



II Seminário Mato-grossense sobre Manejo da Resistência

Dias 23 e 24 / julho / 2019

Auditório da Famato
R. Eng. Edgar Prado Arze, SN
Centro Político Administrativo - Cuiabá - MT

Impactos da resistência para a sociedade

Prof. Sérgio Hermínio Brommonschenkel
Departamento de Fitopatologia
Universidade Federal de Viçosa

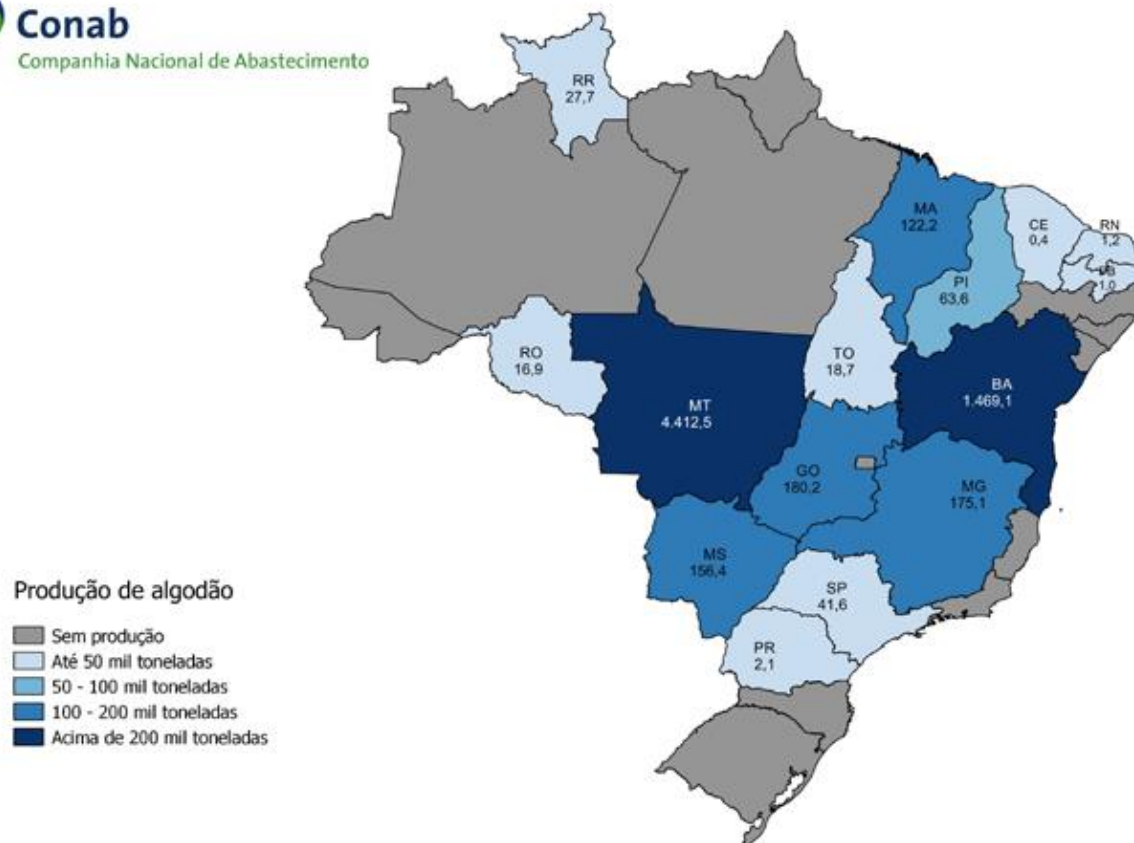


MT: líder nacional na produção agrícola



Conab

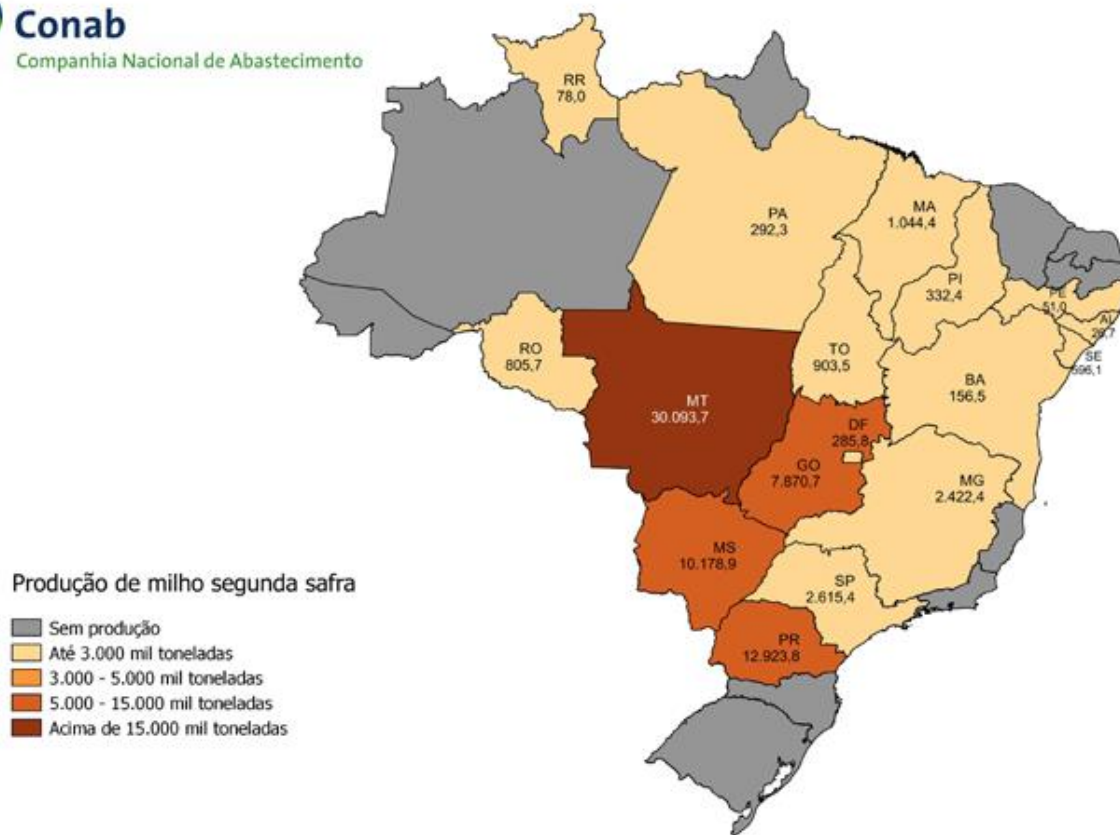
Companhia Nacional de Abastecimento



Mapa da Produção Agrícola Safra 2018/2019 - Algodão



MT: líder nacional na produção agrícola



Mapa da Produção Agrícola Safra 2018/2019 - Algodão

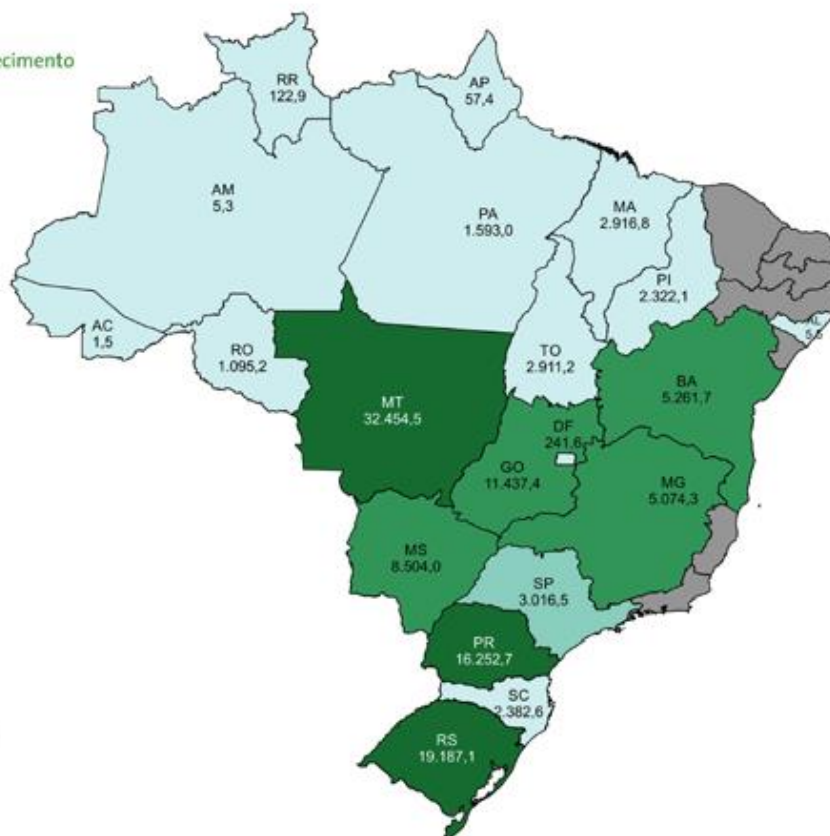


MT: líder nacional na produção agrícola



Produção de soja

- Sem produção
- Até 3.000 mil toneladas
- 3.000 - 5.000 mil toneladas
- 5.000 - 15.000 mil toneladas
- Acima de 15.000 mil toneladas



Mapa da Produção Agrícola Safra 2018/2019 - Algodão



II Seminário Mato-grossense sobre Manejo da Resistência

Pilares desse sucesso:

- Pioneirismo, determinação e inovação do agricultor;
- Sementes com maior potencial genético;
- Expansão de áreas agrícolas;
- Uso eficiente das áreas de produção (intensificação);
- Entendimento das necessidades nutricionais das plantas;
- Mecanização intensiva;
- Controle eficiente de estresses bióticos (variedades com resistência, tolerância a herbicidas, resistentes aos insetos, novos ingredientes ativos).



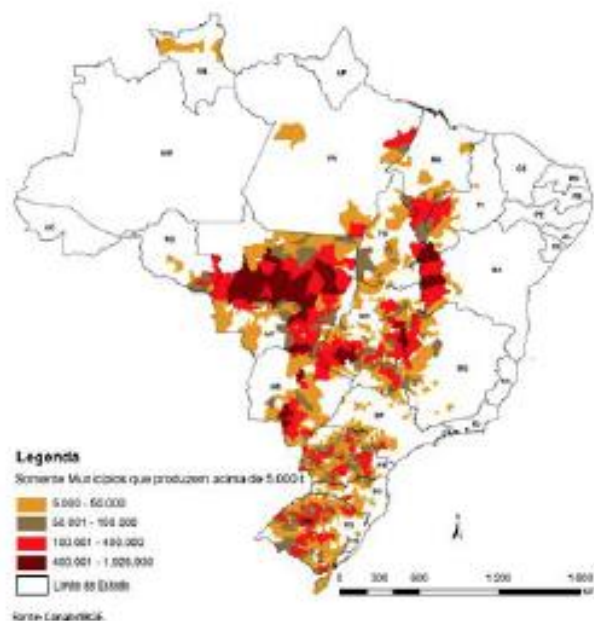
Problemas:

- Áreas extensas e cultivos sucessivos favorecem a ocorrência de pragas e doenças (mais crítico em regiões tropicais);
- Uso inadequado de tecnologias levando ao surgimento de resistências diversas, reduzindo o seu período de eficácia.

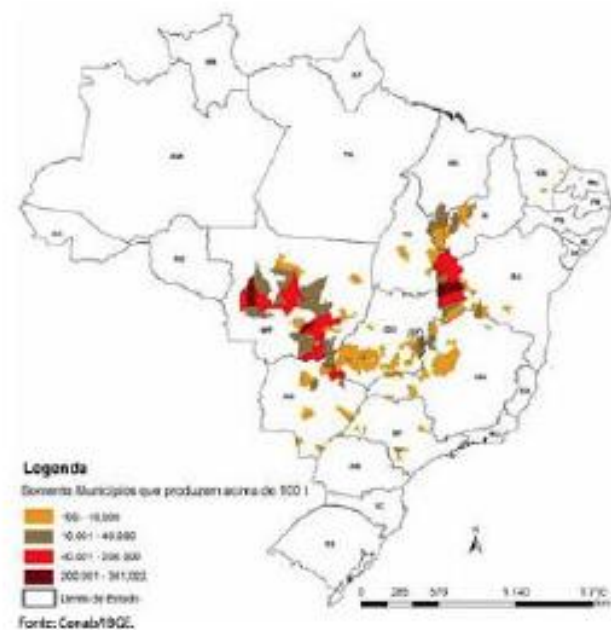


Problemas:

Soja



Algodão

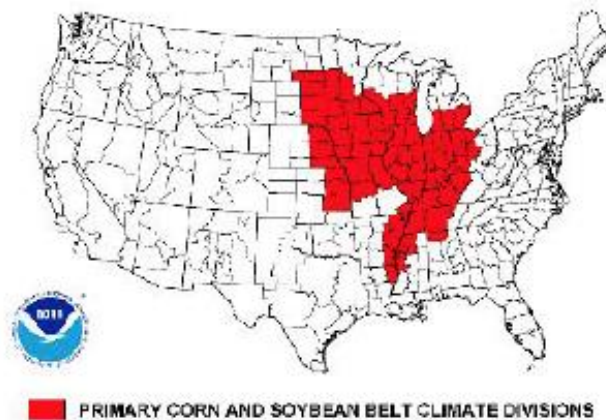


Problemas:

COTTON BELT



PRIMARY CORN AND SOYBEAN BELT



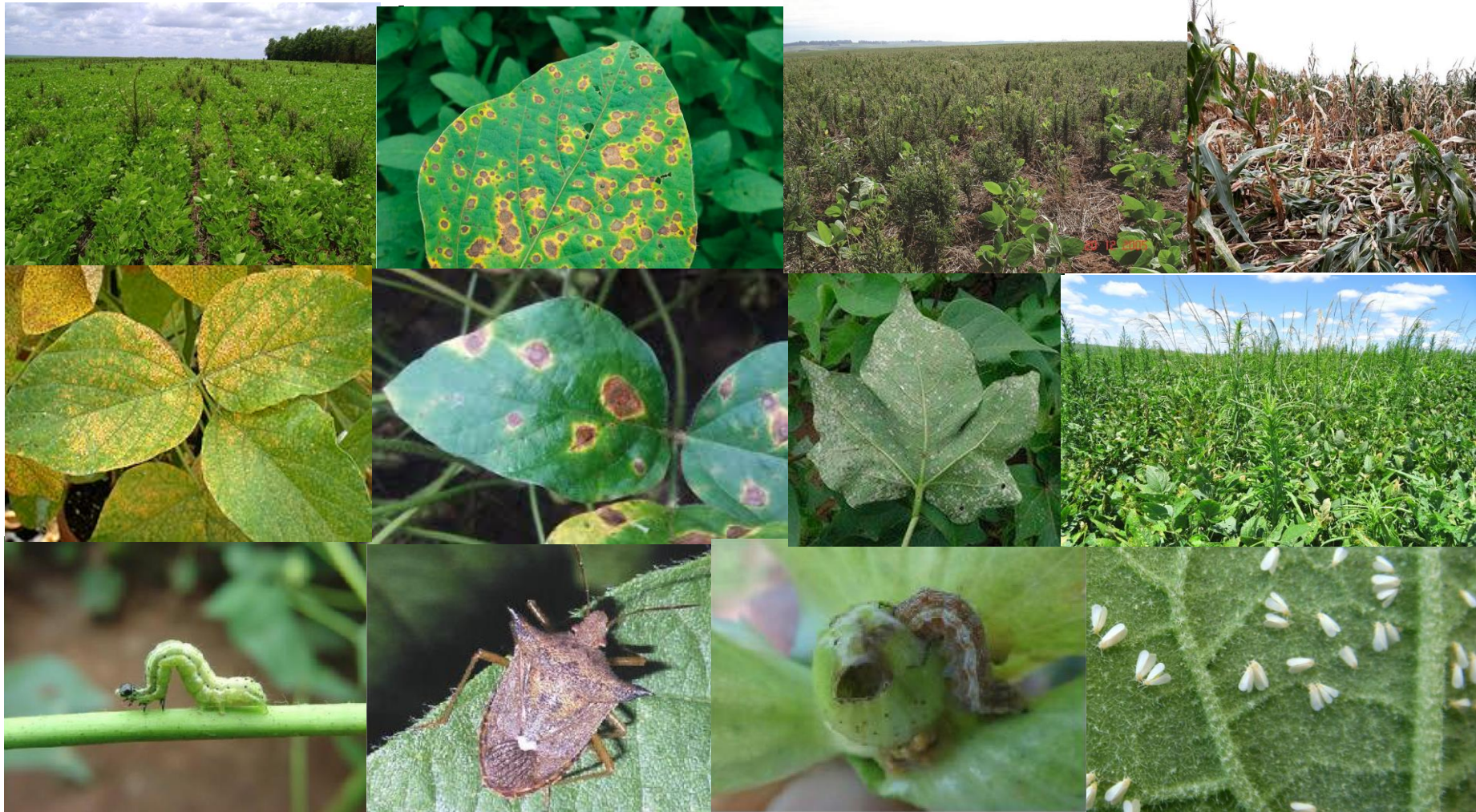
Tipos de resistência:

- Resistência de plantas daninhas a herbicidas;
- Resistência de insetos a inseticidas;
- Resistência de ácaros a acaricidas;
- Resistência de fungos a fungicidas;
- Perda de eficácia de variedades Bt;
- “Quebra” da resistência de plantas a doenças;

**** Mesmo mecanismo de origem**



Tipos de resistência:



Resistência: Problema mundial



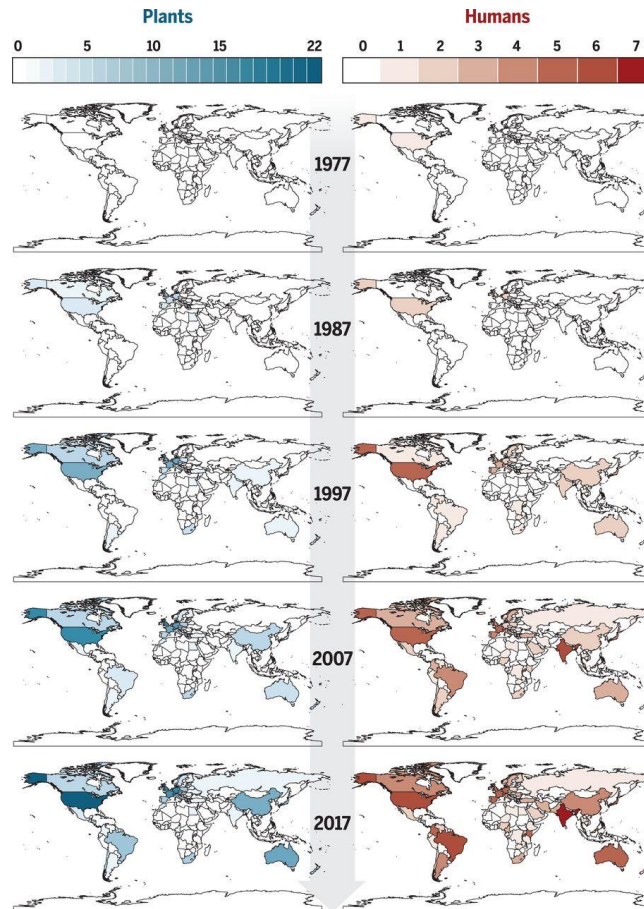
Porque essa preocupação?



II Seminário Mato-grossense sobre Manejo da Resistência

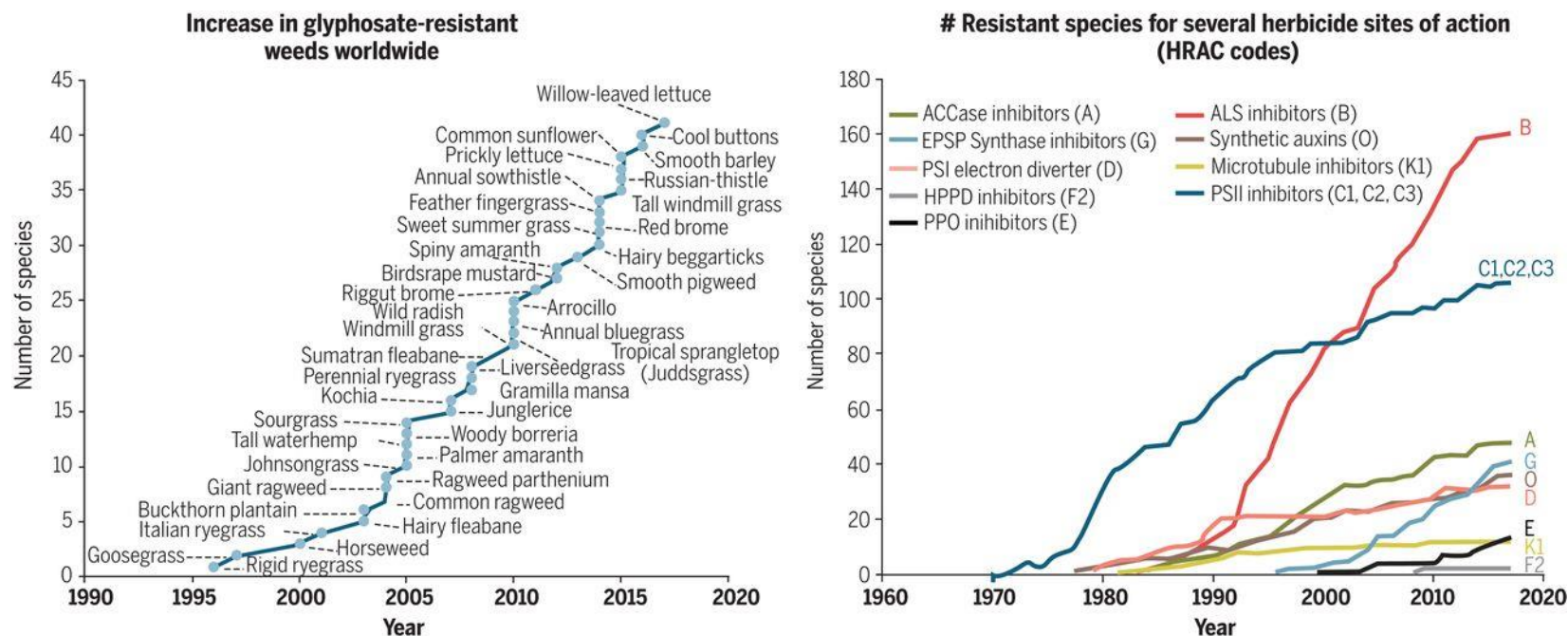
Resistência: Problema mundial

Aumento no número de espécies de fungos com resistência a fungicidas



Resistência: Problema mundial

Aumento no número de espécies de plantas daninhas com resistência a herbicidas



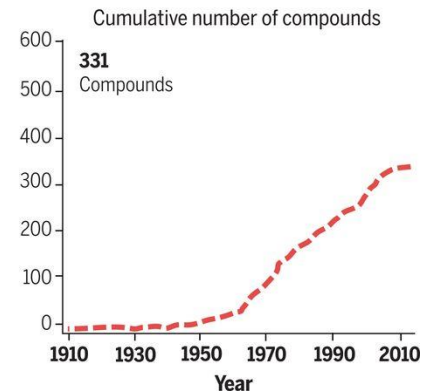
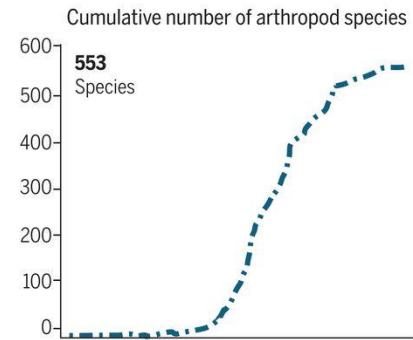
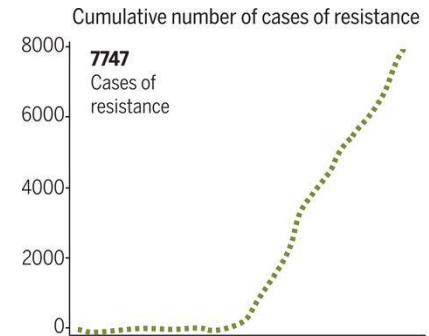
Fred Gould et al. Science 2018;360:728-732



Resistência: Problema mundial

**Aumento no número de
artrópodes com
resistência a inseticidas**

Fred Gould et al. Science 2018;360:728-732



O que é resistência?

É um **processo evolutivo natural**, onde alguns raros indivíduos sobrevivem à exposição de agentes de controle (que pode ser a tecnologia *Bt* ou inseticidas, fungicidas ou herbicidas) e transmitem essa característica para seus descendentes.



http://scienceblogs.com.br/rainha/2009/07/resistencia_a_inseticidas/



Como a resistência surge?

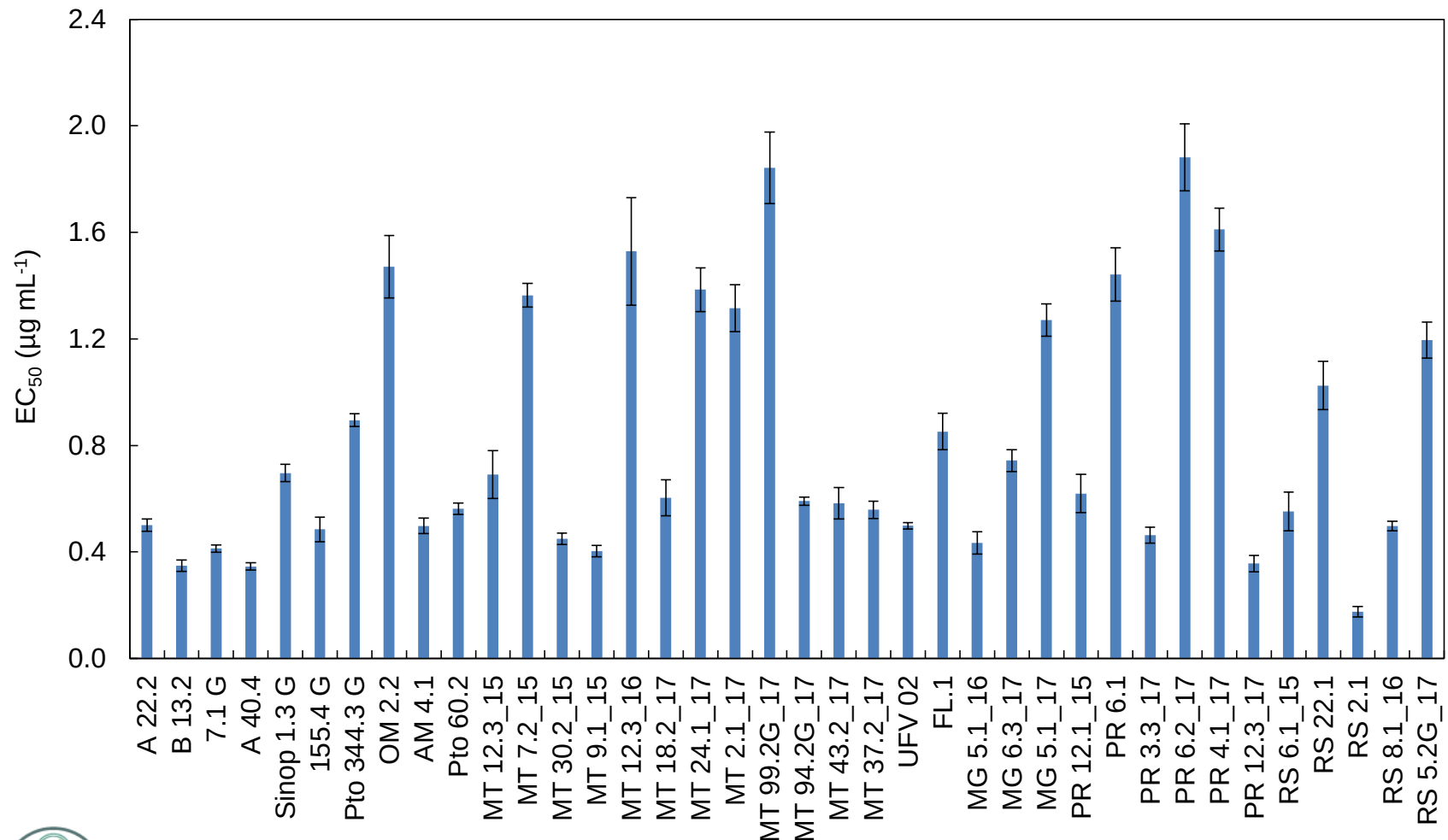
A **variabilidade genética** existente em todas as espécies possibilita que elas respondam a um determinado fator de seleção, se adaptando à nova condição.

A **pressão de seleção** exercida pelo **mesmo fator de seleção** em **grandes áreas**, **safr** após **safr**, faz com que os **indivíduos que são naturalmente resistentes** sobrevivam e se tornem **maioria na população** após algumas gerações, ocasionando a perda da eficácia da tecnologia.



Variabilidade genética na população

Diferenças na sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a um fungicida IDM



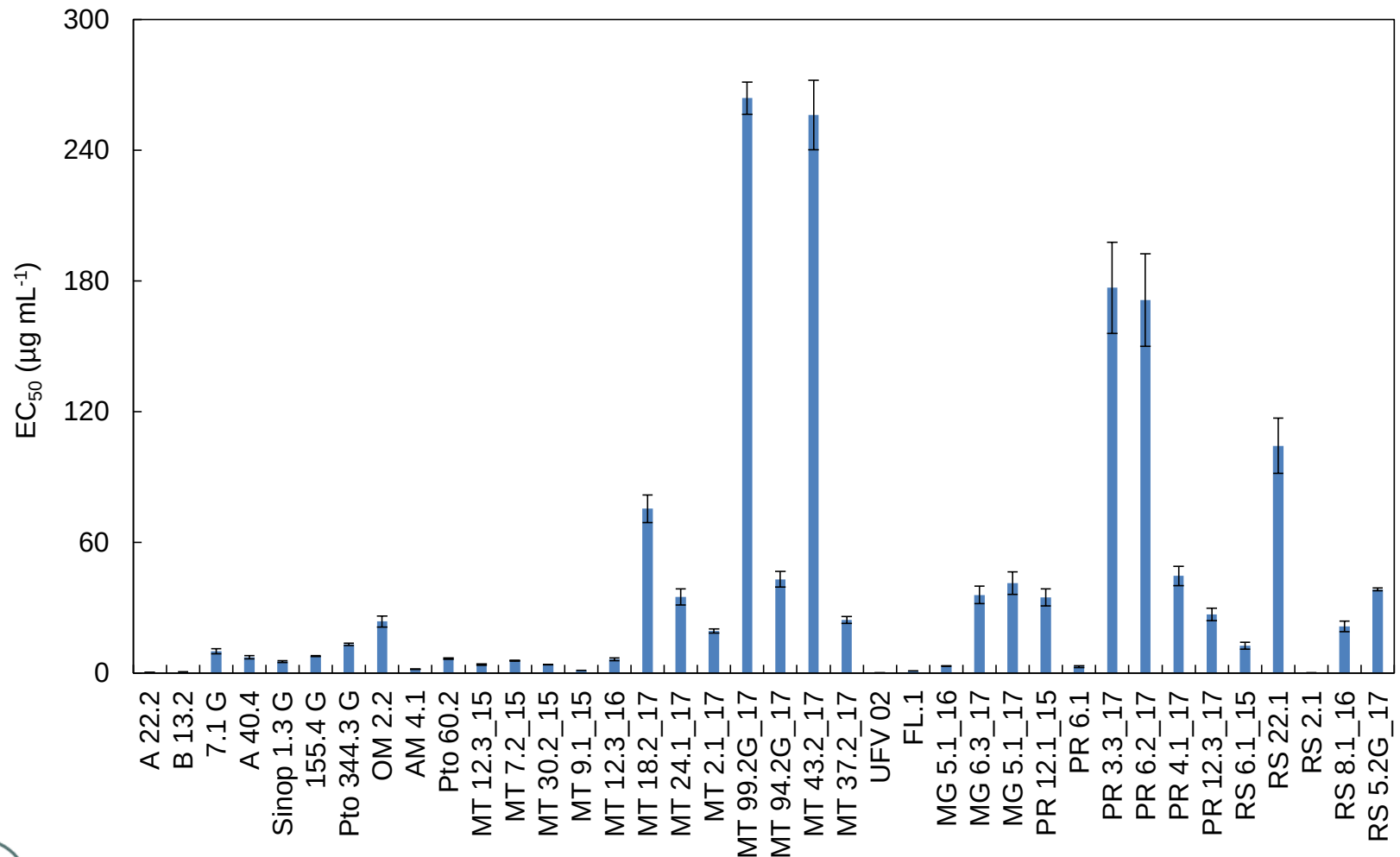
Variabilidade genética na população

IDM (MT 20_17)



Variabilidade genética na população

Diferenças na sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a um fungicida IQe



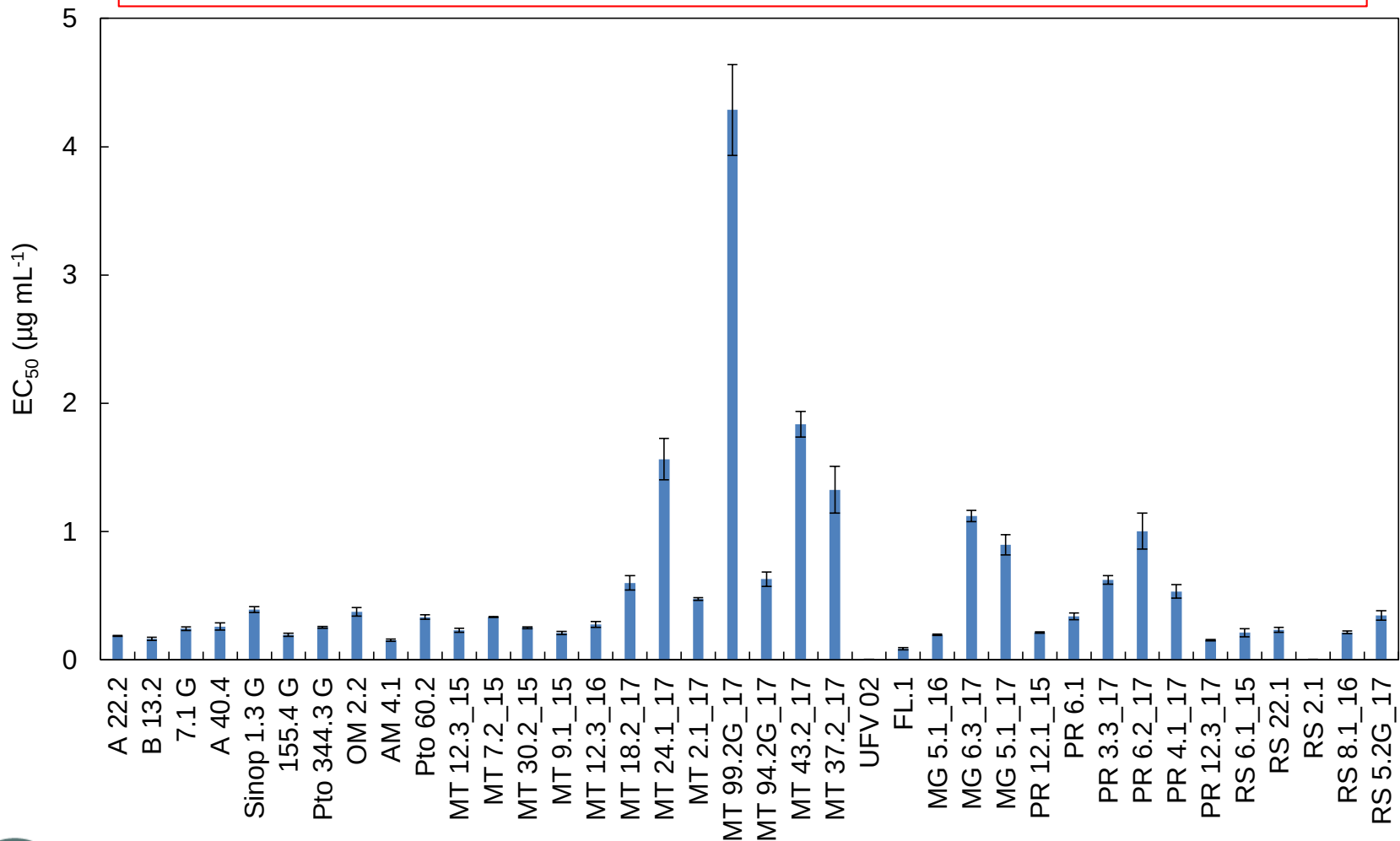
Variabilidade genética na população

IQe (MT 24_17)



Variabilidade genética na população

Diferenças na sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a um fungicida ISDH



Variabilidade genética na população

IQe + ISDH (UFV 02)



10 µg mL⁻¹



100 µg mL⁻¹



Variabilidade genética na população

IQe + ISDH (MT 99.2G_17)



10 µg mL⁻¹

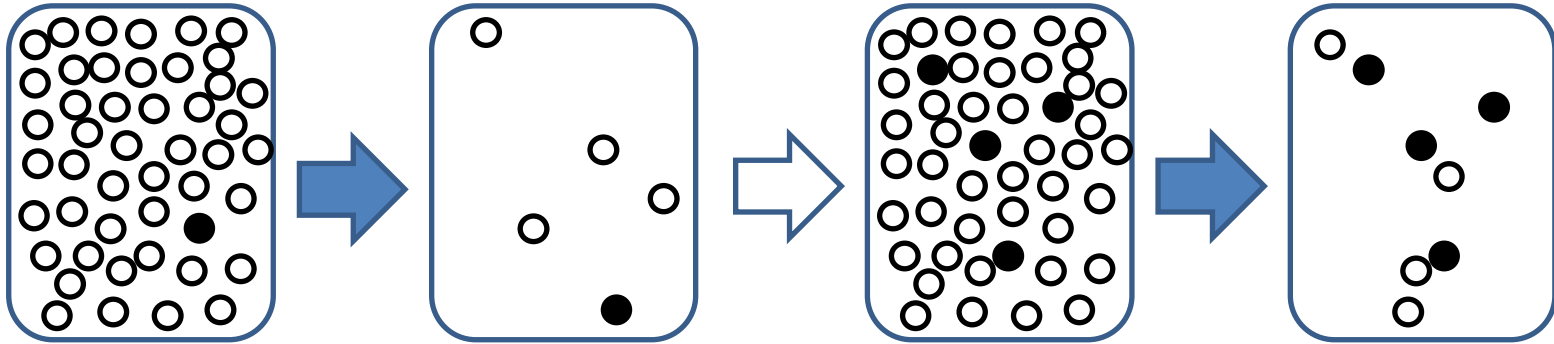


100 µg mL⁻¹



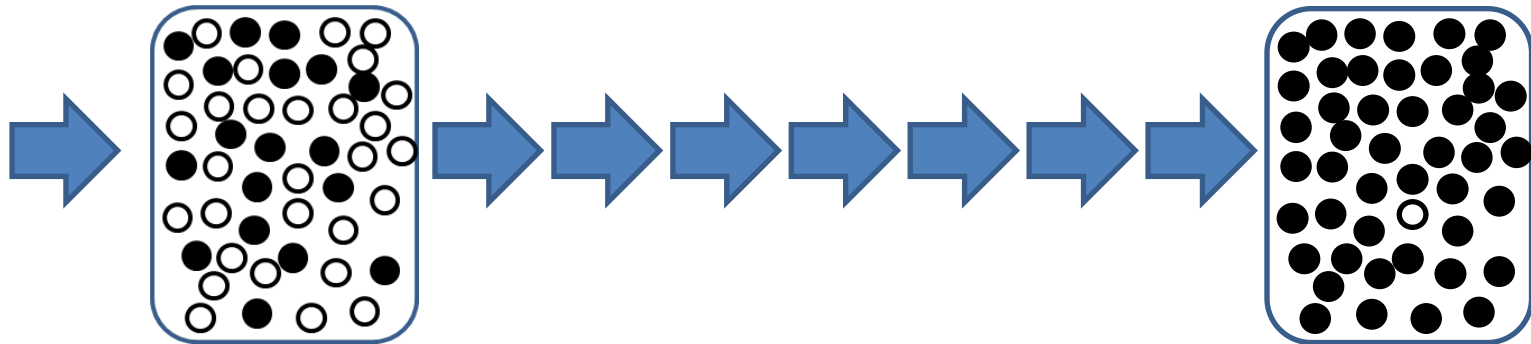
Como a resistência surge?

População inicial



Taxa natural de mutação 10^{-6} a 10^{-9}

Nova População



➡ = Aplicação do fungicida

Variabilidade genética + pressão de seleção



Como a resistência surge?

Pressão de seleção



Como a resistência desenvolve?

Pressão de seleção



Consequências:

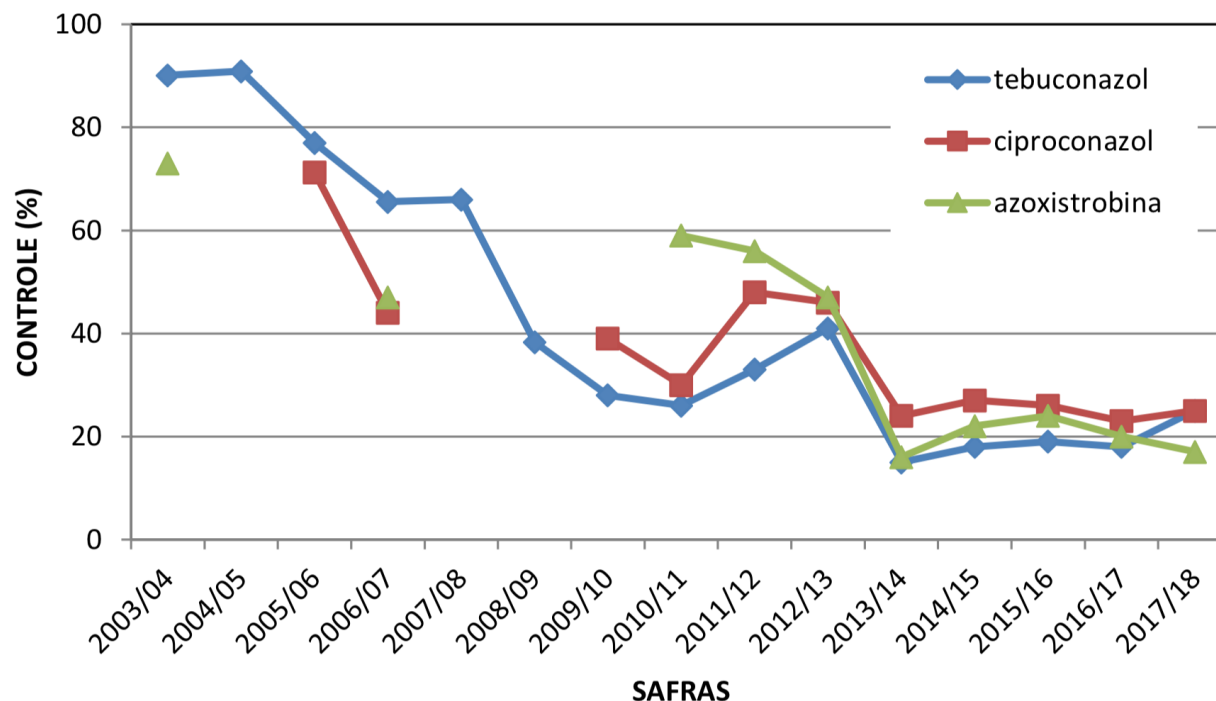


Figura 1. Porcentagem de controle da ferrugem nos ensaios cooperativos nas safras: 2003/04 (11 ensaios), 2004/05 (20 ensaios), 2005/06 (15 ensaios), 2006/07 (10 ensaios), 2007/08 (7 ensaios), 2008/09 (23 ensaios), 2009/10 (15 ensaios), 2010/11 (11 ensaios), 2012/13 (21 ensaios), 2013/14 (16 ensaios), 2014/15 (21 ensaios), 2015/16 (23 ensaios), 2016/17 (32 ensaios), 2017/18 (26 ensaios) em diferentes regiões produtoras no Brasil.

Fonte: adaptado de Godoy et al. (2016), Godoy et al. (2017).

Godoy et al., EMBRAPA Circular Técnica 138, 2018



Consequências:



Consequências:



<http://www.pioneersementes.com.br/biotecnologia/boas-praticas-de-manejo>



II Seminário Mato-grossense sobre Manejo da Resistência

Impactos para a sociedade:

- Perda de ferramentas de manejo;
- Aumento do custo de produção (número de aplicações, doses, mistura de ativos, mudança de produto);
- Perda de produtividade;
- Rápida depreciação de tecnologias que tem um custo de desenvolvimento cada vez mais elevado, com impacto futuro no preço de novas tecnologias;



Impactos para a sociedade:

- Concentração da atividade produtiva (menos pessoas no campo);
- Custo ambiental (contaminação de recursos hídricos e efeitos sobre a biodiversidade);
- Custo social (elevação de preços, empregos);
- Restrição em mercados importadores (uso de produtos proibidos ou sem registro, resíduo) – barreiras não-tarifárias;



Impactos para a sociedade:

Benefícios decorrentes do uso da tecnologia de resistência a insetos: impactos esperados para os próximos dez anos:

Volume de Produção Adicional



<https://cib.org.br/impactos-do-bt/> (Parceria CIB/AgroConsult)

Estudo: “Impactos econômicos e socioambientais da tecnologia de plantas resistentes a insetos no Brasil: análise histórica, perspectivas e desafios futuros”



Impactos para a sociedade:

Valor (R\$ 86,3 bilhões) que os produtores deixariam de obter na próxima década pela perda da tecnologia Bt:



<https://cib.org.br/impactos-do-bt/> (Parceria CIB/AgroConsult)

Estudo: “Impactos econômicos e socioambientais da tecnologia de plantas resistentes a insetos no Brasil: análise histórica, perspectivas e desafios futuros”



Impactos para a sociedade

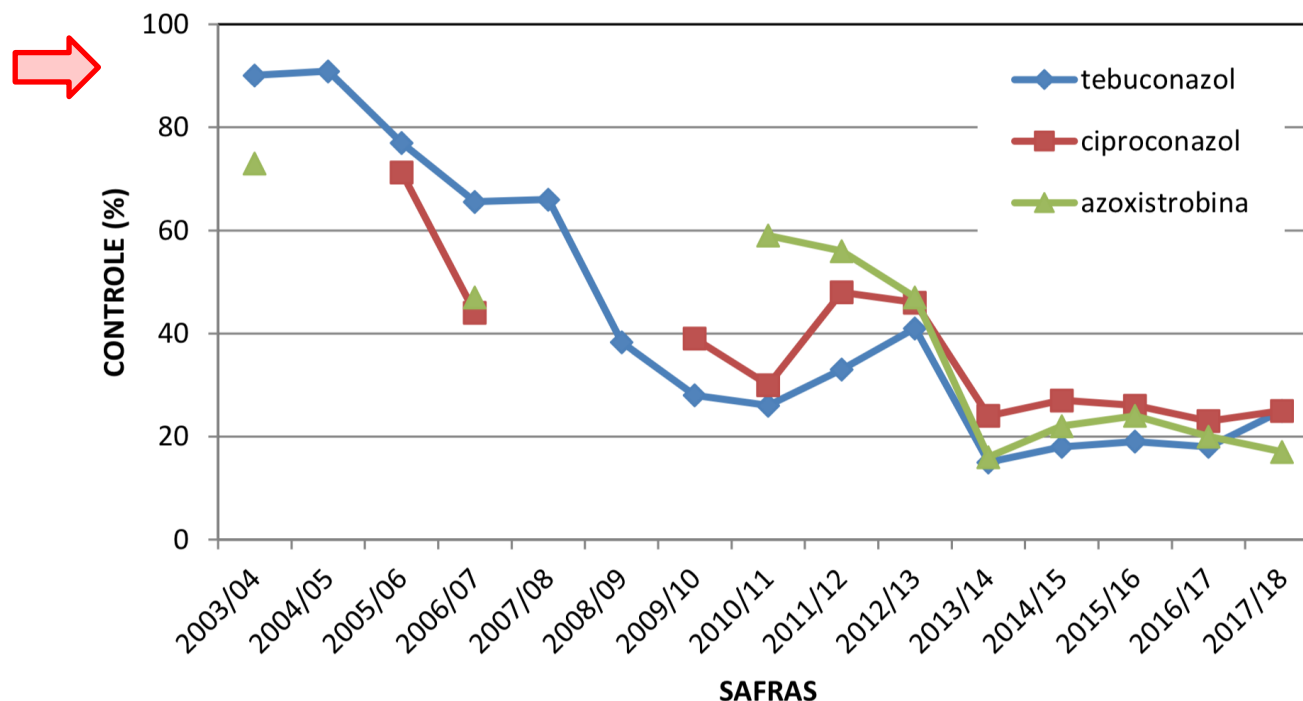


Figura 1. Porcentagem de controle da ferrugem nos ensaios cooperativos nas safras: 2003/04 (11 ensaios), 2004/05 (20 ensaios), 2005/06 (15 ensaios), 2006/07 (10 ensaios), 2007/08 (7 ensaios), 2008/09 (23 ensaios), 2009/10 (15 ensaios), 2010/11 (11 ensaios), 2012/13 (21 ensaios), 2013/14 (16 ensaios), 2014/15 (21 ensaios), 2015/16 (23 ensaios), 2016/17 (32 ensaios), 2017/18 (26 ensaios) em diferentes regiões produtoras no Brasil.

Fonte: adaptado de Godoy et al. (2016), Godoy et al. (2017).

Godoy et al., EMBRAPA Circular Técnica 138, 2018



Impactos para a sociedade

Tabela 3. Severidade da ferrugem-asiática, porcentagem de controle (C) em relação à testemunha sem fungicida, produtividade e porcentagem de redução de produtividade (RP) em relação ao tratamento com a maior produtividade, para os diferentes tratamentos. Média de 24 ensaios para severidade e produtividade. Safra 2016/17. Situação I.

Tratamento: Ingrediente ativo (i.a.)	Dose (g i.a. ha ⁻¹)	Severidade (%)	C (%)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	RP (%)
1 testemunha		67 A	0	2120 L	36
2 tebuconazol	100	56 B	17	2283 K	32
3 ciproconazol	30	54 B	21	2368 K	29
4 azoxistrobina ¹	50	54 B	19	2328 K	30
5 azoxistrobina + ciproconazol ¹	60 + 24	45 C	33	2542 J	24
6 picoxistrobina + ciproconazol ²	60 + 24	35 D	48	2699 I	19
7 trifloxistrobina + ciproconazol ³	75 + 32	33 DE	52	2728 I	18
8 trifloxistrobina + protioconazol ³	60 + 70	23 GHI	65	2999 EFG	10
9 picoxistrobina + tebuconazol ⁴	60 + 100	27 FG	59	2776 I	17
10 piraclostrobina + fluxapyroxad ⁵	116,55 + 58,45	28 EFG	58	2914 GH	13
11 azoxistrobina + benzovindiflupir ¹	60 + 30	18 JKL	73	3143 BCD	6
12 piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapyroxad ⁵	64,8 + 40 + 40	22 HIJ	67	3071 DEF	8
13 picoxistrobina + tebuconazol + mancozebe ^{6,9}	80 + 80 + 1200	25 GH	63	2948 FG	12
14 azoxistrobina + tebuconazol + mancozebe ^{7,10}	94 + 112 + 1194	32 DEF	53	2784 HI	17
15 bixafen + protioconazol + trifloxistrobina ^{3,9}	62,5 + 87,5 + 75	19 IJK	72	3133 CDE	6
16 azoxistrobina + benzovindiflupir + difenoconazol ^{1,9}	63 + 31,5 + 78,75	15 KLM	78	3263 ABC	2
17 picoxistrobina + benzovindiflupir	60 + 30	14 LM	80	3269 AB	2
18 S-2399 260 SC + tebuconazol ^{8,10}	30 + 100	12 M	81	3335 A	0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p=0,05). ¹Adicionado Nimbus 0,6 L ha⁻¹; ²adicionado Nimbus 0,75 L ha⁻¹; ³adicionado Aureo 0,25% v/v; ⁴adicionado Nimbus 0,5 L ha⁻¹; ⁵adicionado Assist 0,5 L ha⁻¹; ⁶adicionado Nimbus 1 L ha⁻¹; ⁷adicionado Agris 0,3 L ha⁻¹; ⁸adicionado Nimbus 0,5% v/v; ⁹RET III; ¹⁰RET II.



17,5 sc/ha



Quem são responsáveis pelo uso correto das tecnologias?

Todos os participantes do sistema produtivo

- Empresas de defensivos agrícolas
- Representantes técnicos, de vendas e marketing
- Distribuidores
- Consultores
- Empresas de pesquisas
- Universidades
- Governo estadual e federal
- Entidades representativas dos agricultores
- Outros influenciadores de tomada de decisão
- Agricultores (São também os mais prejudicados)



Visão estratégica, de futuro:

- Sustentabilidade dos sistemas produtivos do MT e aumento da sua competitividade internacional
- Prolongamento da durabilidade das tecnologias disponíveis, por meio da manutenção da suscetibilidade dos organismos-alvo.
- Gestão adequado dos sistemas produtivos
- Ação integrada (problema coletivo)



Visão estratégica, de futuro:



Obrigado!

shbromo@ufv.br

Apoio



Agência oficial



Patrocínio



Realização



II Seminário Mato-grossense sobre Manejo da Resistência