pioneira no Brasil): tryfloxsulfuron sodium, tebuthiuron, picloram, 2,4-D e sulfentrazone
- Universidade Federal do Espírito Santo (São Mateus): picloram e sulfentrazone
- Universidade de Rio Verde: picloram e tryfloxsulfuron sodium
- Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri: mais de 30 compostos: hexazinone, clomazone, 2,4-D, atrazine, ametrin (espécies florestais), picloram, diclosulan.
- Universidade Federal de São Carlos: diclosulam e imazaquin, imazapic e sulfentrazone
- Universidade Federal de Santa Maria: imazethapyr, imazapic, imazapyr (parceria com a UFPel)
- Universidade Federal do Pampa (Itaqui): imazethapyr, imazapic, imazapyr
- Universidade Federal da Fronteira Sul: sulfentrazone, fomesafen, imazethapyr, imazapic e imazapyr
- Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Cascavel): atrazine
- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro: diclosulan
- USP: tebuthiuron, mesotrione, metribuzin
- Embrapa Tabuleiros Costeiros: picloram, sulfentrazone
- IFNMG – São João Evangelista: diclosulan.

# **Satisfação pela pesquisa sobre fitorremediação:**

**Envolvimento de discentes;**

**Financiamento à pesquisa;**

**Interação com outras áreas;**

**Apelo político e ambiental;**

ESPECIAL PUBLICITÁRIO

# Perigo: o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo

Estudo conduzido por diversos órgãos de pesquisa, Dossiê Abrasco alerta para risco de doenças



Seguro | https://g1.globo.com/pr/parana/especial-publicitario/apress/noticia/pengo-o-brasil-e-o-maior-consumidor-de-agrotoxicos-do-mundo.ghtml

globo.com g1 globoesporte gshow videos

ASSINE JÁ MINHA CONTA E-MAIL ENTRAR

≡ MENU G1 PARANÁ RPC BUSCAR

ESPECIAL PUBLICITÁRIO

# Brasil: país com o melhor modelo de uso sustentável de agrotóxicos do mundo

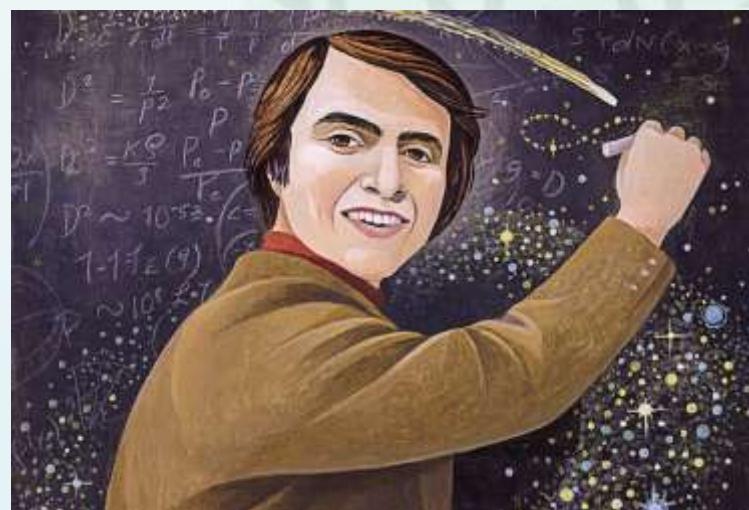
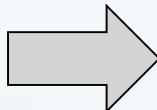
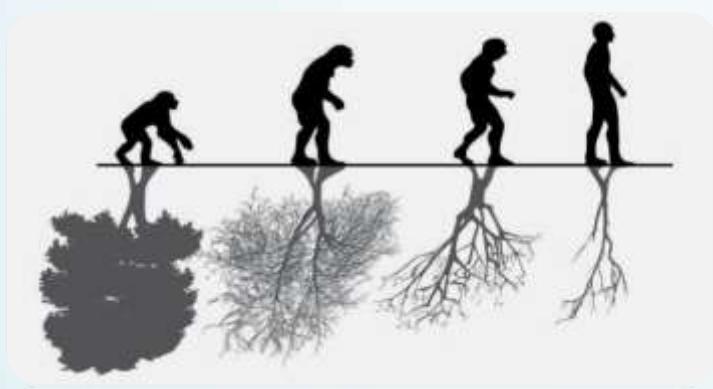
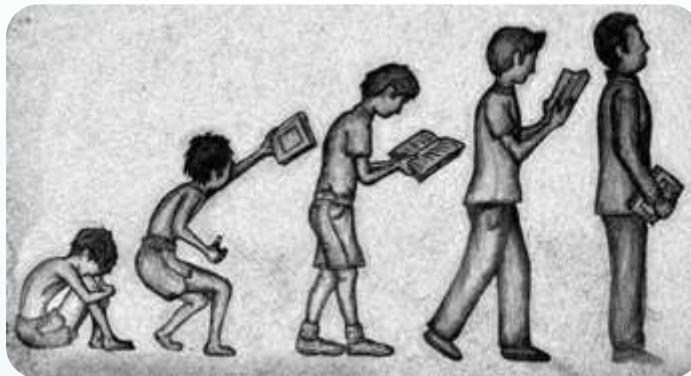
FAKE NEWS

Herbicidas: a categoria aplicada em maior quantidade tem programa de uso e sistema de descontaminação





[Natural Resources Conservation Service](#), part of the [United States Department of Agriculture](#)



WHY?

CARL SAGAN

O MUNDO  
ASSOMBRADO  
PELOS  
DEMÔNIOS



A CIÉNCIA  
VISTA COMO UMA  
VELA NO ESCURO





# Muito obrigado

*Prof. José Barbosa dos Santos*

[barbosa@pq.cnpq.br](mailto:barbosa@pq.cnpq.br)

[jbarbosasantos2015@gmail.com](mailto:jbarbosasantos2015@gmail.com)



Pós-Graduação  
Ciência Florestal

