



MASTER MEETING MILHO

2023

Manejo de resistência de *Spodoptera frugiperda*



Pesquisa que revela

Renato Horikoshi

Agenda

Desafios de manejo de pragas

Manejo de resistência de insetos

Manejo de resistência em plantas Bts

Manejo de resistência a inseticidas

Integrando estratégias de manejo



<https://www.agweb.com/article/harvest-weather-favors-some-corn-belt-farmers-naa-nate-birt/>



<http://www.douradinanews.com.br/noticia/2156/colheita-da-soja-deve-atingir-781-milhoes-de-toneladas-neste-ano>

Estratégias de manejo da resistência

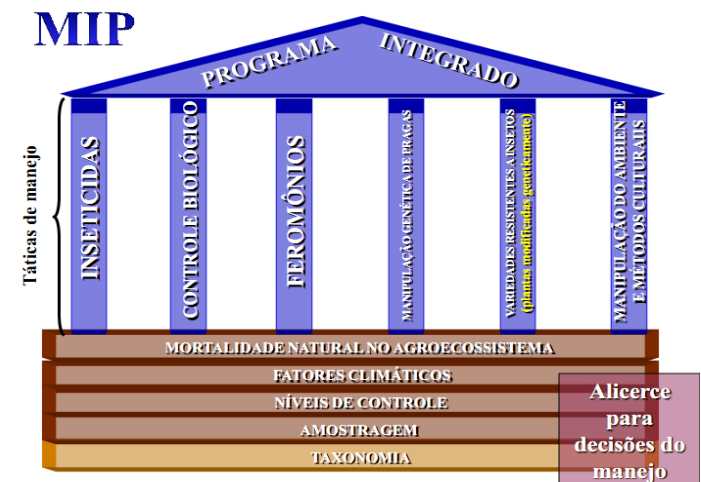
MANEJO POR MODERAÇÃO: com o intuito de preservar os indivíduos suscetíveis.

MANEJO POR SATURAÇÃO: com o intuito de reduzir as vantagens adaptativas dos indivíduos resistentes.

MANEJO POR ATAQUE MÚLTIPLO: rotação ou mistura de inseticidas.

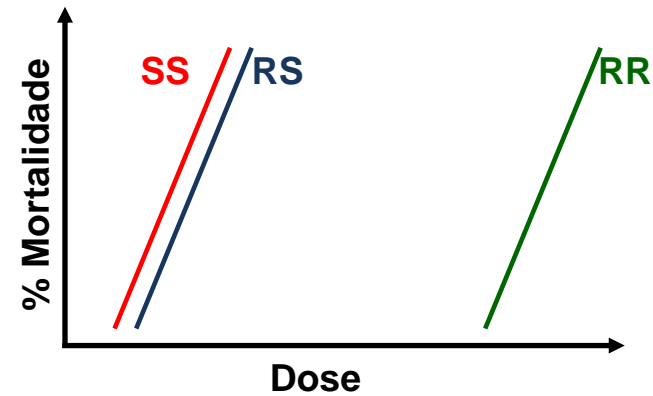
Manejo por moderação

- // Uso menos frequente de pesticidas
- // Uso de produtos de baixa persistência
- // Controle em reboleiras (quando viável)
- // Manutenção de áreas não-tratadas para indivíduos suscetíveis



Manejo por saturação

Uso de doses elevadas para que a resistência seja funcionalmente recessiva



Uso de sinergistas para bloquear certos processos metabólicos. (Ex.: Butóxido de piperonila que inibe a enzima P450)

Manejo por ataque múltiplo: **rotação de inseticidas**

Aplicação do produto A



Após a aplicação



Aplicação do produto B



Após a aplicação



Aplicação do produto C



Após a aplicação



A frequência de resistência a um produto (A) diminui quando produtos alternativos (por ex.; B e C) são utilizados.

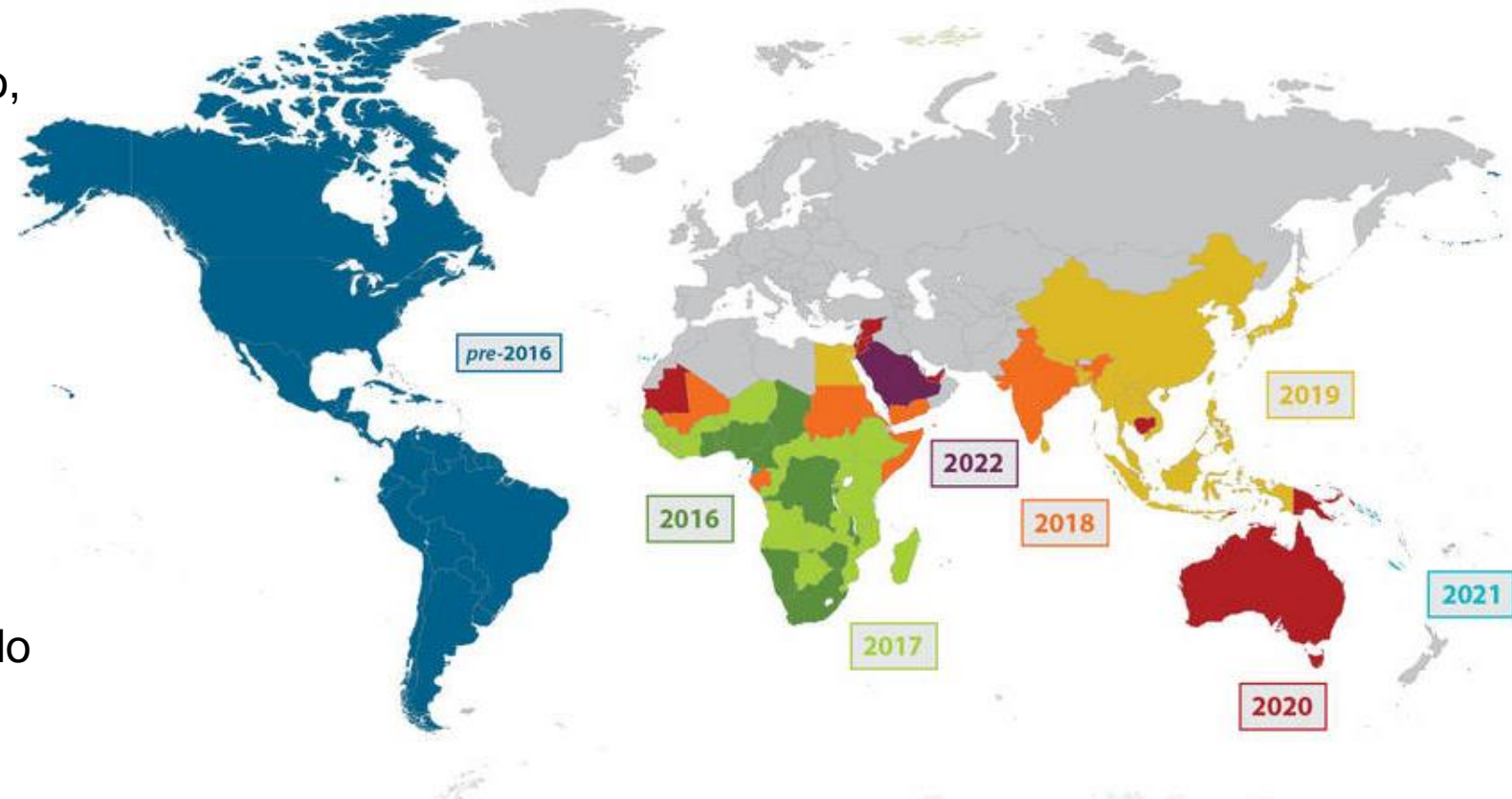
*Manejo de *S. frugiperda* com tecnologias Bts*



Pesquisa que revela

Spodoptera frugiperda, lagarta-do-cartucho. Ocorrência e potencial de dano

- // Espécie altamente polífaga: ataca milho, sorgo, algodão, soja, arroz e outras culturas;
- // Alto potencial reprodutivo: deixa um elevado número de descendentes;
- // Alta capacidade de dispersão: o adulto pode dispersar a longas distâncias;
- // Condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento de *S. frugiperda* durante todo ano em algumas regiões do Brasil;
- // Alta pressão de seleção com uso de inseticidas e cultivos Bt.



CAIXA DE FERRAMENTAS DO MRI

Como implementar um efetivo MRI?

1. REMOVER ALELOS DE RESISTÊNCIA DA POPULAÇÃO

Fazer com que a resistência seja funcionalmente recessiva através da expressão de alta /efetiva dose

2. REDUZIR A PRESSÃO DE SELEÇÃO – REFÚGIO

Garantir áreas de refúgio para a manutenção dos indivíduos suscetíveis e diluição dos alelos de resistência
Refugio: uma área de plantas que não expressem proteínas Bt

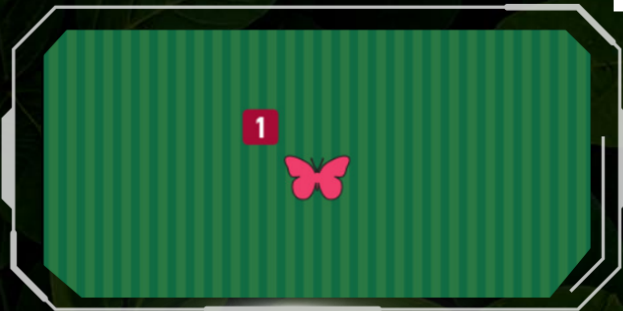
3. MÚLTIPLOS MECANISMOS DE AÇÃO

Pirâmides – 2 ou mais modos de ação para o controle de uma mesma espécie

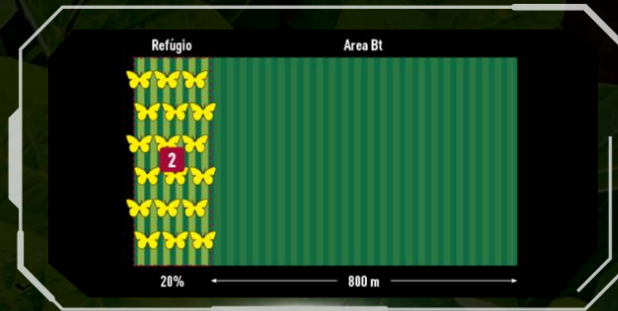
O sucesso desta estratégia depende da adoção do refúgio estruturado

O QUE É O PLANTIO DE REFÚGIO?

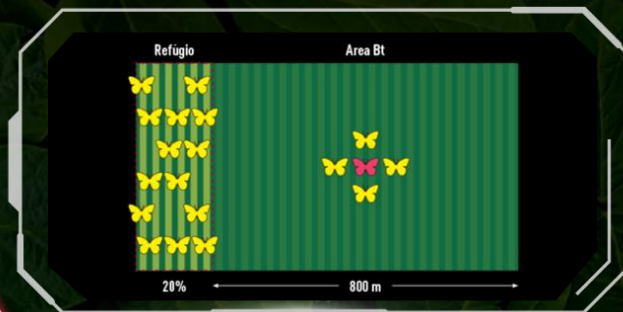
É o plantio de sementes sem a tecnologia Bt em uma parte da área total do talhão plantado com tecnologia Bt.



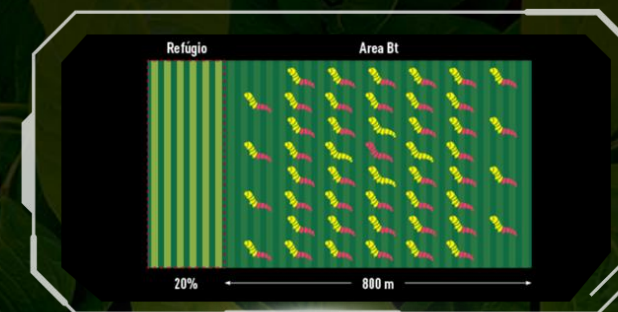
1) Ocasionalmente, um inseto resistente (homozigoto resistente) pode sobreviver se alimentando das plantas Bt e atingir a fase adulta



2) Um refúgio de plantas não Bt garante que insetos suscetíveis (homozigotos suscetíveis) estarão presentes nas áreas



3) Uma vez que há mais insetos suscetíveis do que insetos sobreviventes na cultura Bt, é provável que um sobrevivente (homozigoto resistente) irá se acasalar com um inseto suscetível (homozigoto suscetível)

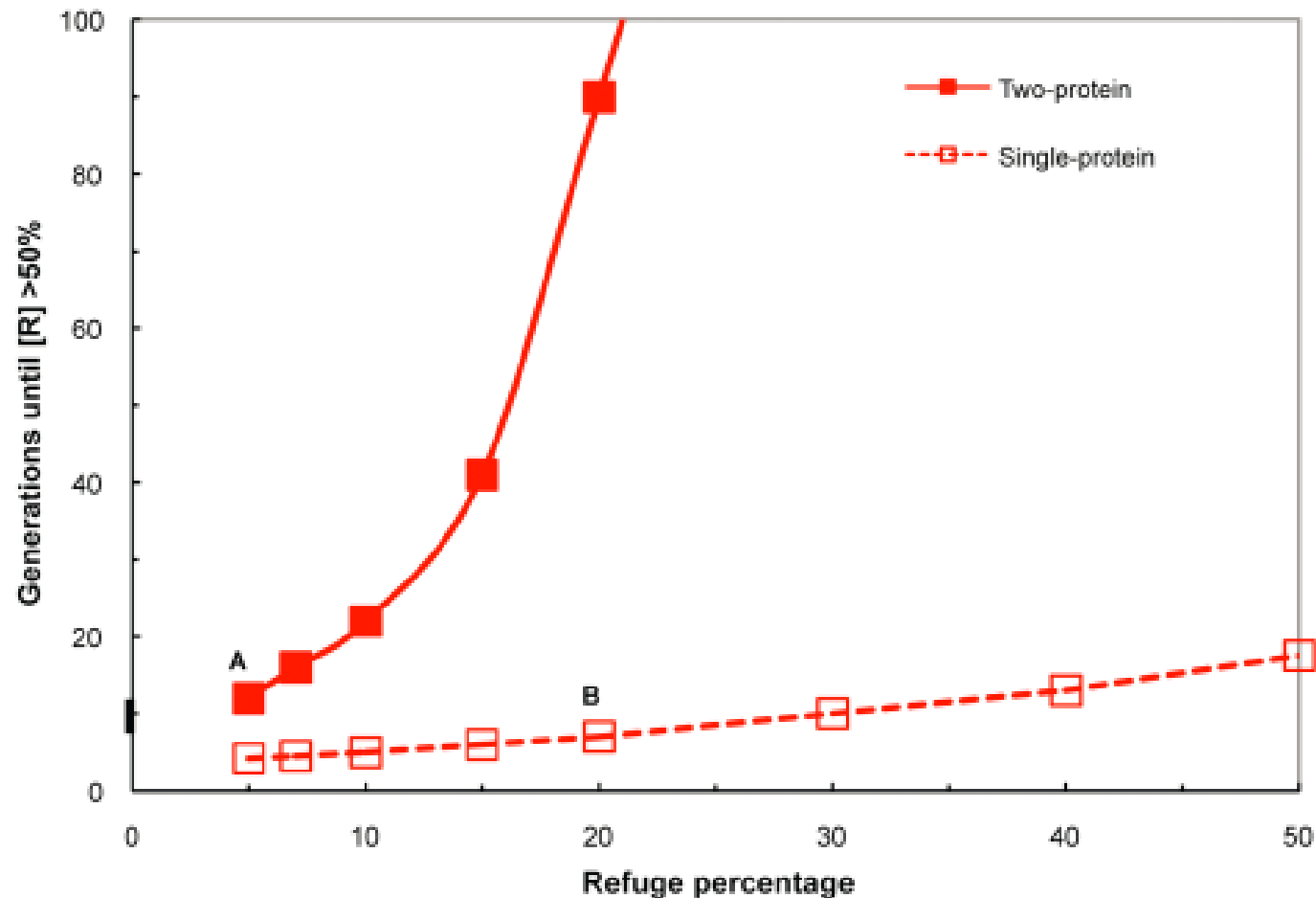


4) A geração de lagartas será heterozigota e controlada com uma dose efetiva de Bt.

O refúgio contribui para preservar os benefícios da tecnologia, pois ajuda a retardar a seleção de insetos resistentes

O Poder dos Múltiplos Mecanismos de Ação

Refinamento de estratégias com novas tecnologias, incluindo novos genes e combinações (Pirâmides)



*Manejo de resistência de *S. frugiperda* a inseticidas*



Pesquisa que revela

O que é o IRAC-BR?

- Denominação

- IRAC-BR:

- Sociedade civil sem fins lucrativos;
 - Associação dedicada ao fomento à pesquisa e desenvolvimento de trabalhos com produtos fitossanitários e plantas Bts na área de resistência
 - Subgrupo do IRAC - Internacional, funcionando como um grupo de especialistas técnicos da associação da indústria CropLife, e é reconhecido como organismo consultor pela Organização de Agricultura e Alimentação (FAO) e pela Organização Mundial de Saúde (WHO) das Nações Unidas.

Atividades do IRAC-BR

RÓTULOS COM MAIS INFORMAÇÃO

Mais eficiência
no **manejo da
resistência.**



**A PARTIR DE AGORA, OS
RÓTULOS DE DEFENSIVOS
AGRÍCOLAS VÊM COM
MAIS INFORMAÇÃO.**

Janelas de aplicação de inseticidas

Refúgio: Realizar no máximo 2 aplicações de inseticidas foliares para lagarta-do-cartucho até a fase V6 (aproximadamente 30 dias após a emergência da cultura)

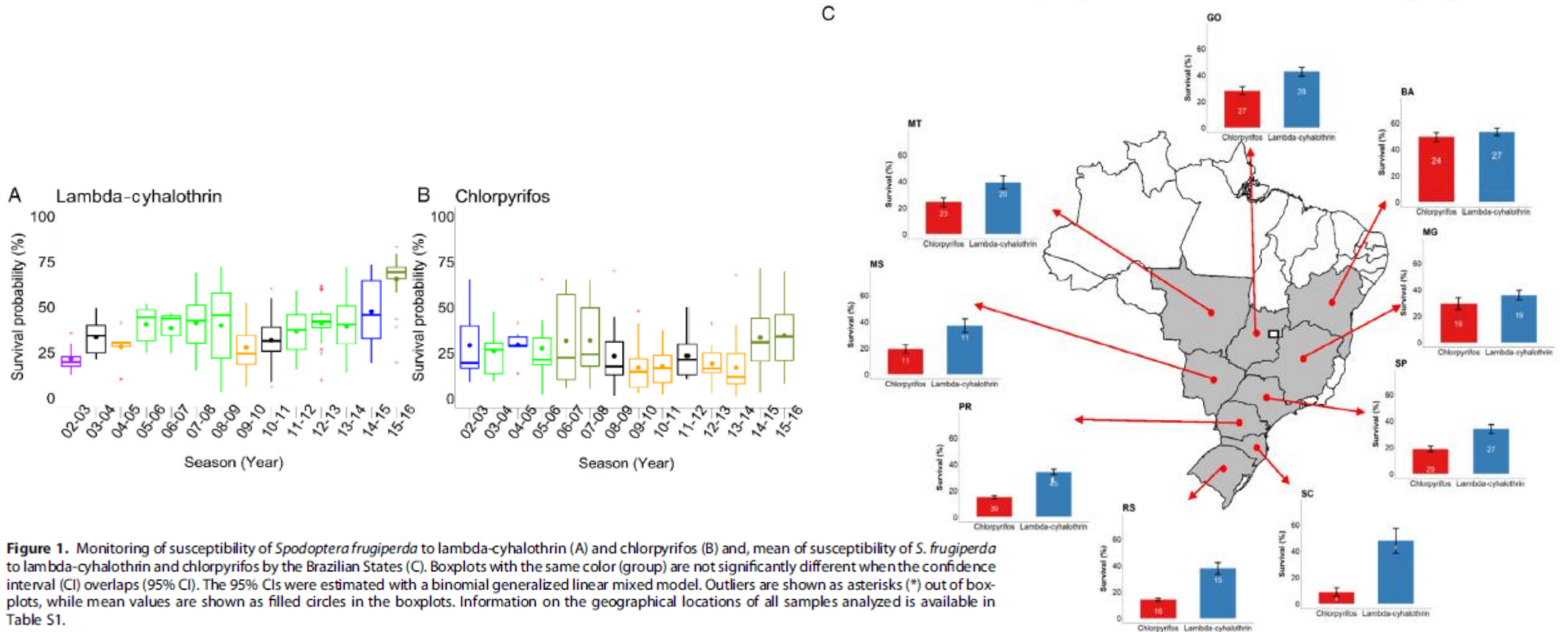
	Janela de pré-plantio	Janela 1	Janela 2	Janela 3	Janela 4
Milho Bt		 ~ ou ~ 			
Milho não-Bt		 ~ ou ~ 			
Refúgio (10% da área)		 ~ ou ~ 			

Legenda

- Inseticida foliar
- Inseticida aplicado em tratamento de sementes
- Grupos de Modo de Ação (códigos fictícios)
- Mistura pronta de produtos de grupos de modos de ação diferentes (códigos fictícios)

Monitoramento de resistência a Piretroide (Grupo 3A) e Organofosforado (Grupo 1B)

Monitoramento com doses diagnósticas (diferente de dose de campo) – método para se acompanhar ao longo de anos, não reflete necessariamente eficácia no campo



Monitoramento de resistência a Avermectinas (Grupo 6)

Monitoramento com doses diagnósticas (diferente de dose de campo) – método para se acompanhar ao longo de anos, não reflete necessariamente eficácia no campo

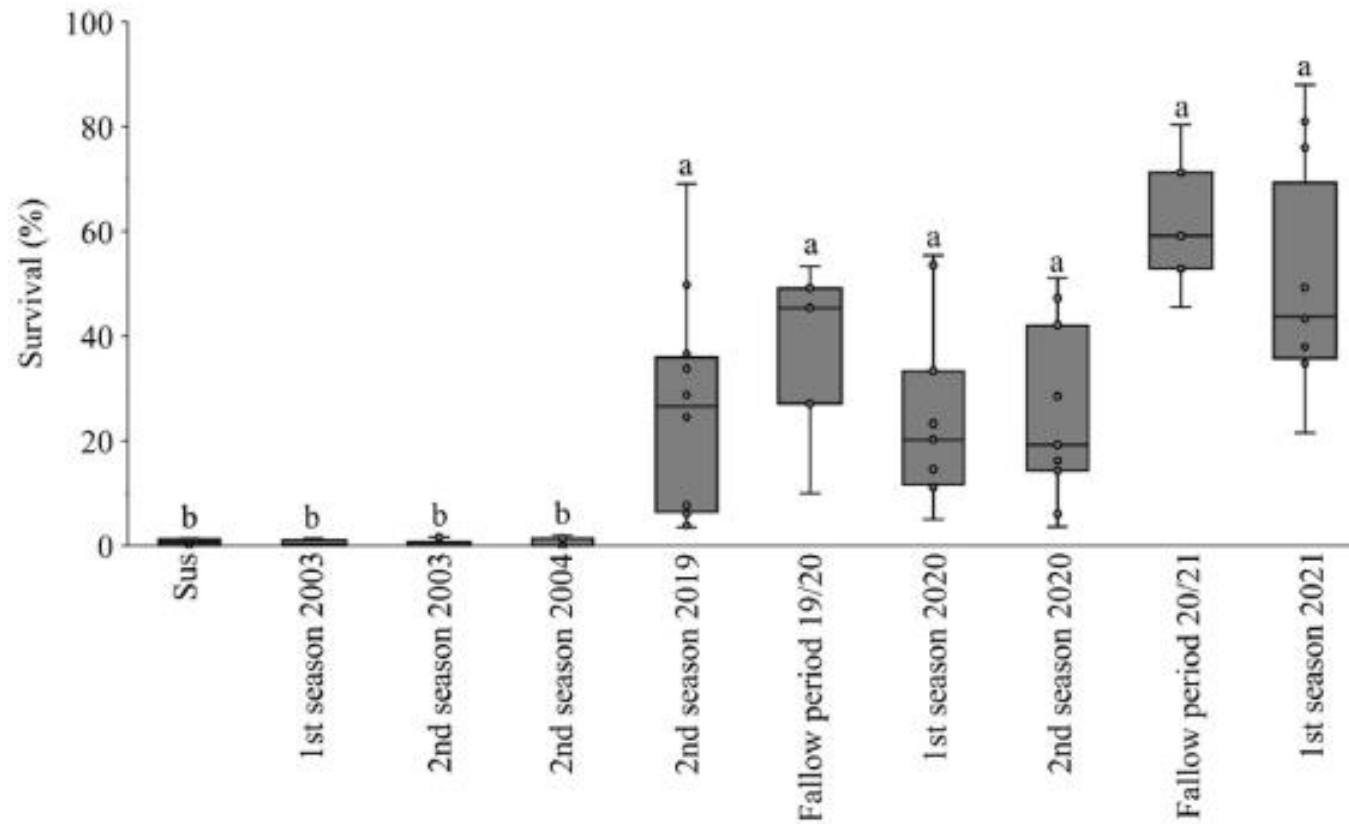


Fig. 2. Variation in temporal susceptibility of Brazilian FAW populations exposed to a diagnostic concentration of emamectin benzoate (3.2 µg a.i./mL). Box plots with the same letter are not significantly different by non-overlapping 95% CIs.

Tolerância vs Resistência – algumas lagartas são mais facilmente controladas

Table 4. Lethal concentration (LC; $\mu\text{g a.i./cm}^2$) of spinetoram to lepidopteran species of soybean, cotton, and maize crops in Brazil

Species	n	Fit of probit lines			LC ₅₀ (95% CI) ^b	LC ₉₀ (95% CI) ^b	Tolerance ratio ^c
		Slope \pm SE	χ^2 (df)	P ^a			
<i>A. gemmatalis</i> – 1	672	2.83 \pm 0.23	5.23 (4)	0.26	0.003 (0.002–0.003) a	0.007 (0.006–0.009) a	–
<i>A. gemmatalis</i> – 2	672	2.08 \pm 0.16	2.64 (4)	0.62	0.004 (0.003–0.005) a	0.013 (0.010–0.018) a	–
<i>C. includens</i> – 1	500	3.78 \pm 0.41	1.57 (4)	0.81	0.15 (0.13–0.16) b	0.32 (0.27–0.39) b	50.0
<i>C. includens</i> – 2	504	2.80 \pm 0.47	8.77 (4)	0.07	0.15 (0.10–0.21) b	0.44 (0.30–1.03) b	50.0
<i>C. includens</i> – 3	505	2.51 \pm 0.29	1.27 (4)	0.87	0.21 (0.18–0.25) b	0.69 (0.53–1.01) b	70.0
<i>H. armigera</i>	504	2.41 \pm 0.25	4.81 (4)	0.31	0.30 (0.26–0.35) b	1.02 (0.80–1.44) b	100.0
<i>S. cosmioides</i> – 1	576	1.23 \pm 0.19	6.30 (5)	0.28	22.96 (14.84–31.37) d	250.65 (151.69–606.83) d	7,653.3
<i>S. cosmioides</i> – 2	719	1.10 \pm 0.14	4.15 (7)	0.76	17.32 (10.48–24.95) d	255.63 (155.44–545.59) d	5,773.3
<i>S. cosmioides</i> – 3	647	1.37 \pm 0.20	9.76 (6)	0.14	12.85 (8.34–17.50) d	111.00 (72.72–222.19) d	4,283.3
<i>S. cosmioides</i> – 4	840	1.61 \pm 0.13	8.24 (6)	0.22	8.35 (6.63–10.25) d	52.16 (40.30–71.93) d	2,783.3
<i>S. eridania</i> – 1	432	1.40 \pm 0.19	5.06 (6)	0.54	10.91 (6.84–15.69) d	89.64 (57.28–176.68) d	3,636.7
<i>S. eridania</i> – 2	336	2.03 \pm 0.27	3.01 (4)	0.56	3.81 (2.67–5.04) c	16.29 (11.93–25.31) c	1,270.0
<i>S. frugiperda</i> – 1	574	2.11 \pm 0.26	6.07 (5)	0.30	0.19 (0.15–0.22) b	0.77 (0.59–1.12) b	63.3
<i>S. frugiperda</i> – 2	503	1.95 \pm 0.52	7.38 (4)	0.07	0.27 (0.03–0.44) b	1.21 (0.71–15.33) bc	90.0
<i>S. albula</i>	720	0.75 \pm 0.11	8.35 (7)	0.30	5.65 (2.14–10.56) d	288.25 (154.96–752.83) d	1,883.3

^aP > 0.05 in the goodness-of-fit test indicated good adjustment to the probit model.

^bLC₅₀ and LC₉₀: lethal concentration required to kill 50 and 90% of larvae, respectively, at 48 hr after exposure. LC₅₀ and LC₉₀ values followed by different letters within a column are significantly different from each other through nonoverlap of 95% confidence intervals.

^cTolerance ratio (TR₅₀) = (LC₅₀ of a specific population)/(LC₅₀ of the most susceptible species or population).

Boas práticas agrícolas

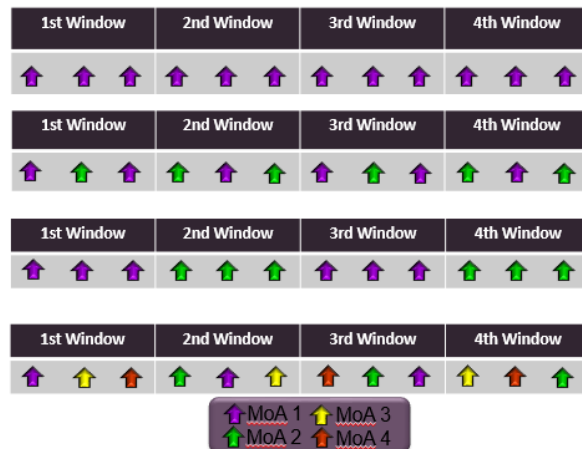
Estratégia de manejo



✓ Dessecação antecipada e controle daninhas

✓ Tratamento de semente

✓ Inseticidas seletivos



✓ Rotação MoA



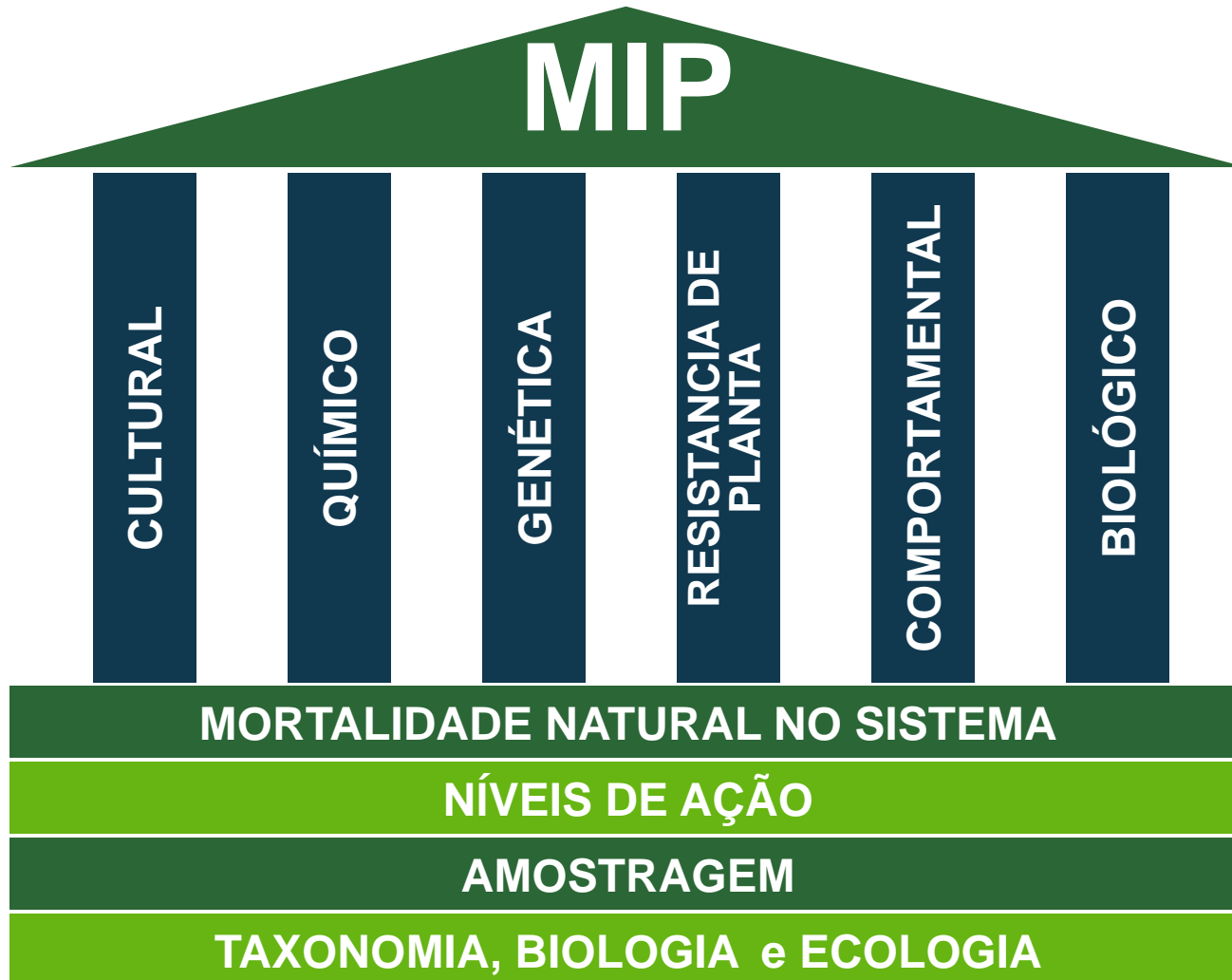
✓ Monitoramento de pragas



✓ Eliminar plantas voluntárias

Mensagens finais: O MIP deve ser parte da rotina para manejar pragas

MRI é parte de um programa de MIP



- // Integrar táticas de controle
- // Uso de sementes certificadas
- // Maximizar a eficácia de tecnologias Bts
- // Pragas além das lagartas para se manejar
- // Uso de inseticidas apenas nos níveis de ação
- // Monitoramento de pragas e identificação taxonômica
- // Tratamento de sementes
- // Seguir as recomendações de uso correto das tecnologias
- // Plantio de refúgio é de extrema importância para o momento de transição entre as gerações da biotecnologia



*Thank
you*

MASTER MEETING
MILHO



Pesquisa que revela