

Poluição e fitorremediação de solos contaminados com herbicidas

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](#) | [Ouvidoria](#) | [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](#)

[Orgânicos](#)

[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

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



93.778.987 - Mato Grosso

108.451.541 - Paraná

121.788.082 - Rio Grande do Sul

Fonte: IBGE, 2017

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 em Alimentos
By Renata Nascimento



O BRASIL É O
MAIOR CONSUMIDOR DE
AGROTÓXICOS
DO MUNDO



PARANÁ EM PERIGO:

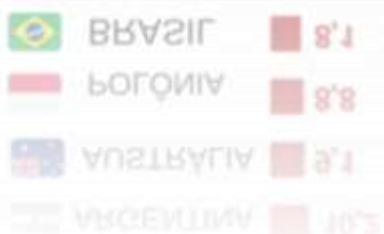
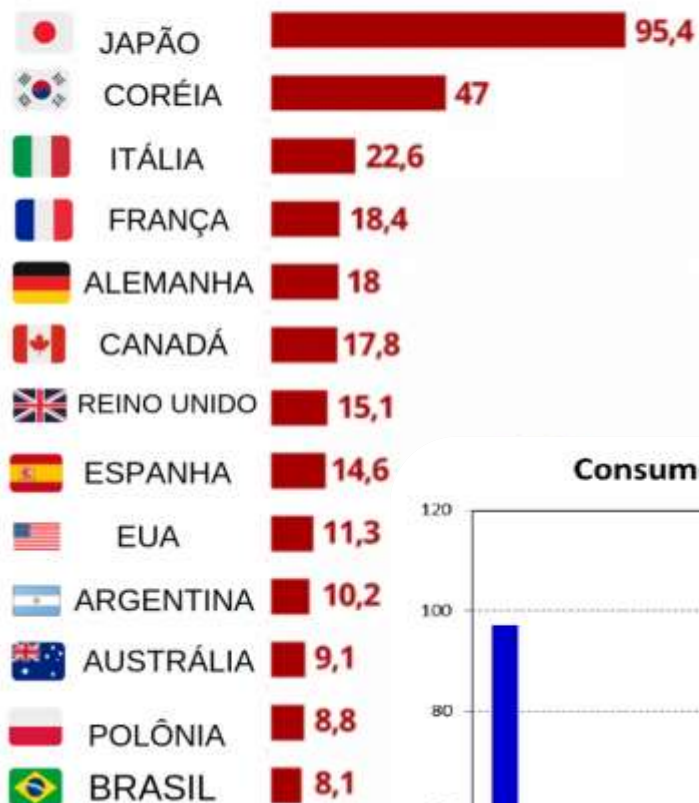


ESTAMOS CONSUMINDO
O EQUIVALENTE A QUASE
9 LITROS DE AGROTÓXICOS
POR PESSOA TODO ANO.

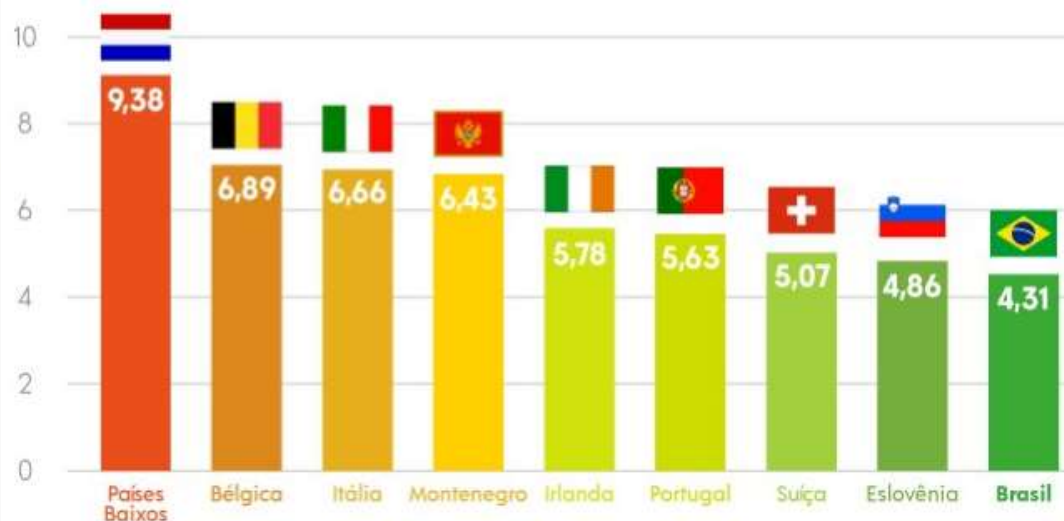
908 622204 1000 VMO
8 LITROS DE AGROTÓXICOS

GASTO COM AGROTÓXICOS POR PRODUÇÃO EM 2017

Em \$ por tonelada de alimento produzido

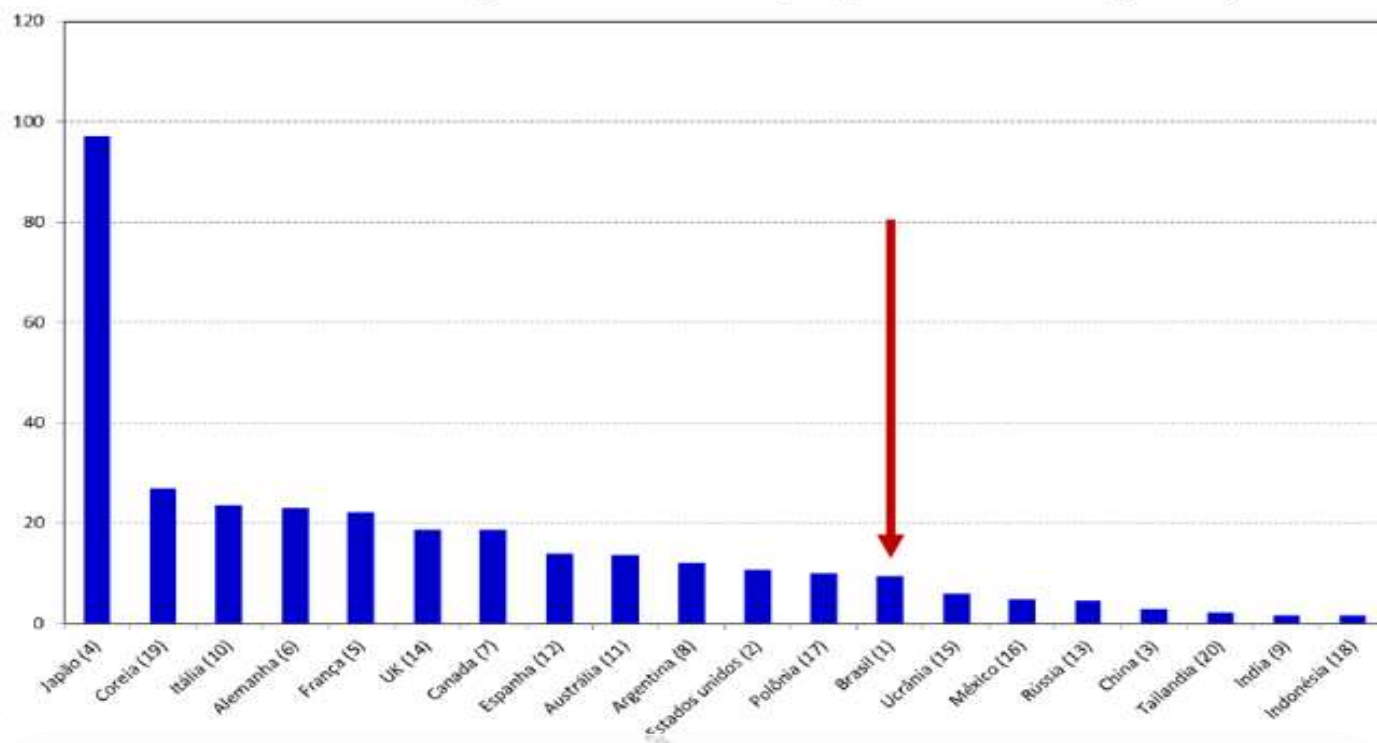


kg/ha



Fonte: FAO (2016)

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

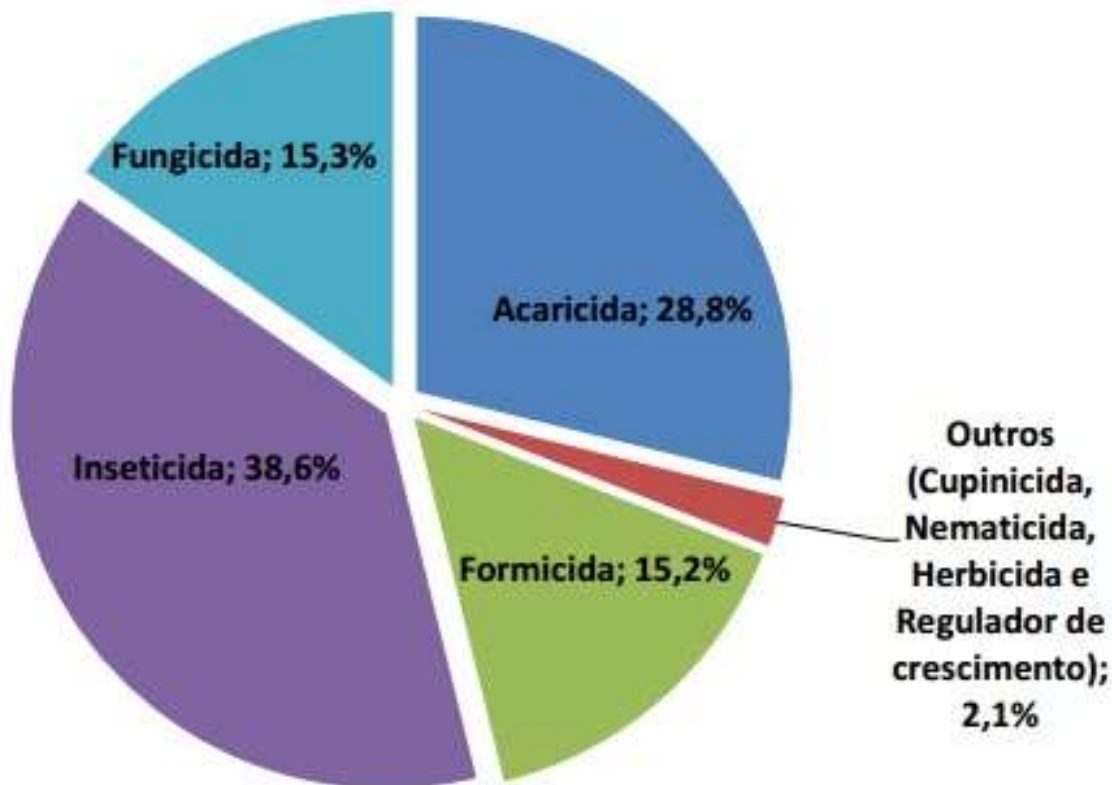


- Agrotóxicos são todos perigosos?
- Os agrotóxicos deixam resíduos?
- Quais são os verdadeiros problemas?

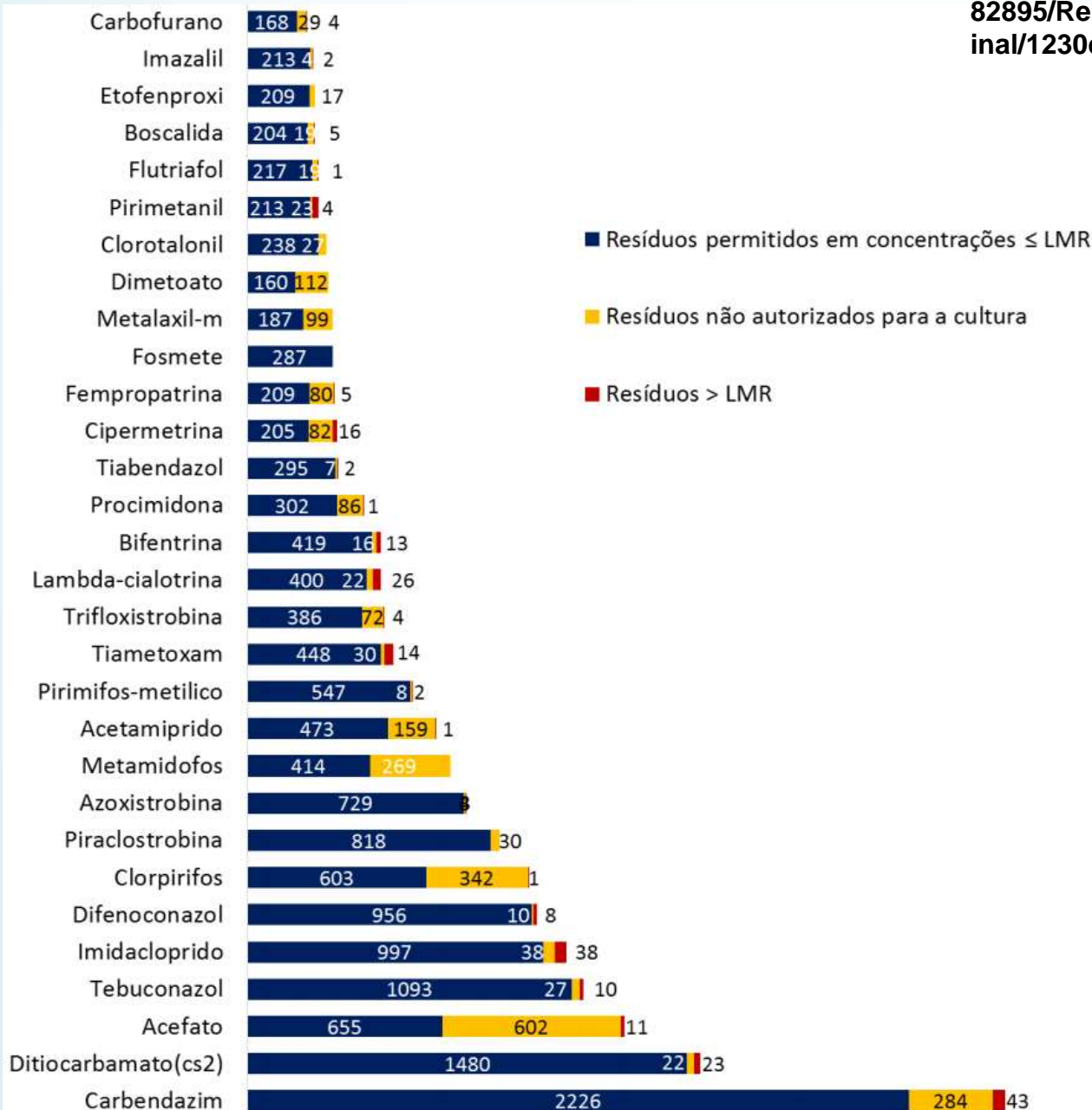
**Impacto de herbicidas na
saúde humana,
contaminação de
alimentos e toxicidade a
organismos não alvo**

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>



PROGRAMA DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS PARA

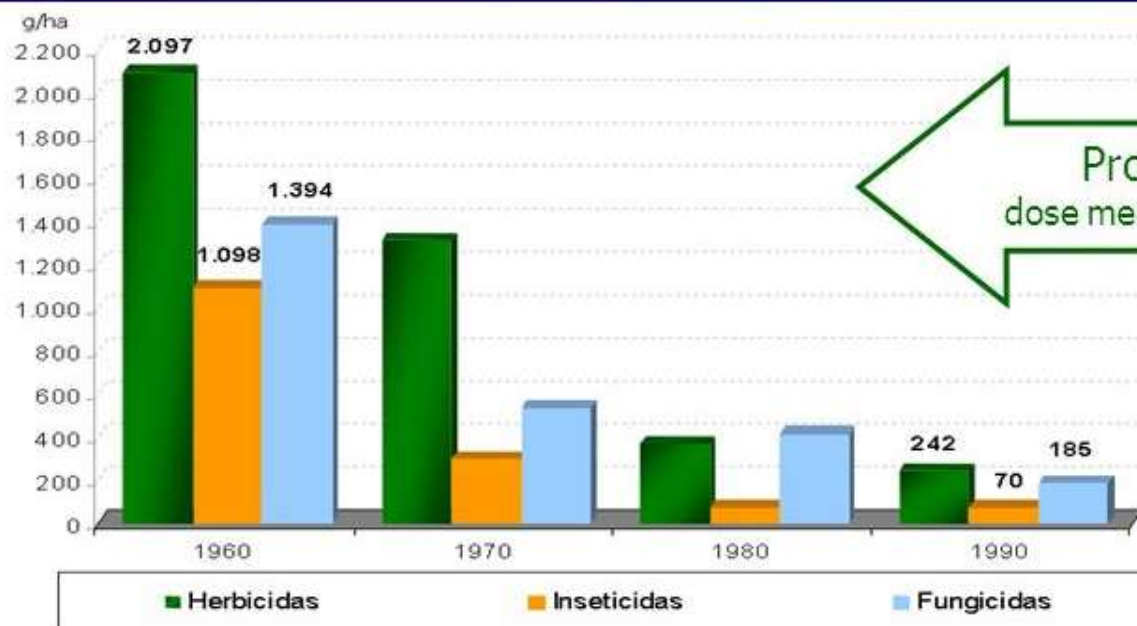
RELATÓRIO DAS ANÁLISES DE AMOSTRAS MONITORADAS NO PERÍODO DE 2013 A 2015

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:



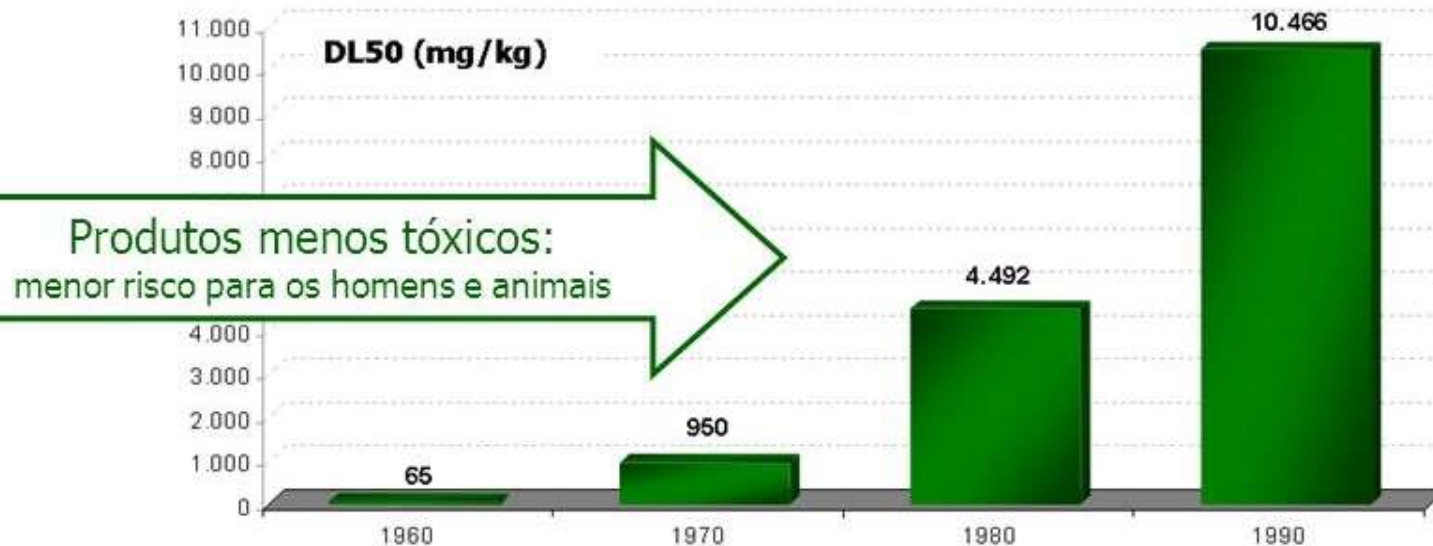
Produtos mais eficientes:
dose menor = menos impactos ambientais

Redução da dosagem

Herbicidas: - 88%

Inseticidas: - 94%

Fungicidas: - 87%



Produtos menos tóxicos:
menor risco para os homens e animais

Impacto herbicidas sobre organismos não alvo

1. OLIVEIRA, 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, C.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* (Hemiptera: 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 Moraes ; 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 DA 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 MARIA MARTINS ; SANTANNA, REYNALDO CAMPOS ; VALADÃO DA SILVA, DANIEL . Selectivity of Herbicide and Rhizospheric Microbial Activity on *Hymenaea corbaril* 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 micorrized 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 DA SILVA, D. . ATIVIDADE MICROBIANA DE SOLOS CONTAMINADOS COM PICLORAN E CULTIVADOS COM *Urochloa brizantha*. Enciclopédia Biosfera, v. 09, p. 202-211, 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 ; Lazari, 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, Rafael 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.03, p. 297-314, 2006.
15. SANTOS, J. B.; SILVA, Antonio Alberto da ; COSTA, Maurício Dutra ; JAKELAITIS, Adriano ; VIVIAN, R. ; SANTOS, Edson Aparecido dos . AÇÃO DE HERBICIDAS SOBRE O CRESCIMENTO DE ESTIRPES 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

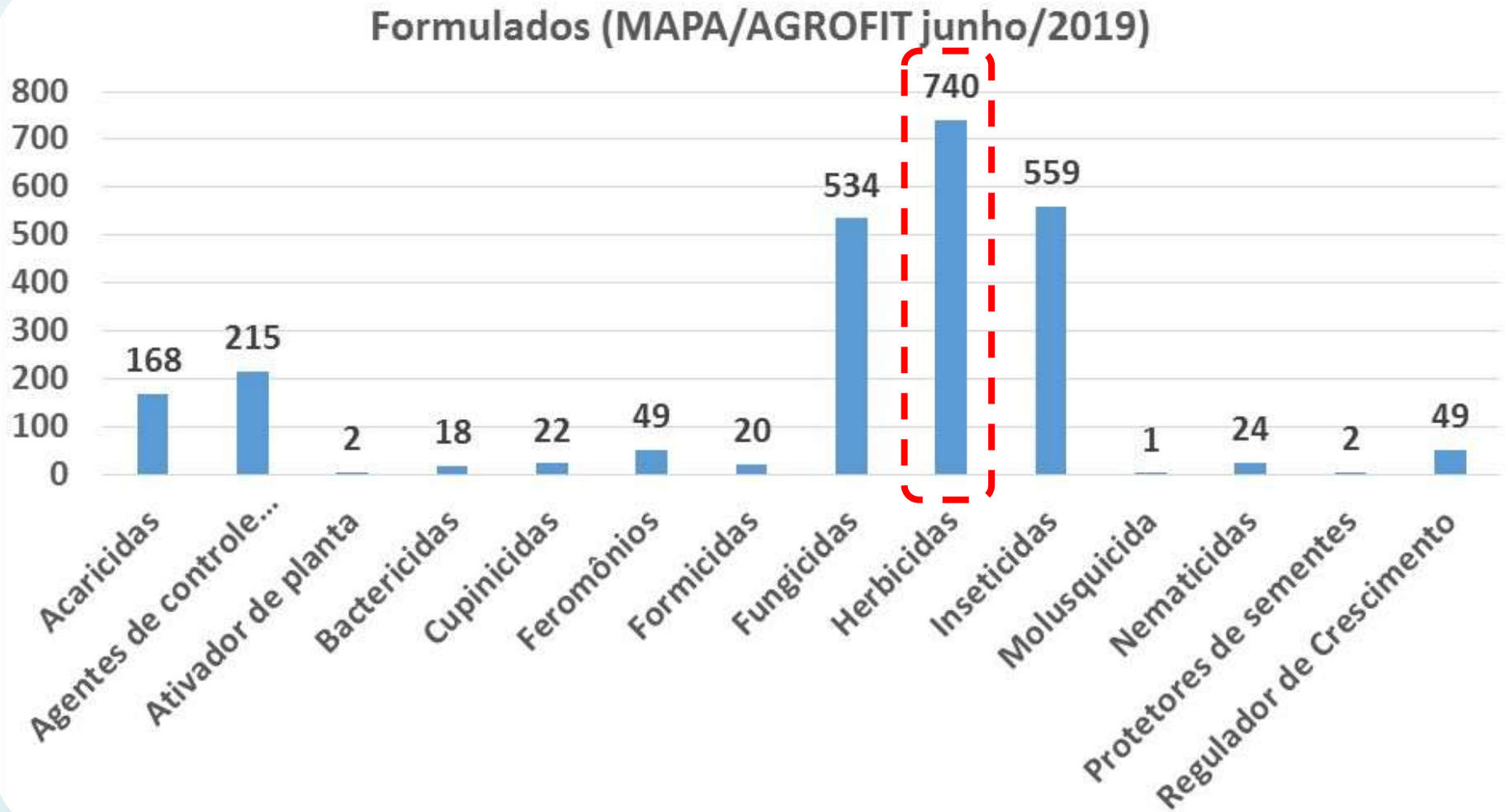
Os resultados de intoxicação a organismos não alvo inferem doses excessivamente elevadas ou efeitos dos aditivos ou efeitos indiretos da aplicação dos produtos em plantas

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: fitoplankton

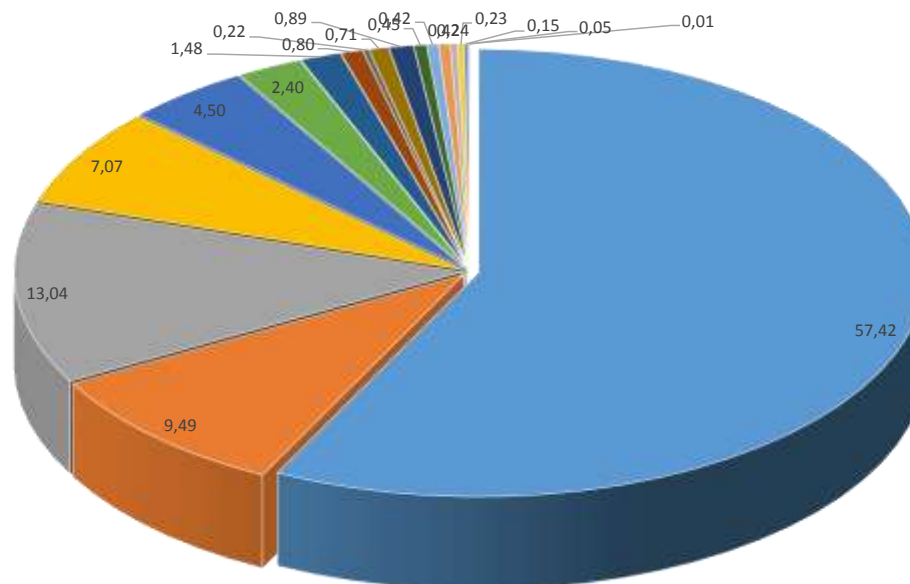
Medidas de amenização dos problemas envolve tecnologia de aplicação, conhecimento dos produtos e principalmente a mobilidade/comportamento no ambiente

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

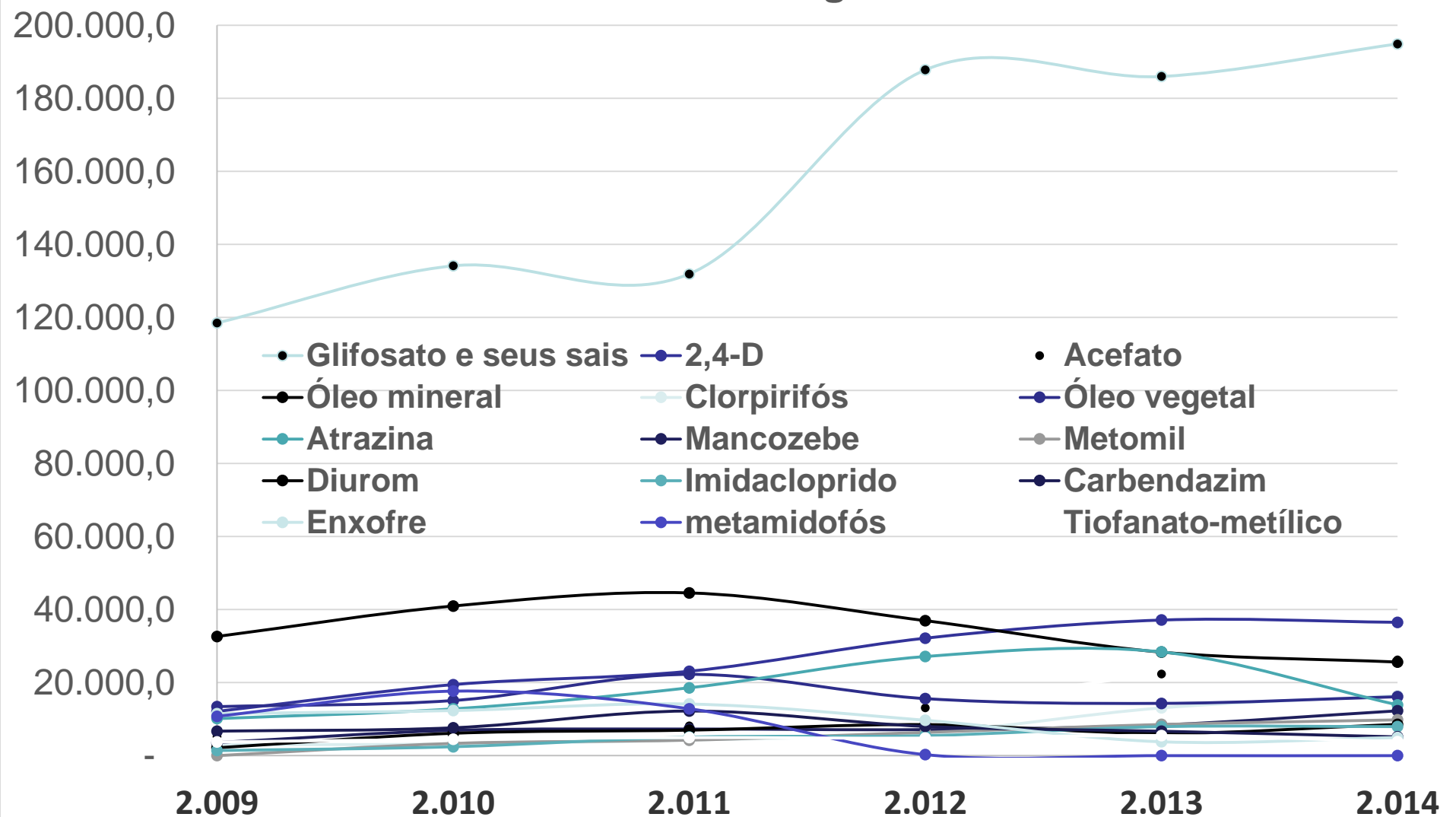


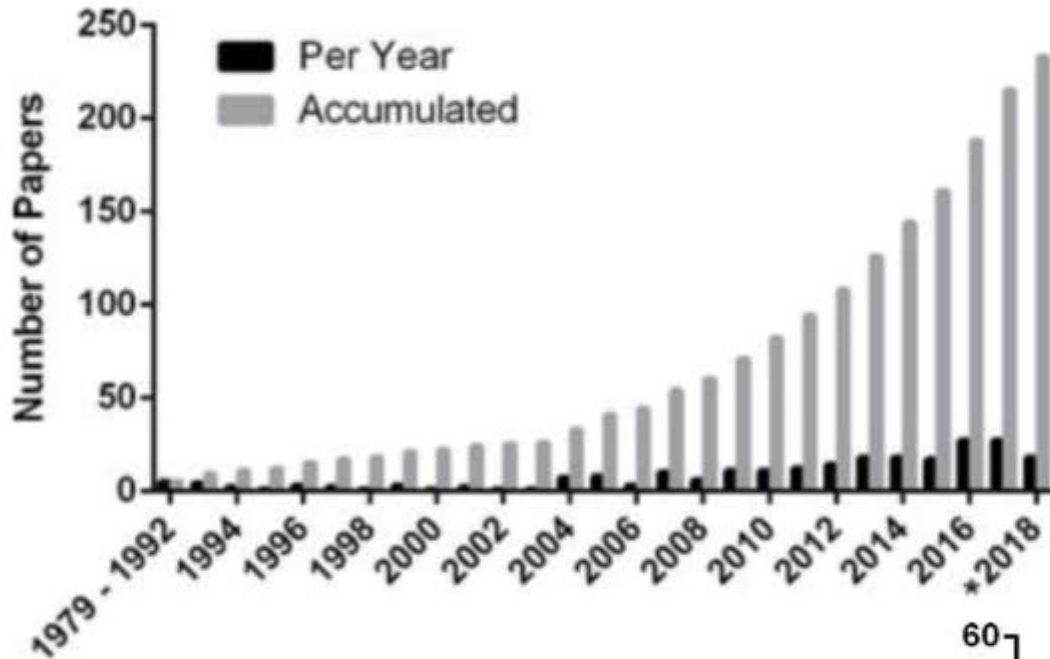
Total de vendas de defensivos agrícolas no Brasil entre 2009 e 2014

- 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

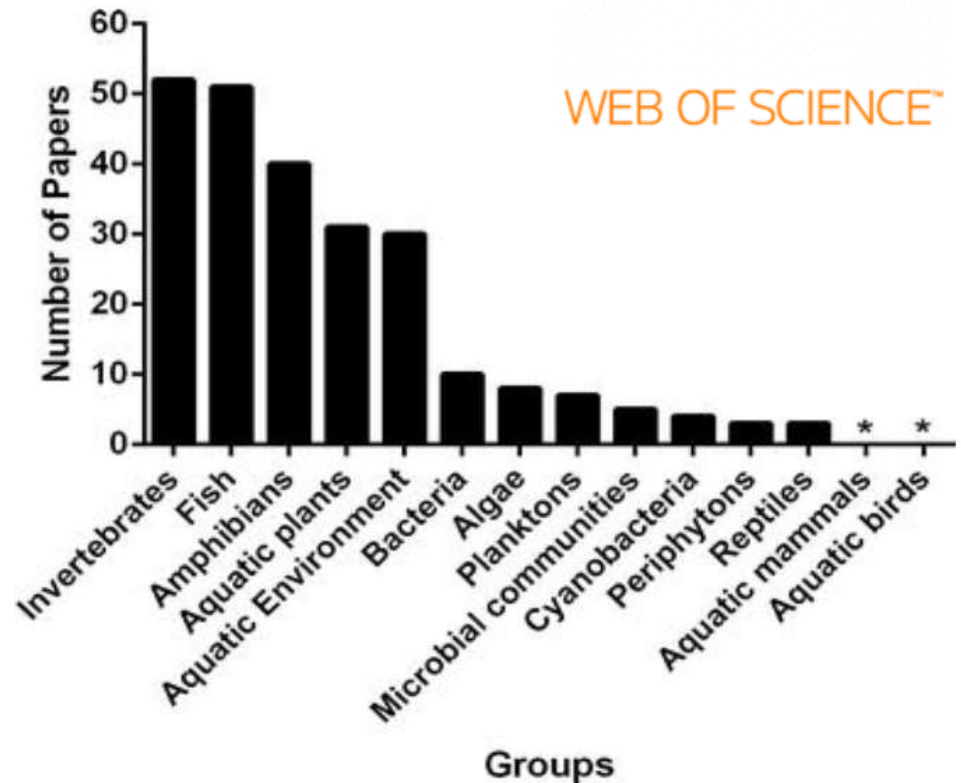




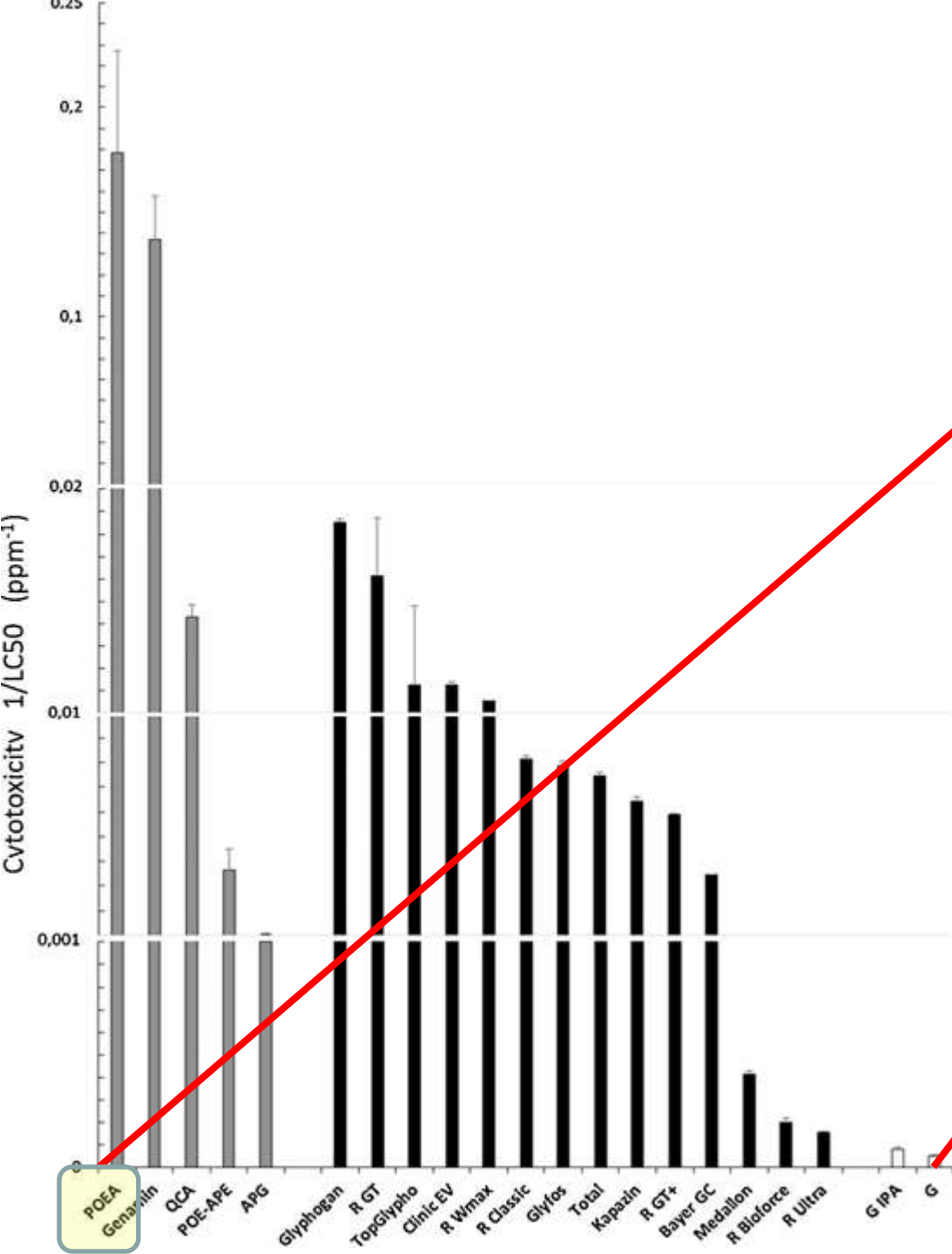
Number of papers published per year. Papers published until August 2018.



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).



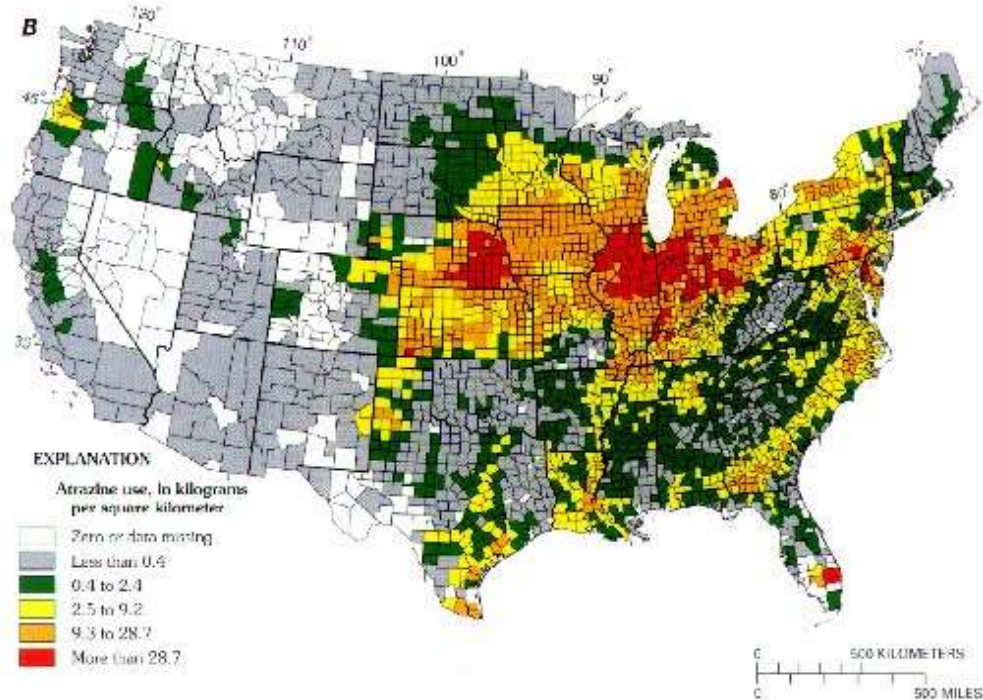
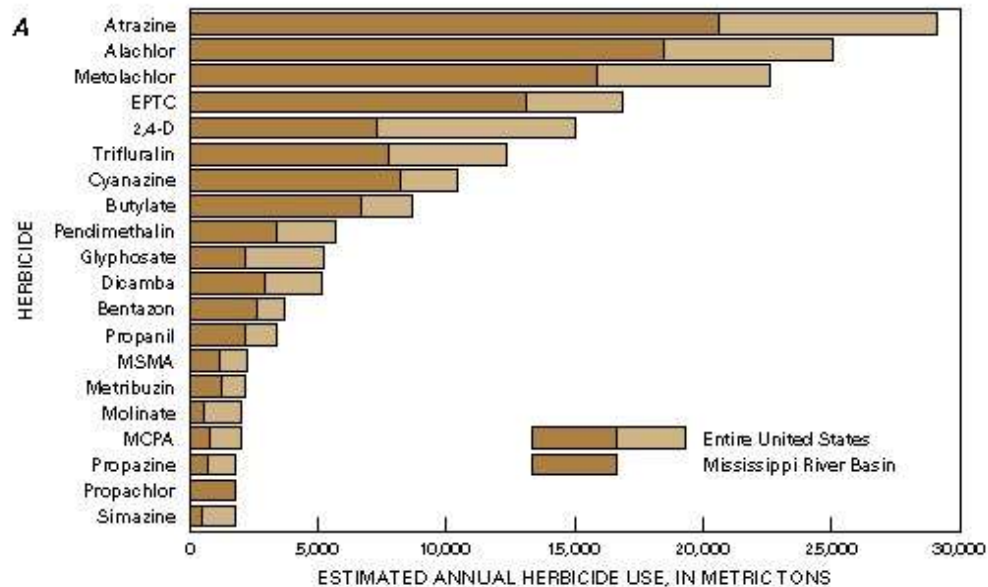
Formulações de glyphosate:
Centenas no mundo. Só no
Brasil: 116 registros vigentes
no MAPA.

Polyoxyethylenamines:
Mínima DL₅₀!!!
Máxima citotoxicidade

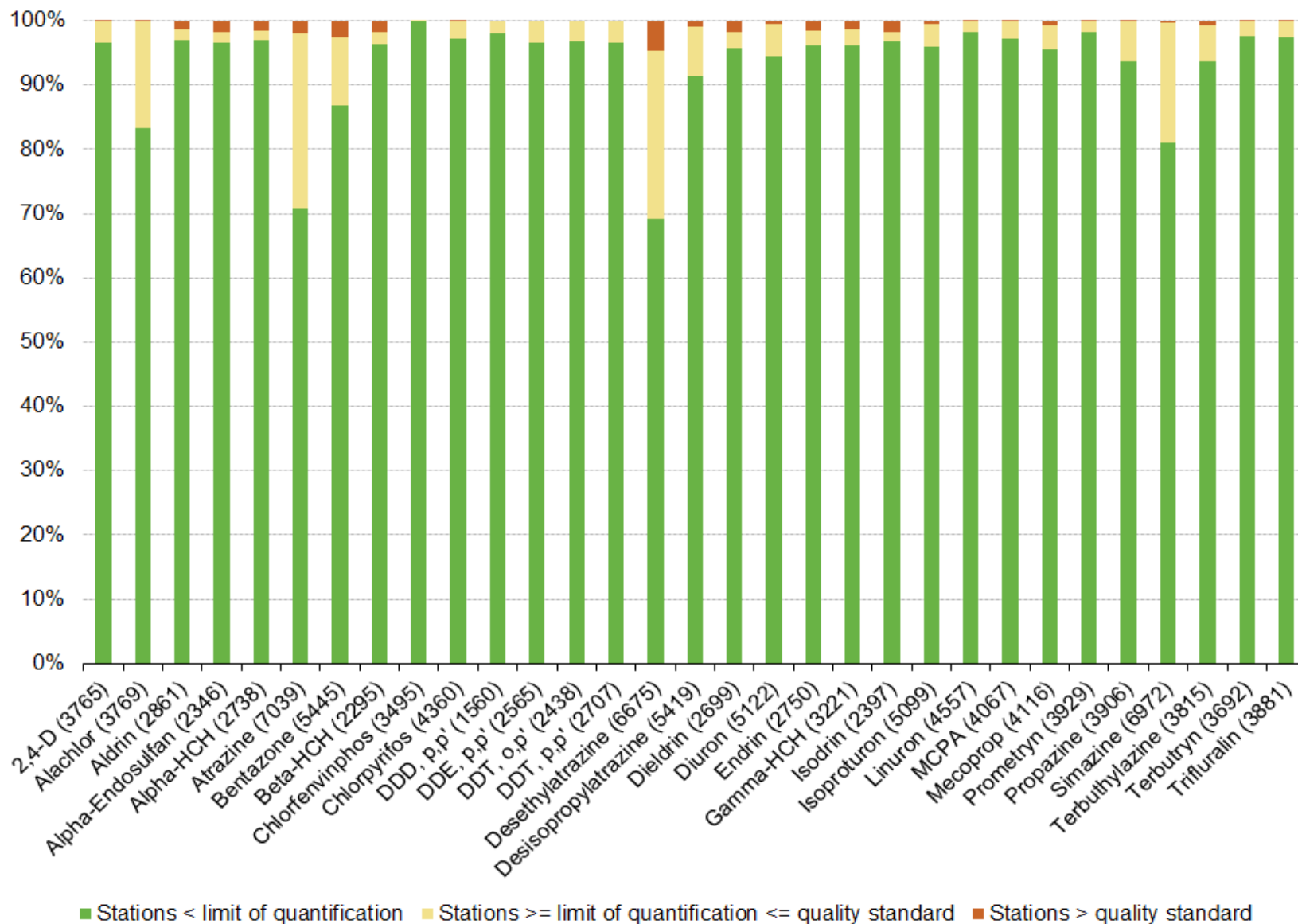
**PMG: menor
citotoxicidade**

Fonte: Defarge et al., 2018.

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



(¹) 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

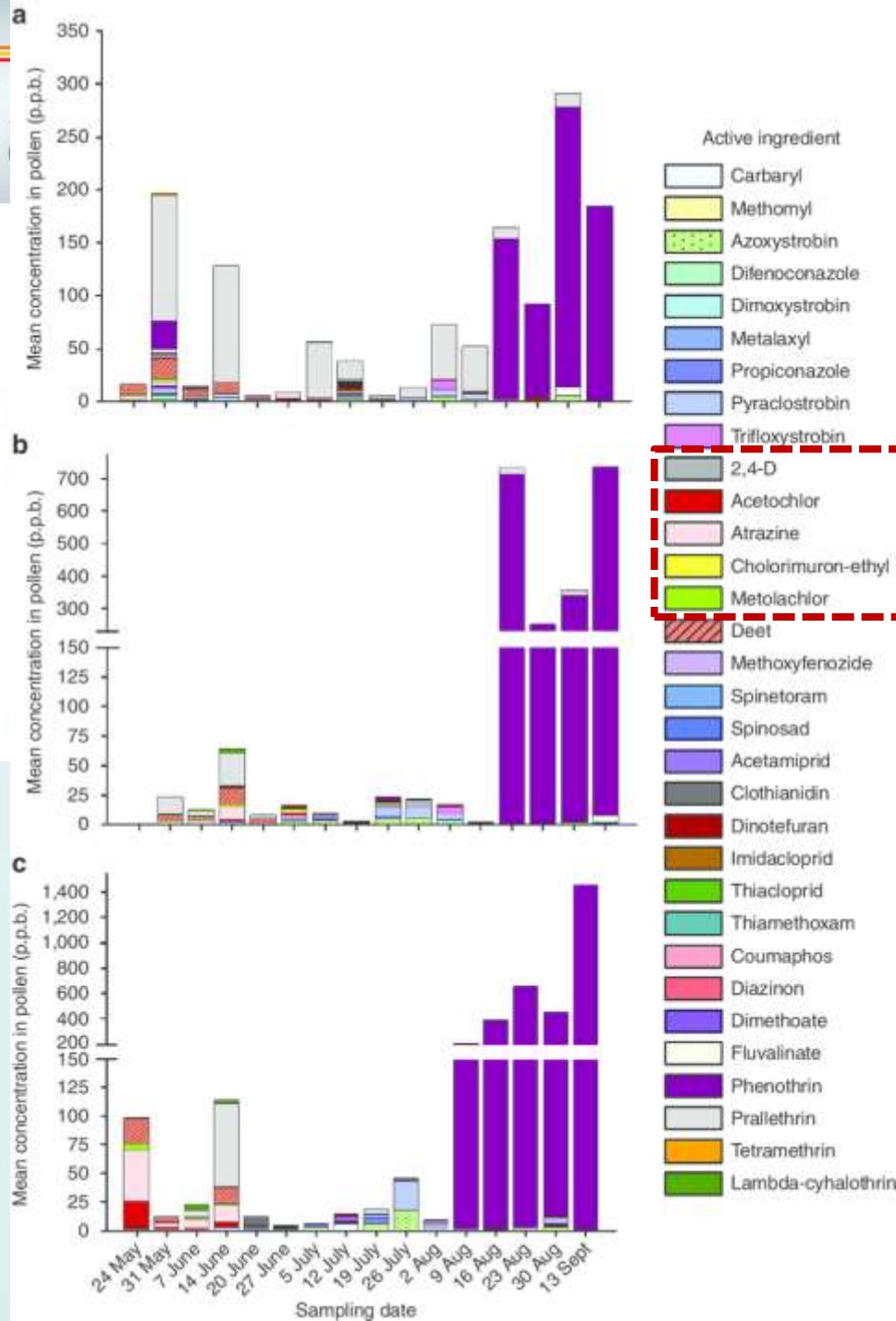
P.M. Rocchio ^a, J.L. Malanchuk ^b

[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 $\mu\text{g/L}$), contudo, o sistema se recupera após o nível de atrazine retornar a zero.



DOI: 10.1038/ncomms11629

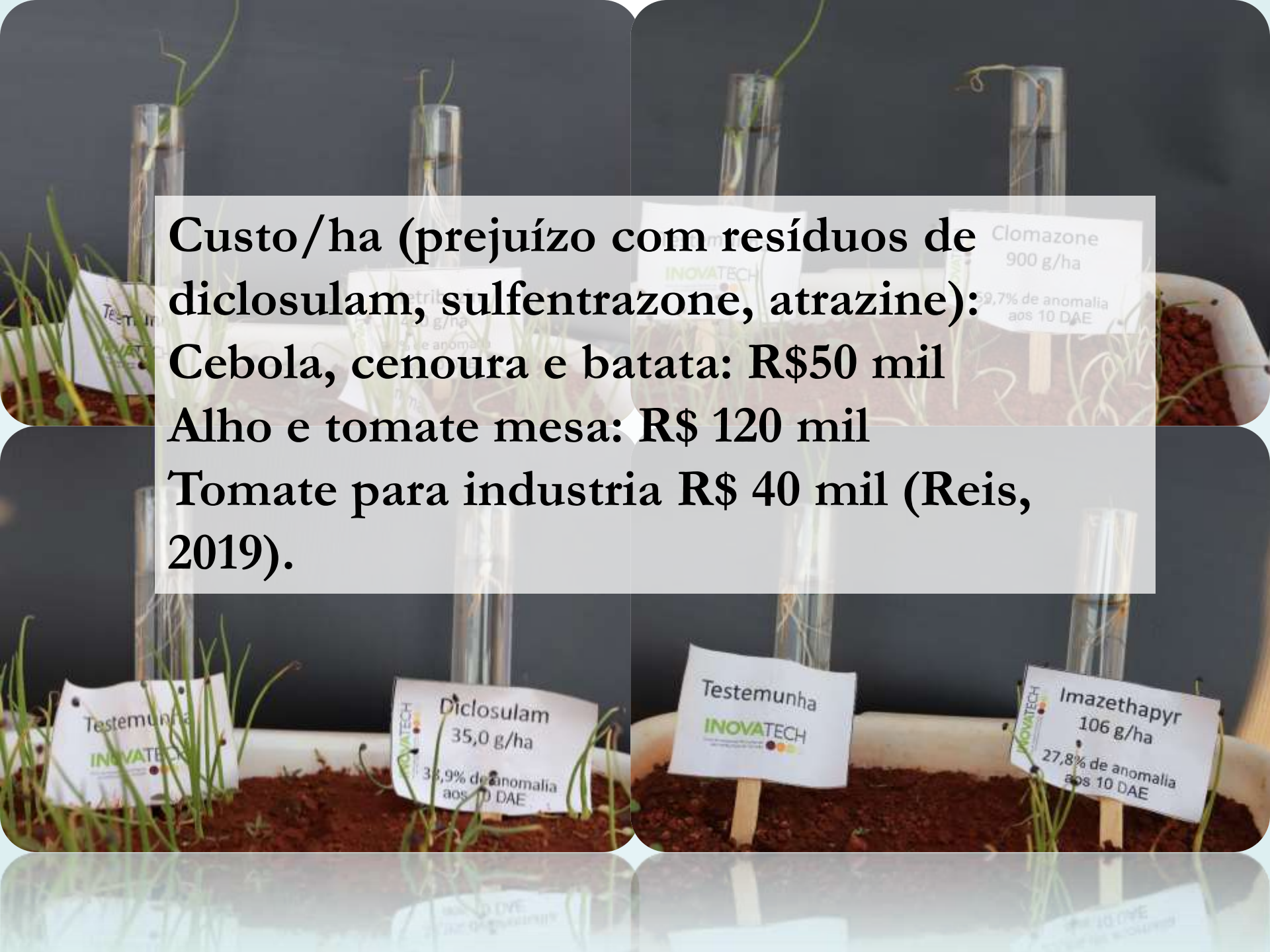
OPEN

ent a season-long route
honey bees

**Resíduos de pesticidas em
pólen: 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).**

Testemunha

INOVATECH

Diclosulam
35,0 g/ha

38,9% de anomalia
aos 10 DAE

Testemunha

INOVATECH

Imazethapyr
106 g/ha

27,8% de anomalia
aos 10 DAE

Clomazone
900 g/ha

9,7% de anomalia
aos 10 DAE

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
- Tembotrione para batata
- Chlorimuron para alho

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

Nc1c(Cl)c(Cl)c(Cl)c(C(=O)O)n1

HerbSolo UFV
v2.0

OBTER

DISPONÍVEL



HerbSolo UFV

50 BREAKTHROUGHS

Critical scientific and technological advances
needed for sustainable global development

This is the beginning of a conversation. Through the history of international 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 reversed 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 solving 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 new evidence will disprove 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 LIST 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”

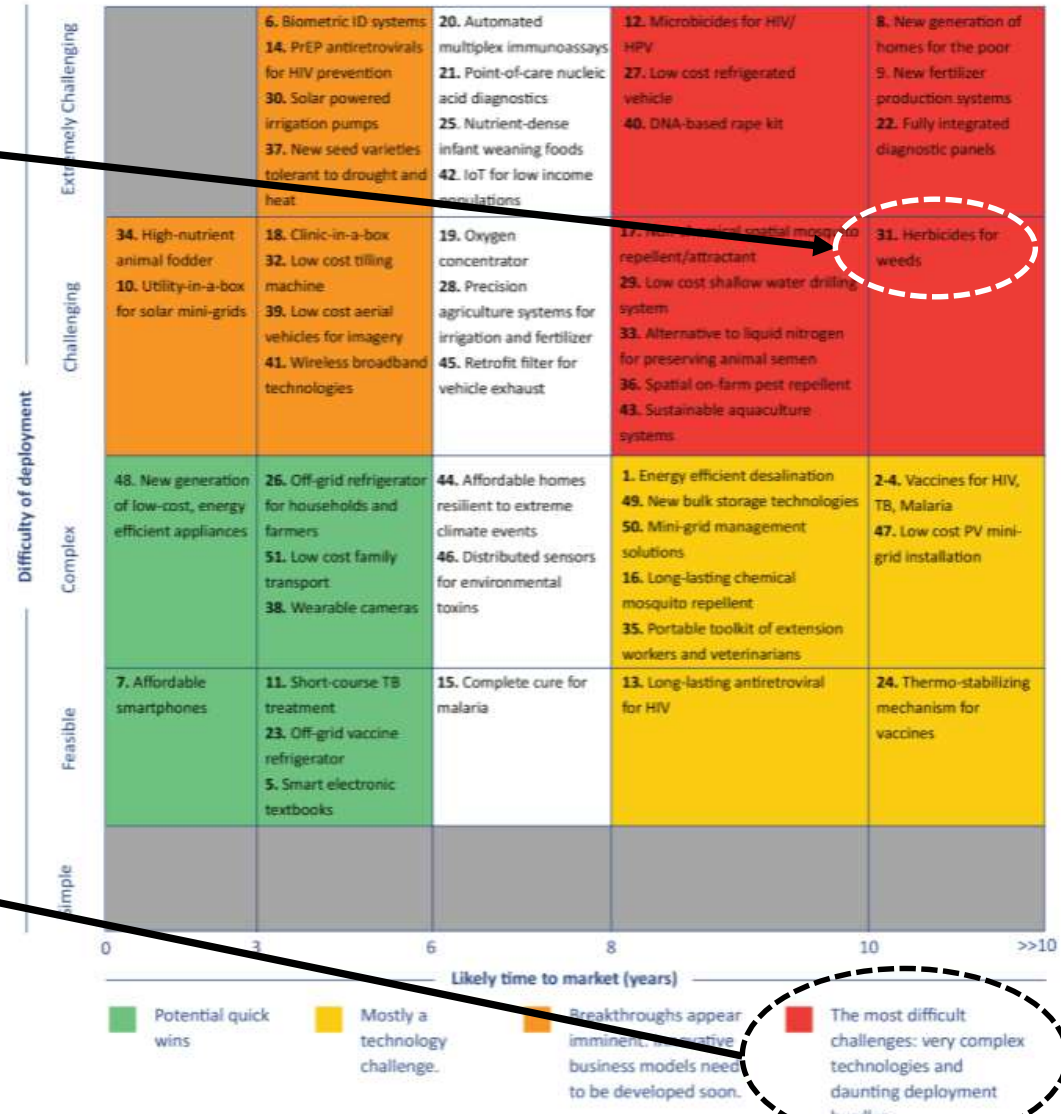
“50 avanços: avanços científicos e tecnológicos críticos necessários para o desenvolvimento global sustentável”

Matrix A

2 avanços diretamente ligados a herbicidas

4 avanços ligados aos recursos hídricos

Os desafios mais difíceis: tecnologias muito complexas e efetivos e desafiadores obstáculos para implantação.



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)

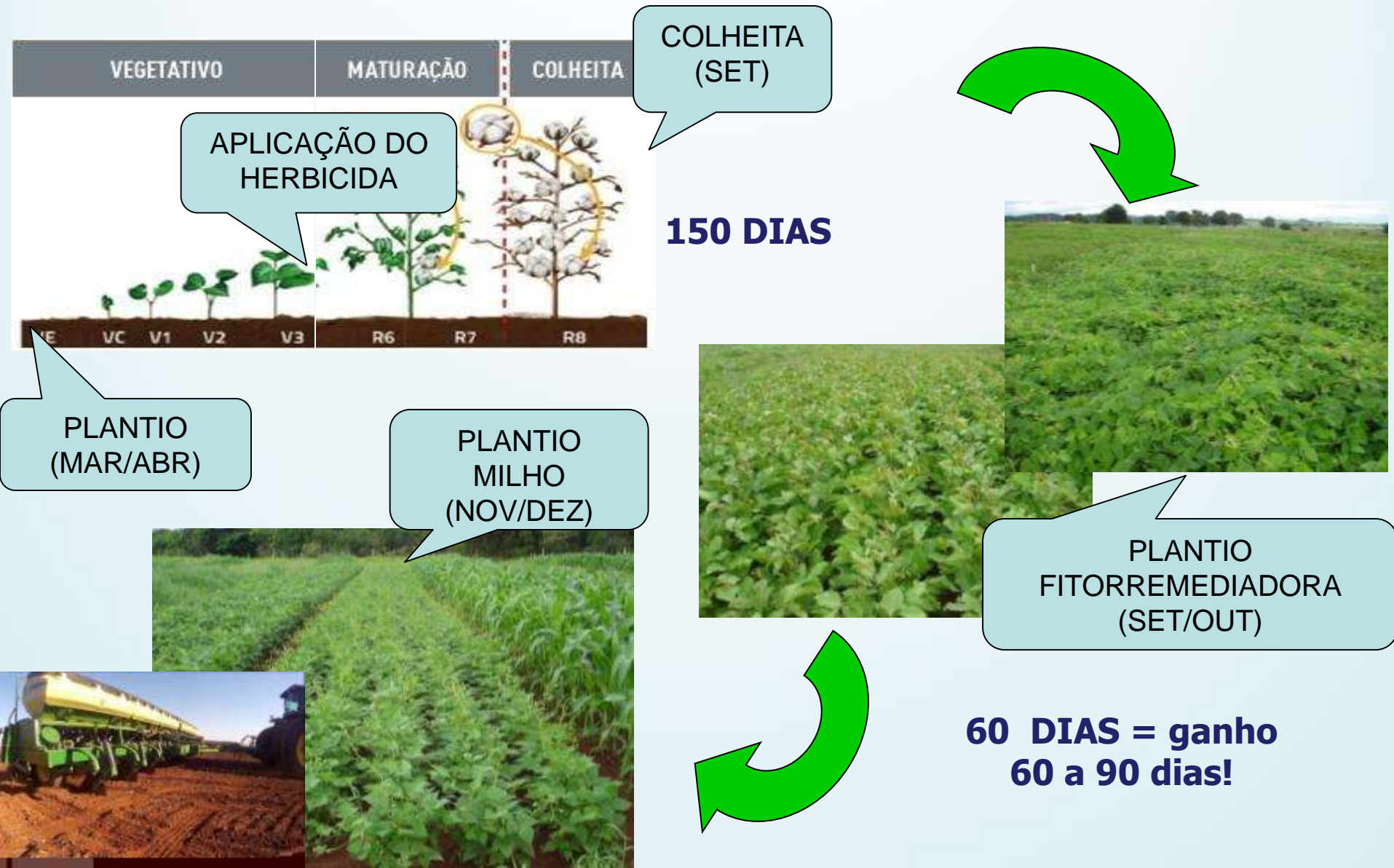


Fitorremediação com enfoque agronômico

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

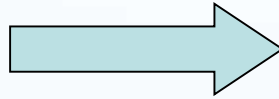
**“Com a fitorremediação, pode-se reduzir
significativamente o intervalo entre a aplicação
de herbicidas e a semeadura de espécie
cultivada sensível à presença dessas moléculas
no solo.”**

Exemplo de proposta para fitorremediação

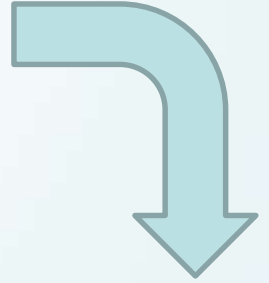


-----Etapas-----

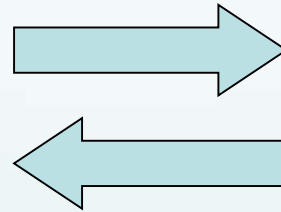
Pré-seleção



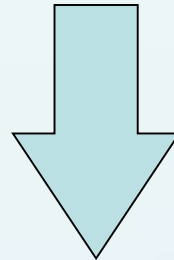
Seleção



**Determinações
complementares**



**Capacidade de
descontaminação**



**Examinar mecanismos de
remediação**

Trifloxysulfuron



Tebuthiuron



Picloram



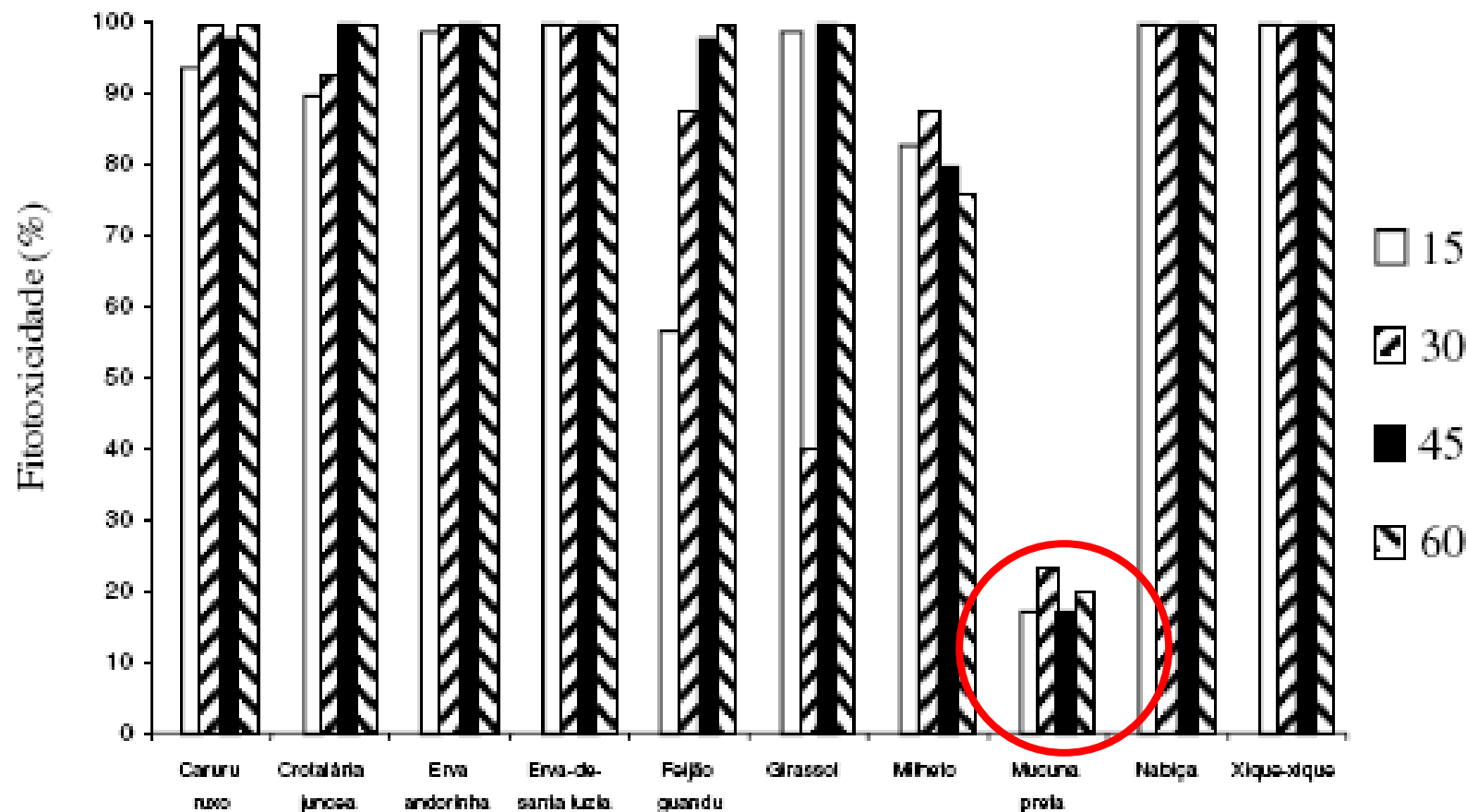
Sulfentrazone



TOLERÂNCIA



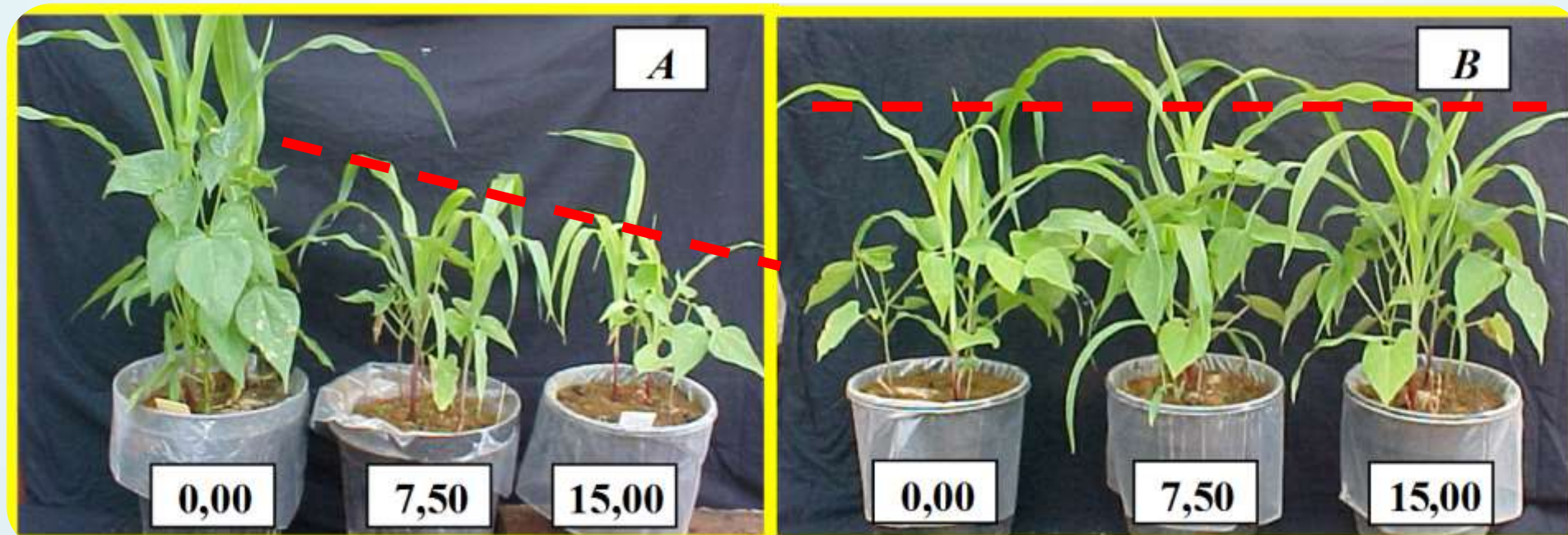
Efeito de quatro doses de tebuthiuron (0,0; 0,5; 1,0 e 2,0 kg ha⁻¹) sobre três espécies de adubos verdes, aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos (Pires et al., 2005, 2006).



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

(Pires et al., 2003)

ENSAIOS BIOLÓGICOS



Solo não cultivado

Mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*)

Milho e de feijão

trifloxysulfuron-sodium (0,0, 7,5 e 15,0 g ha⁻¹)

(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

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

Permanência na área ou retirada?



Ensaaios a campo



UFV, Coimbra, MG - 2003





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
Sulfentrazone	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 pl m ⁻² CJ = 120 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](https://www.sciencedirect.com)

Ecological Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecoleng



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



Renan Rodrigues Braga^a, José Barbosa dos Santos^b, José Cola Zanuncio^{c,*},
Camila Silva Bibiano^d, Evander Alves Ferreira^b, Maxwell Coura Oliveira^e,
Daniel Valadão Silva^g, José Eduardo Serrão^f

^a Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36570-900 Viçosa, Minas Gerais, Brazil

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

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

^d Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, 37200-000 Lavras, Minas Gerais, Brazil

^e Department of Agronomy and Horticulture, University of Nebraska-Lincoln, 68503 Lincoln, NE, United States of America

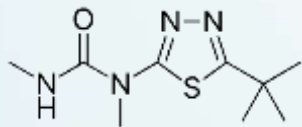
^f Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa, 36570-900 Viçosa, Minas Gerais, Brazil

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

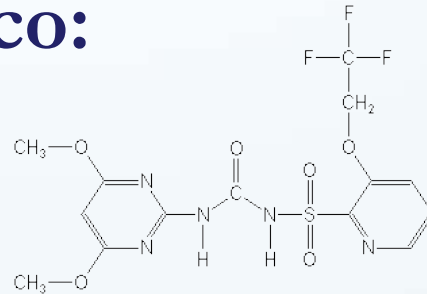


Fitorremediação de áreas com resíduos de herbicidas:

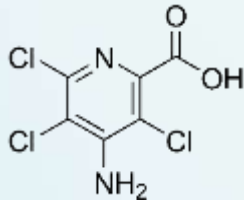
Enfoque agrônômico:



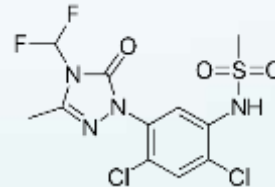
Tebuthiuron



Trifloxysulfuron

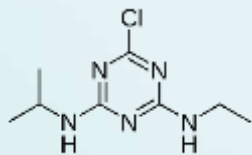


Picloram

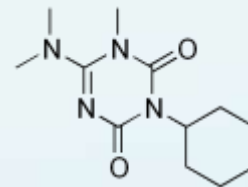


Sulfentrazone

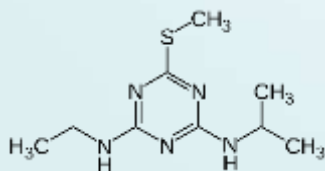
Enfoque ambiental:



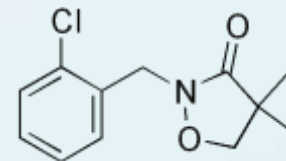
Atrazine



Hexazinone



Ametryn



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

Arbóreas

- Combater o efeito de “carryover”;
- Várias espécies já recomendadas;
- Opção ao pousio;
- Cuidados com a espécie a ser utilizada.

Macrófitas

- Rotação com braquiária parece ser boa opção: ILP (?!?!?)



Fitorremediação de áreas com resíduos de herbicidas

Herbáceas

- Diminuição de resíduos que chegaria aos cursos hídricos: fitoextração;

Arbóreas

- Combater o efeito provocado pelo escoamento superficial de herbicidas ou mesmo derivado da lixiviação;

Macrófitas

- Enriquecimento de zonas ripárias ou mesmo faixa adicional a ela;



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 fitoplankton;
- Principal mecanismo: rizofiltração.

Arbóreas

Macrófitas

MATAS CILIARES “*Ribereña*”

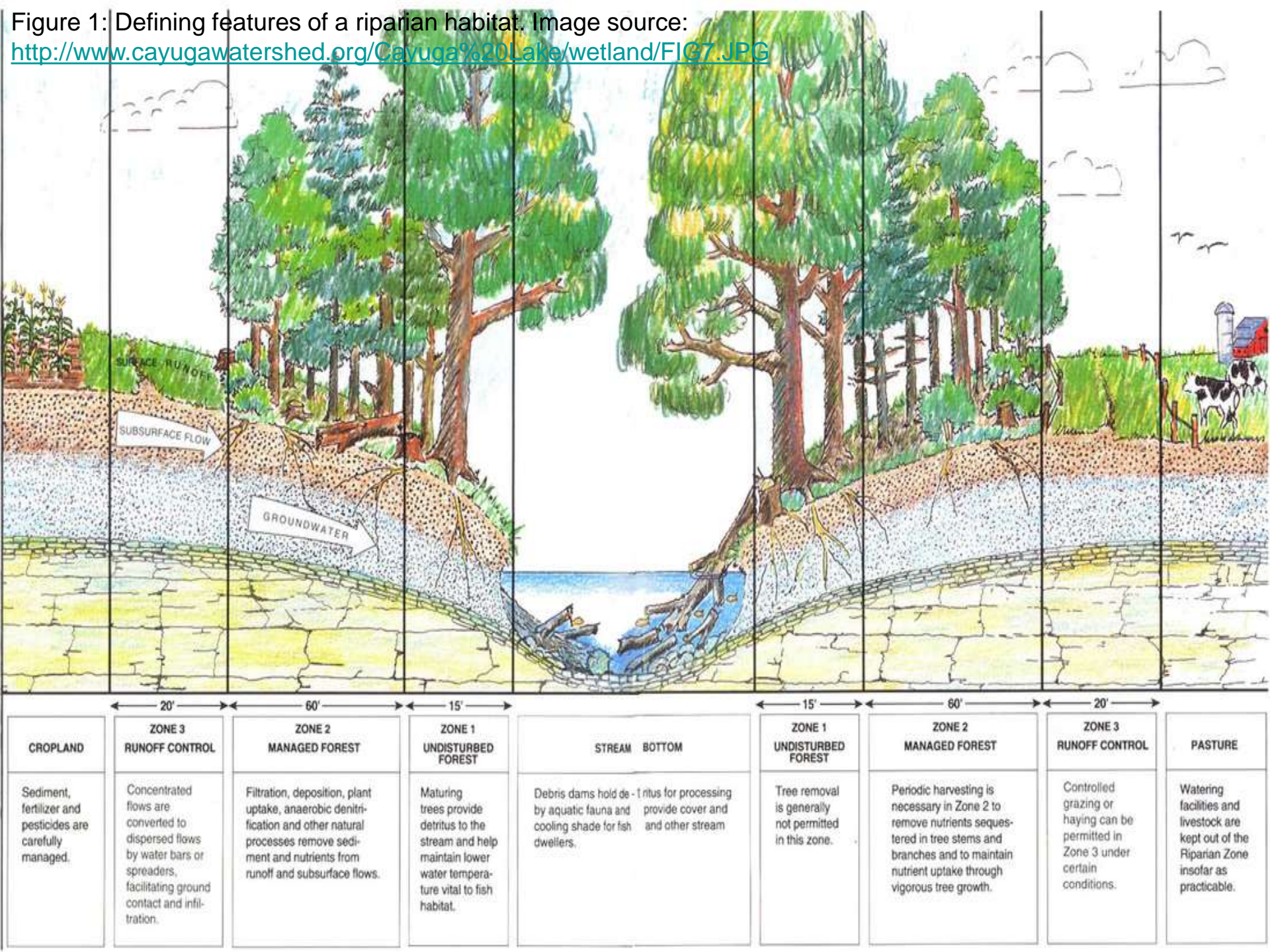


Tabela 1. Critérios para ranqueamento de produtos fitossanitários quanto ao potencial de contaminação de água subterrânea (EPA e GUS) e superficial (GOSS) e classificação de alguns herbicidas.

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

¹ Método *escreening* - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, (USEPA, 2013). Também são considerados tipo de solo, posição do aquífero e precipitações. ² *Groundwater Ubiquity Score* - GUS (Gustafson, 1989). ³ Método de GOSS (Goss, 1992). ⁴ 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>





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*).

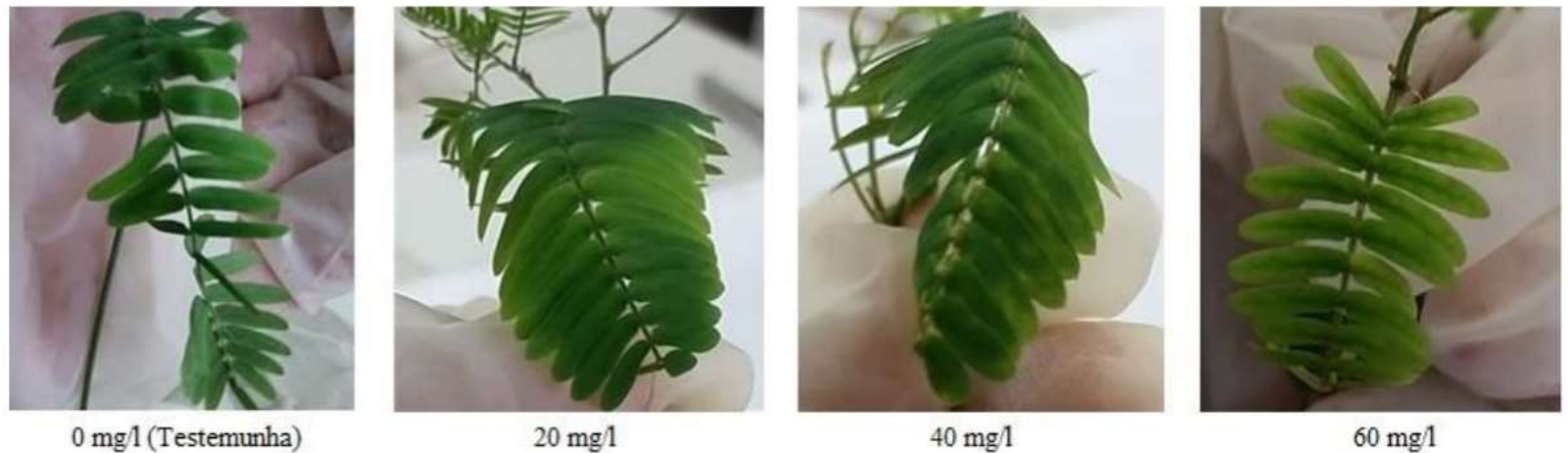
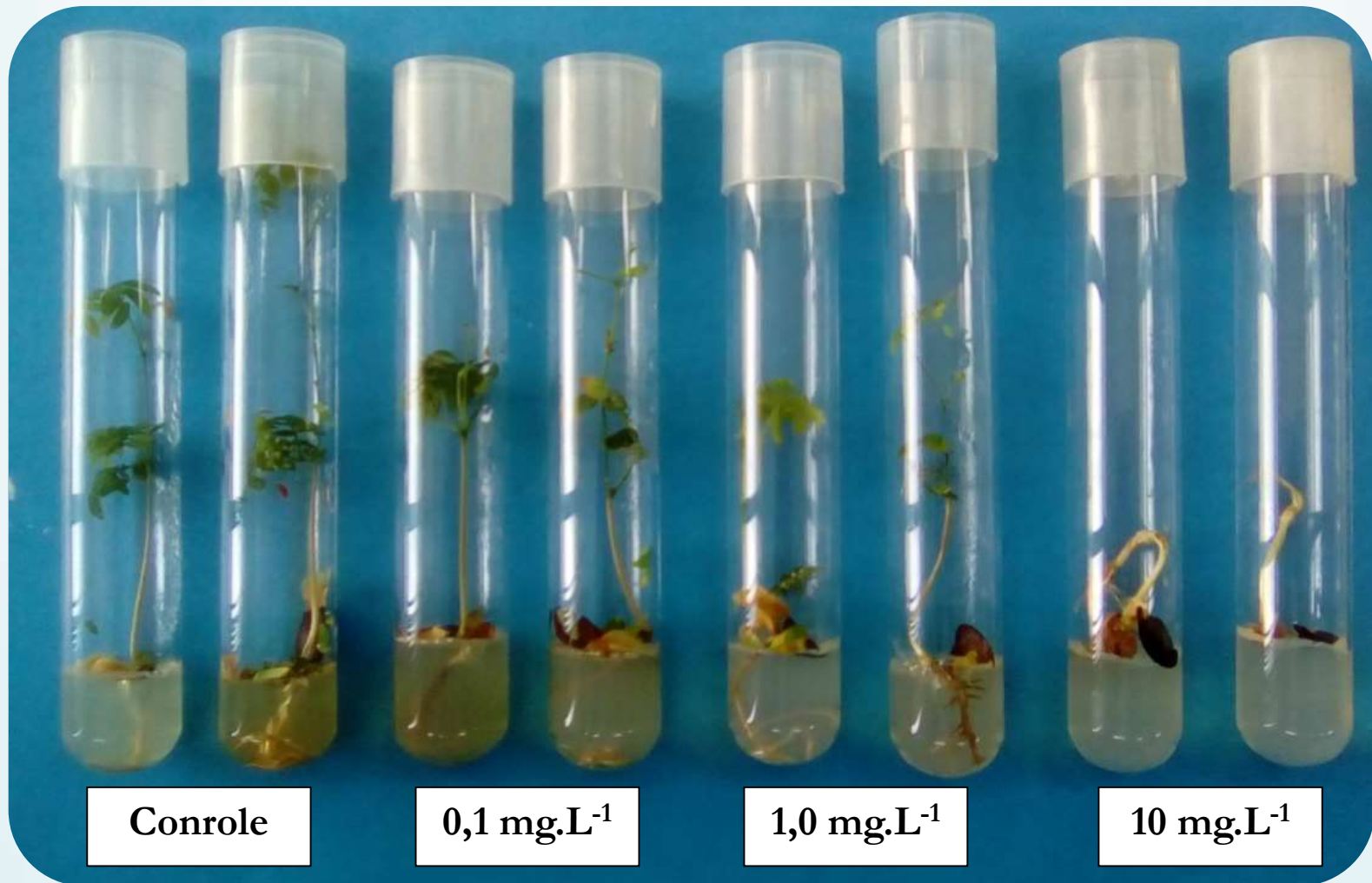


Figura 6: Efeito das diferentes concentrações do herbicida diuron sobre a espécie florestal pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*).



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

Pré-seleção:

Efeitos sobre
crescimento e
desenvolvimento
inicial





International Journal of Phytoremediation

ISSN: 1522-6514 (Print) 1549-7879 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/bijp20>

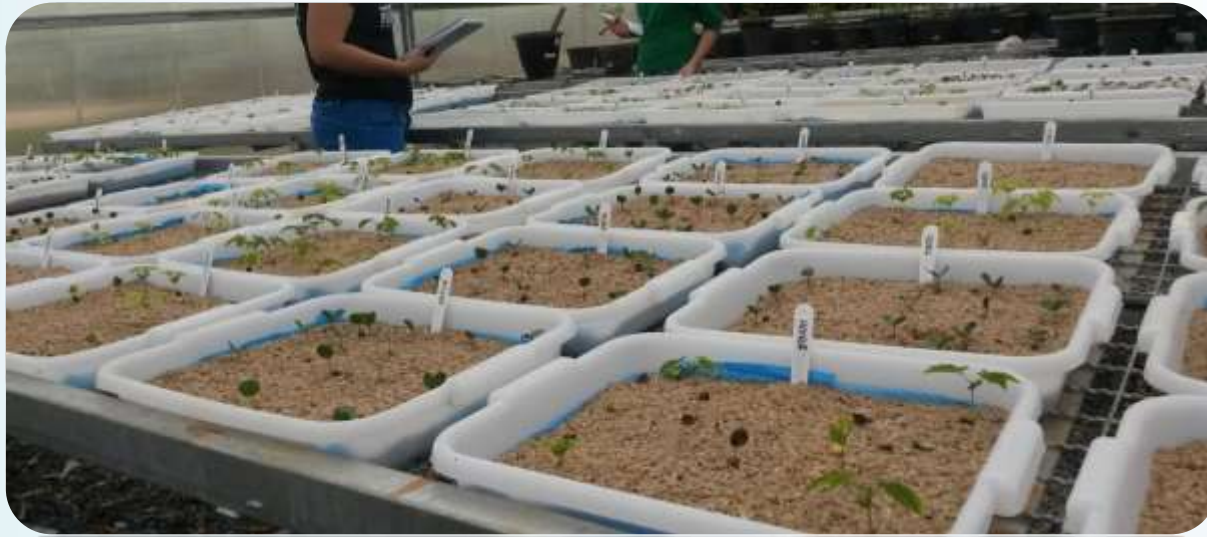
Development of native forest species of the Atlantic forest in soil contaminated with hormonal herbicides

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

José Barbosa dos Santos

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

Efeito sobre germinação e emergência de plântulas



Resultados observados:

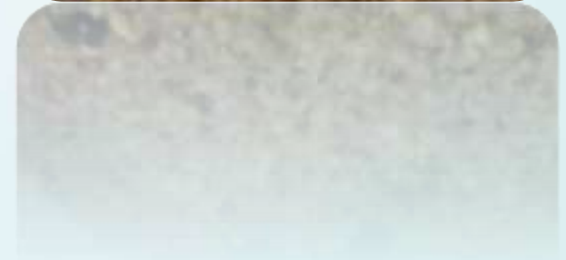


Table 1. Emergence (%), emergence speed index (EVI), root volume (%) and stem diameter (%) of *Anadenanthera colubrina*, *Cassia ferruginea*, *Dalbergia villosa*, *Machaerium nyctitans*, *Machaerium opacum*, *Piptadenia gonoacantha*, *Senegalia polyphylla* and *Senna macranthera* under doses 0.166; 0.333 and 0.666 L ha⁻¹ of the herbicides 2,4-D + picloram.

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

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

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

	Doses				CV (%)
	0	445	890	1335	
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

^{ns}Non-significant by the *F*-test at 95% probability.





Seleção

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

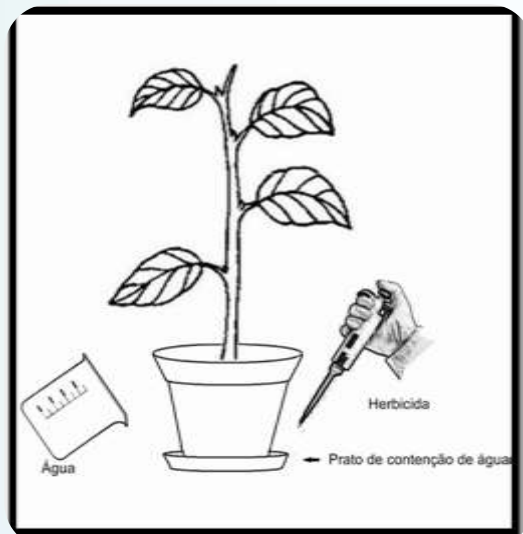
Rebecca de Araújo Fiore ^a, José Barbosa dos Santos ^a, Evander Alves Ferreira ^a, Cássia Michelle Cabral ^a, Marcelo Laia ^a, Daniel Valadão Silva ^c, Matheus de Freitas Souza ^b  

 [Show more](#)

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

pubs://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.02.023







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.

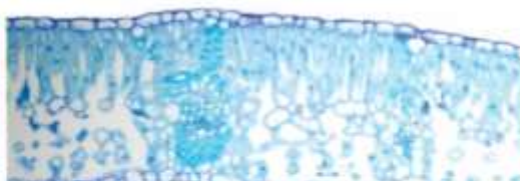
Espécies	Testemunha	Atrazine	<u>Clomazone</u>	2,4-D
Uso eficiente da água				
<u>Caesalpineia ferrea</u>	0,7 Cb	0,4 Dc	0,8 Cab	1,0 Ca
<u>Calophyllum brasilienses</u>	2,8 Bb	2,5 Bb	2,9 Bb	3,2 Aa
<u>Eremanthus crotonoides</u>	2,2 Ba	3,1 Ba	2,6 Ba	2,7 Aa
<u>Inga striata</u>	2,7 Bb	1,9 Cc	3,6 Ba	2,3 Bb
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

¹Médias 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.



100μm

(A)



100μm

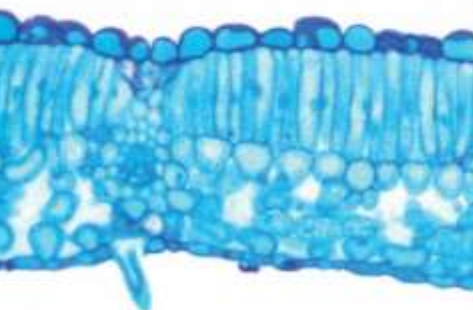
(B)



100μm

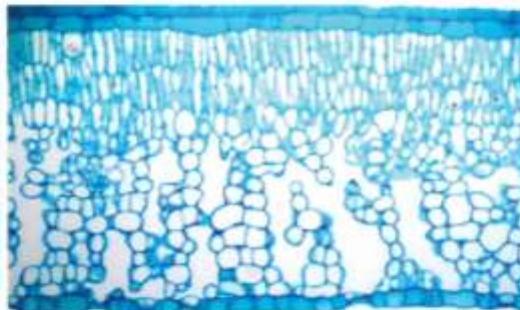
(C)

Schinopsis



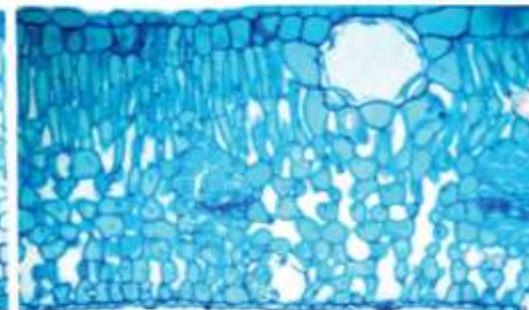
50μm

(D)



100μm

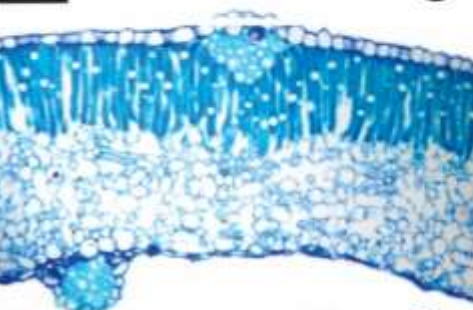
(E)



100μm

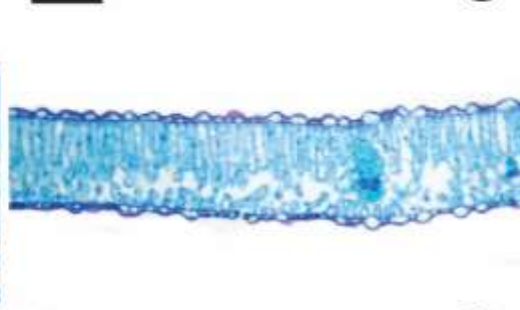
(F)

Jacaranda



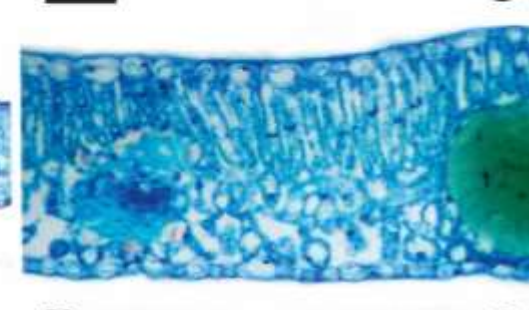
100μm

(G)



100μm

(H)



50μm

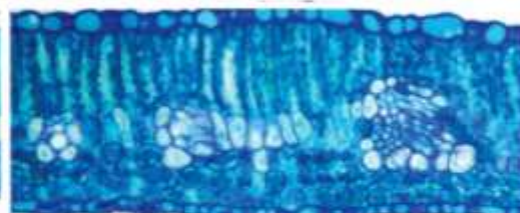
(I)

Calophyllum
(landi)



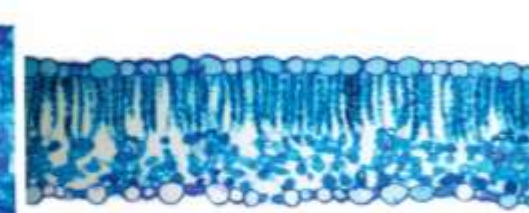
100μm

(J)



50μm

(K)



100μm

(L)

Psidium



Landi



Candeia



Jatobá

Hexazinone



Phytoremediation of Brazilian tree species in soils contaminated by herbicides

Authors

[Authors and affiliations](#)

Naiane Maria Corrêa dos Santos, Vitor Antunes Martins da Costa, Fillipe Vieira de Araújo, Brenda Thaís Barbalho Alencar,


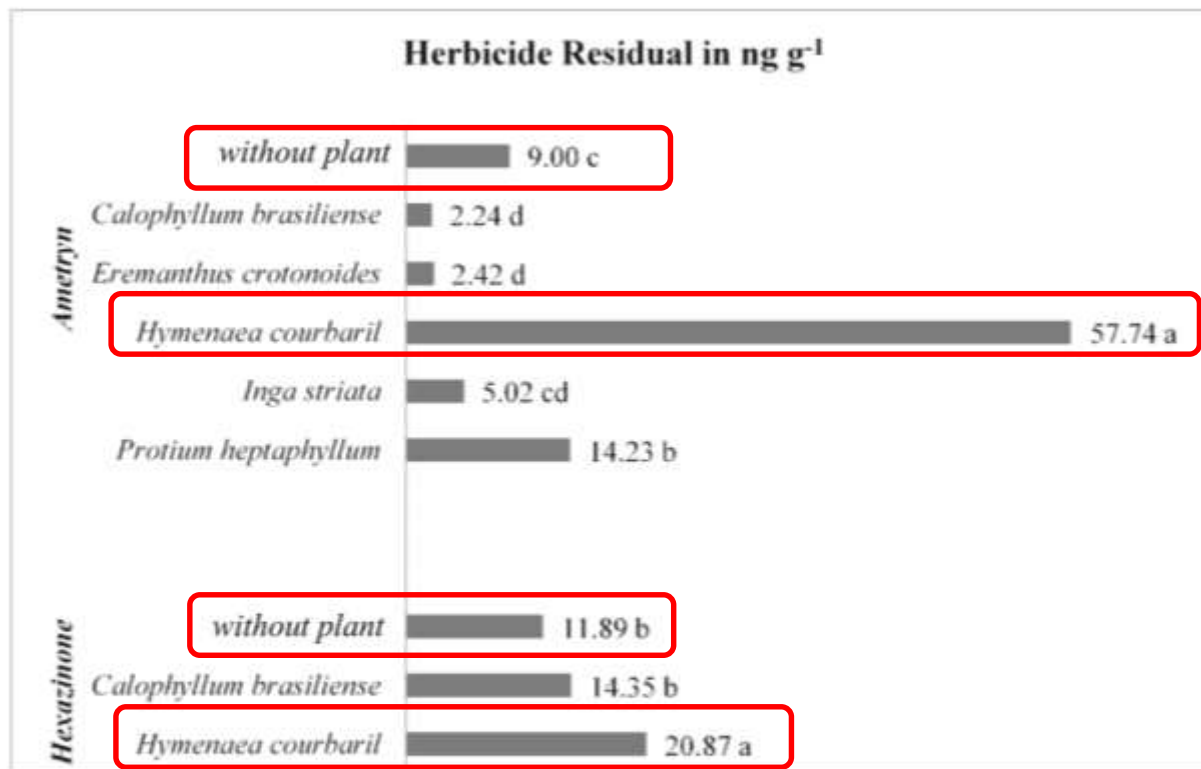
Victor Hugo Vidal Ribeiro, Fabiano Okumura, Maria Lucia Ferreira Simeone, José Barbosa dos Santos 

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)





Pré-seleção espécies macrófitas



Hexazinone:
0,3 mg/l

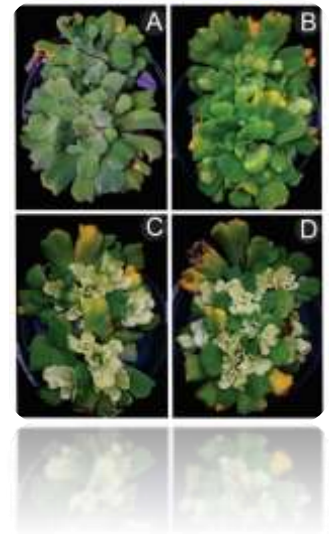


Hexazinone:
0,3 mg/l

Detecção de resíduos em concentrações equivalentes a 25 ppb

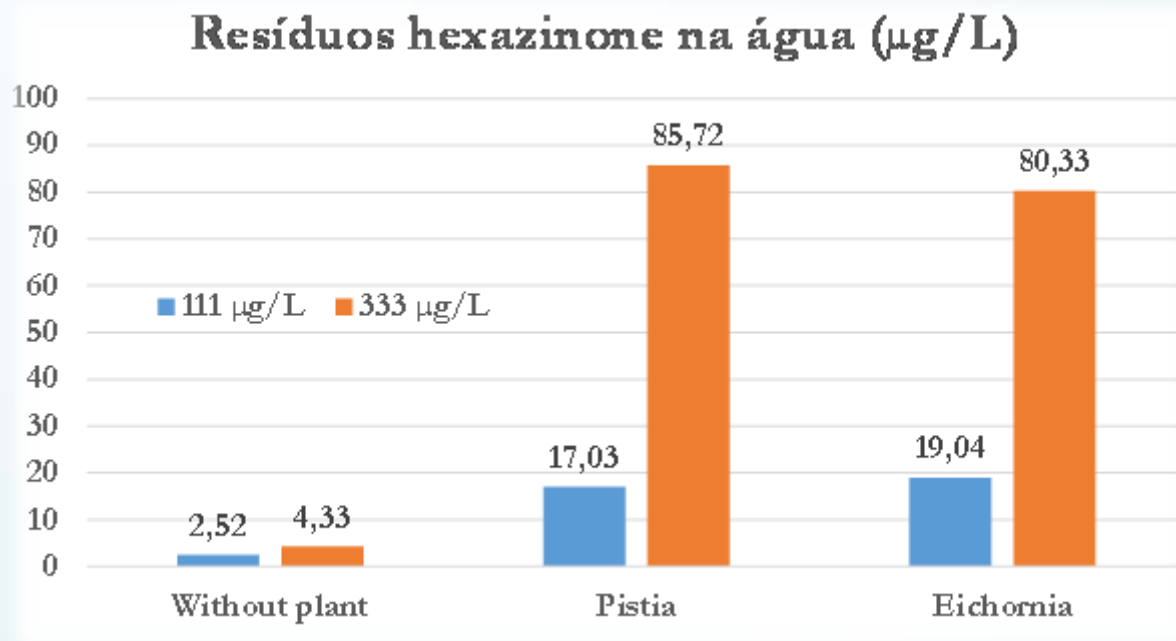


Seleção espécies macrófitas

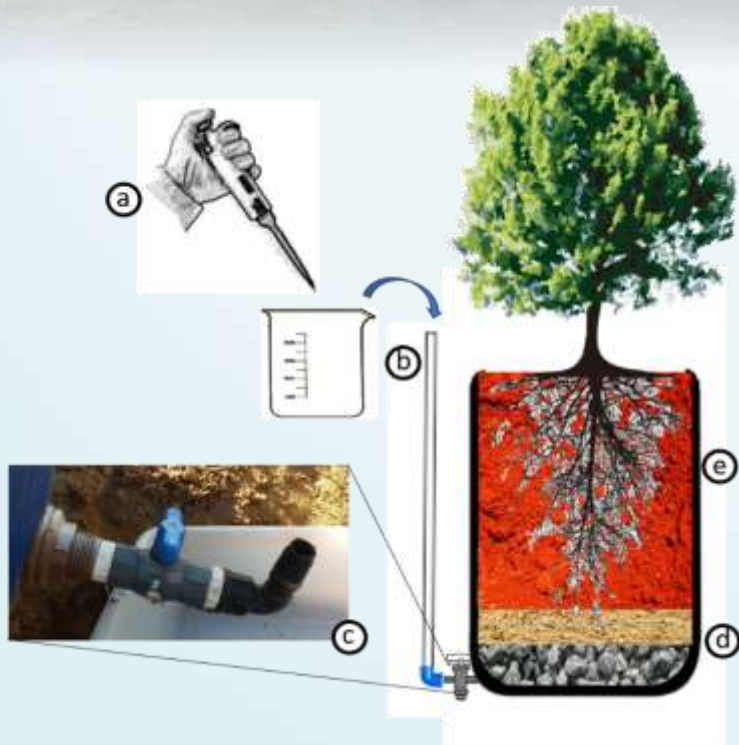




Sensitivity of the macrophytes *Pistia stratiotes* and *Eichhornia crassipes* to hexazinone and dissipation of this pesticide in aquatic ecosystems



Ribeiro et al. (2019)



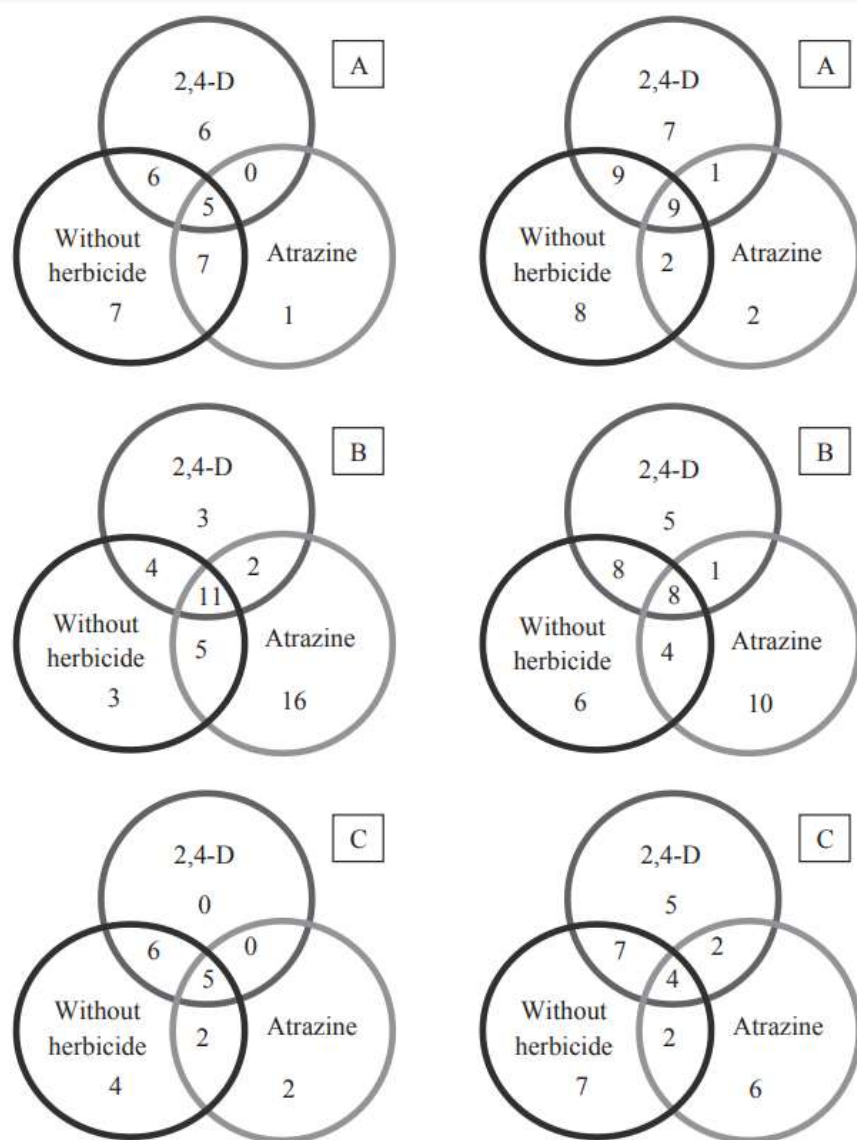


Fig. 2. Number of exclusive OTUs of each treatment, in Venn diagram, for samples with previous ingestion cultures (left) and without previous culture (right) in pot, for each microbiological group. (A- Archaea, B-Bacteria and C-Fungi).

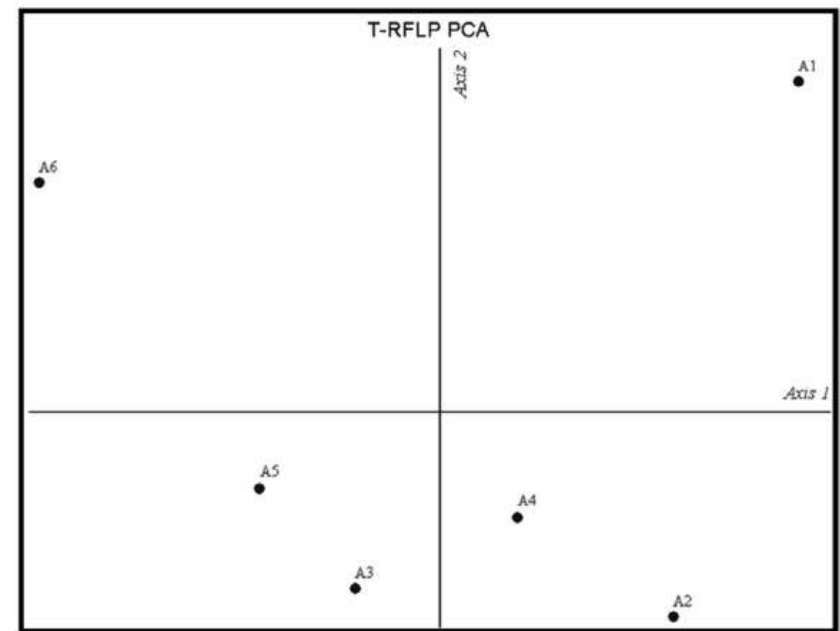


Fig. 3. Principal Components Analysis (PCA) of microbial communities determined by T-RFLP. Soil without herbicide and *I. marginata* (A1), soil without herbicide and with *I. marginata* (A2), soil with 2,4-D and with *I. marginata* (A3), soil with 2,4-D and without *I. marginata* (A4), soil with atrazine 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 cor
remedy riparian forests next to agri

Fiore et al., 2019

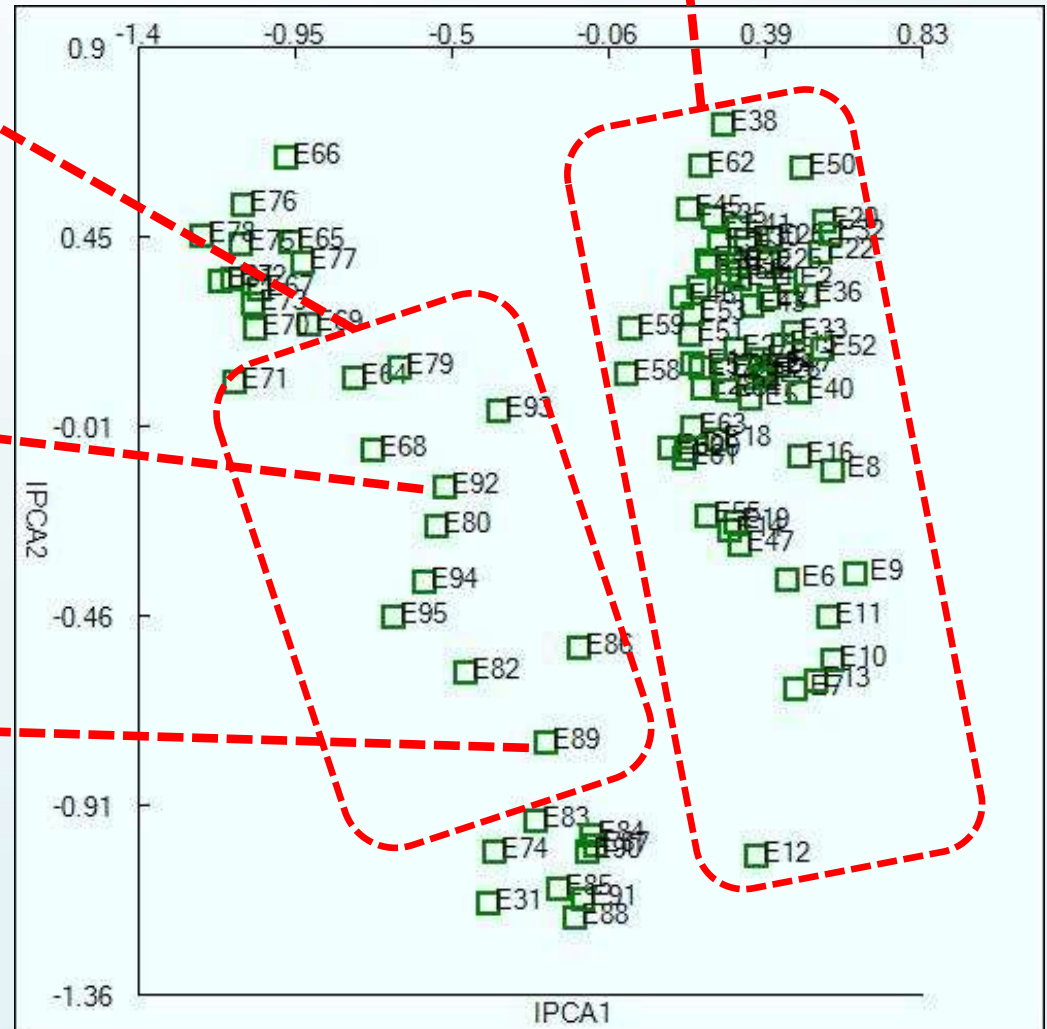
Amostras de solos com herbicidas, aos 20 DAA: isoladas dos demais grupos!!!

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

E92: *Caesalpineia 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



Sequenciamento dos genomas dos microrganismos das amostras de solo

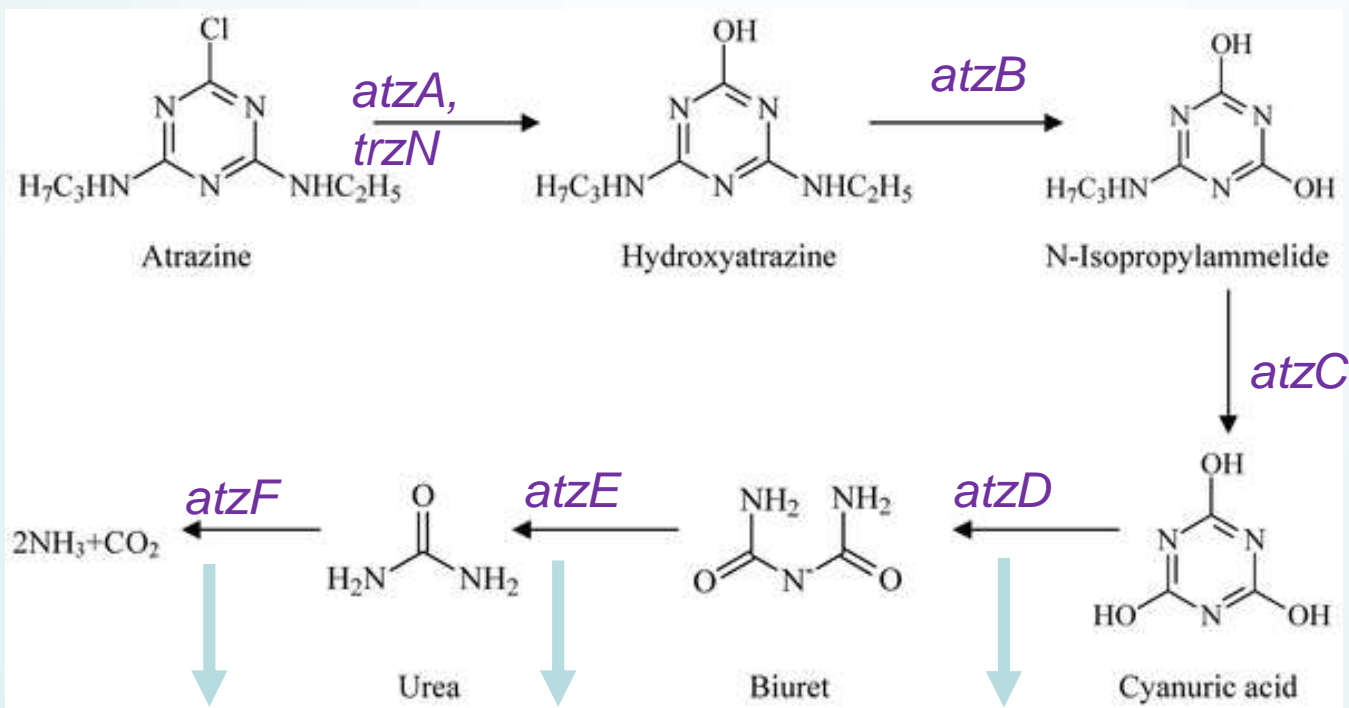
Análise de dados

Anotação de função*

Anotação de taxonomia*

*Comparação com bancos de dados Ex: Kegg e NCBI

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



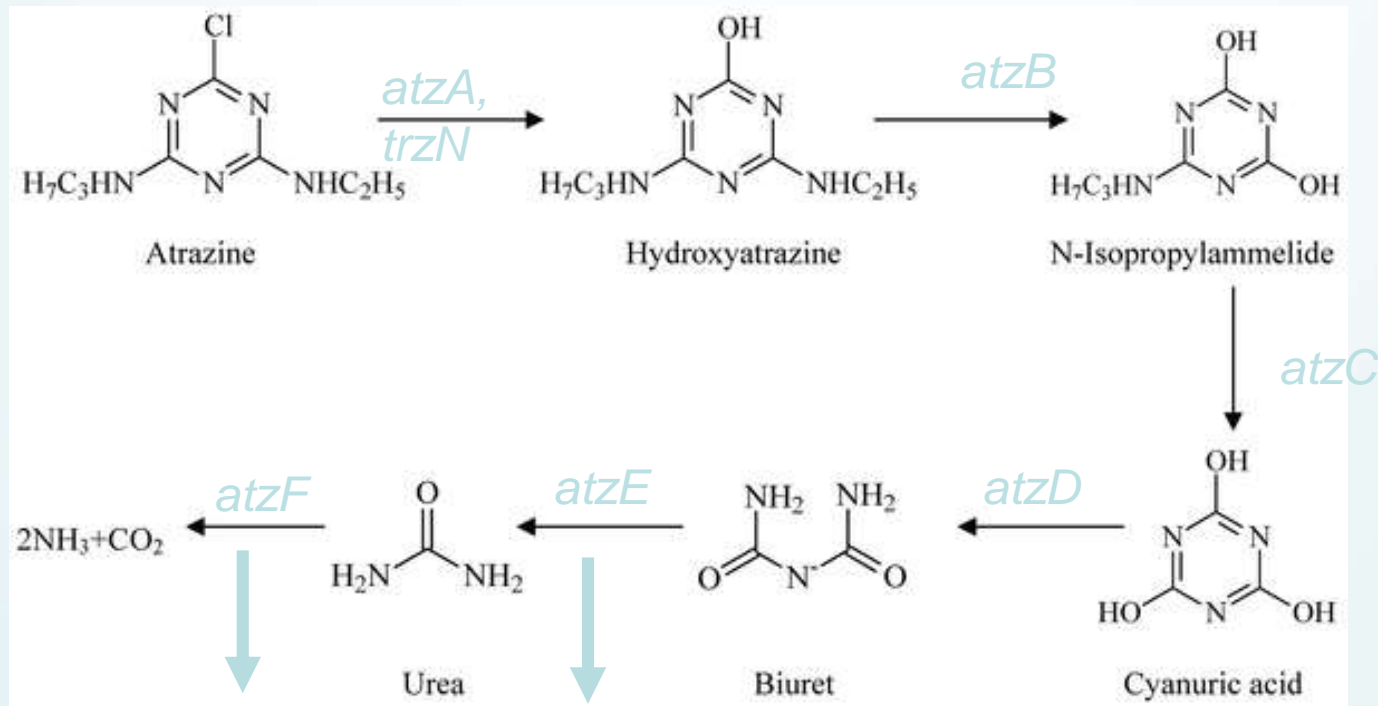
-M1*
-*Granulicella mallensis*
-*Acidobacteriaceae*

-*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)

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



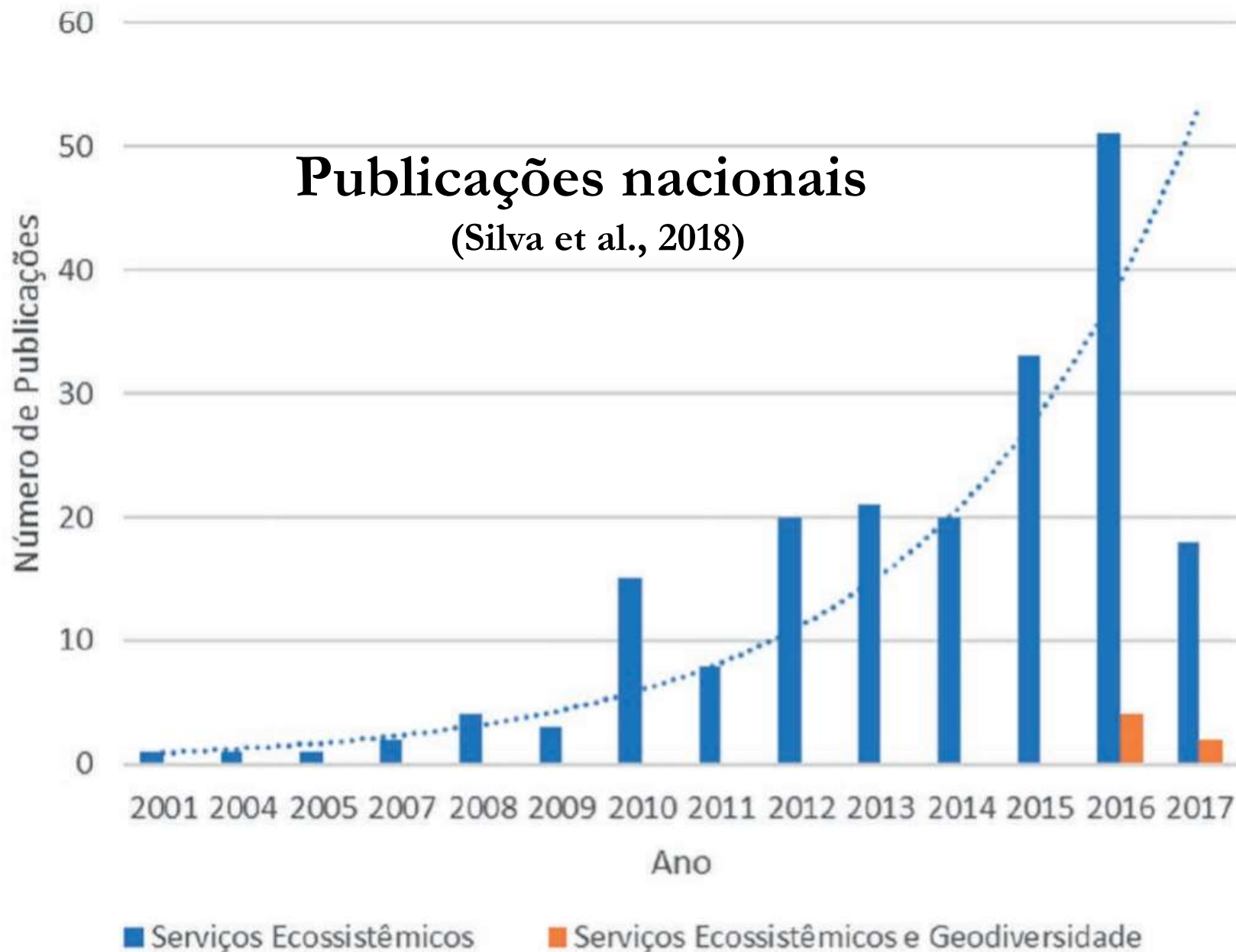
-M3*
-Thioalkalivibrio sulfidophilus
-Bradyrhizobium

Bradyrhizobiaceae

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

Publicações nacionais

(Silva et al., 2018)



Cenário dos programas de fitorremediação de resíduos de herbicidas no Brasil

- Universidade Federal de Viçosa (Pioneira no Brasil): tryfloxysulfuron sodium, tebuthiuron, picloram, 2,4-D e sulfentrazone
- Universidade Federal do Espírito Santo (São Mateus): picloram e sulfentrazone
- Universidade de Rio Verde: picloram e tryfloxysulfuron 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



ESPECIAL PUBLICITÁRIO

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

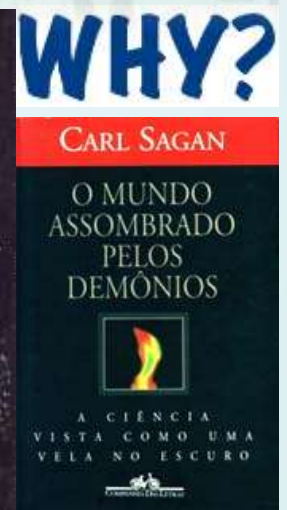
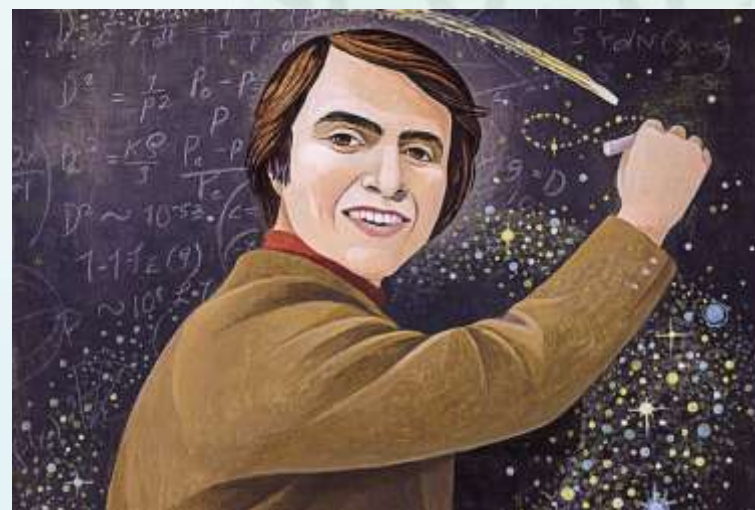
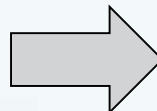
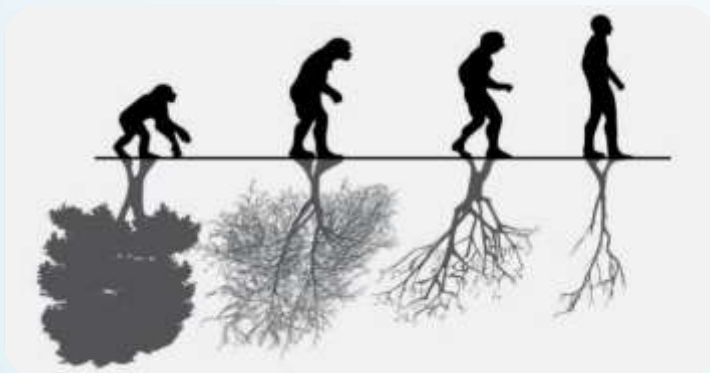
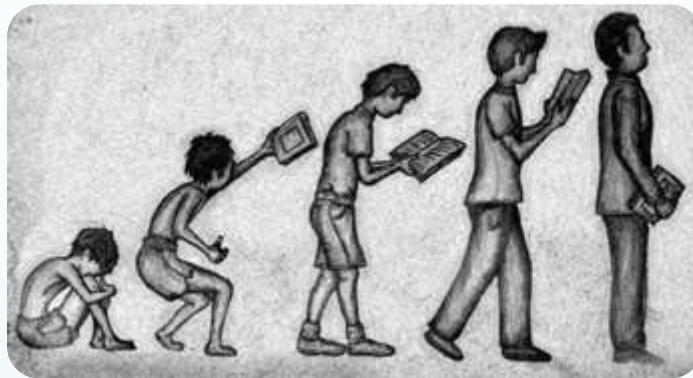
FAKE NEWS

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](#)





Muito obrigado

Prof. José Barbosa dos Santos

barbosa@pq.cnpq.br

jbarbosasantos2015@gmail.com



Pós-Graduação
Ciência Florestal

