

RESISTÊNCIA DE MOSCA-BRANCA A INSETICIDAS



Dr. Marcelo Poletti
Engenheiro Agrônomo
Diretor P&D

RESISTÊNCIA DE MOSCA-BRANCA A INSETICIDAS

- Definições
- Fatores que Afetam a Resistência
- Detecção e Monitoramento
- Estratégias de Manejo



MOSCA-BRANCA

Bemisia tabaci Biótipo B

- Danos Diretos e Indiretos
- Transmissão de Virose
- Início da Infestação
- Controle Químico



RESISTÊNCIA

RESISTÊNCIA A INSETICIDAS

CONSEQUÊNCIAS

- Aumento - Número de Aplicações
- Doses acima das recomendadas (Bula)
- Mistura de produtos (indevidas)
- Perda de Produtos



COMPROMETIMENTO

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

DEFINIÇÃO

“A RESISTÊNCIA marca a mudança na composição genética de uma população em resposta a pressão de seleção o que pode afetar o controle no campo”.

(Sawicki, 1987)

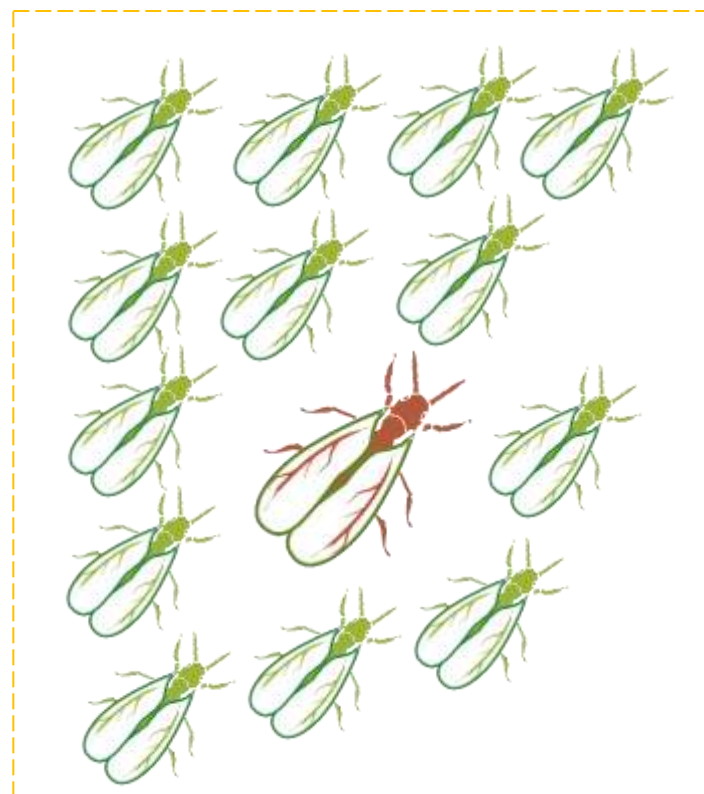
DEFINIÇÃO

“É o desenvolvimento de uma habilidade em uma linhagem de um organismo em tolerar doses de tóxicos que seriam letais para a maioria da população suscetível da mesma espécie”.

(Omoto, 2000)

CARACTERÍSTICAS

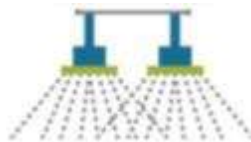
- Variabilidade Intraespecífica
- Pré-adaptativa
- Hereditária
- Pressão de Seleção: Inseticidas



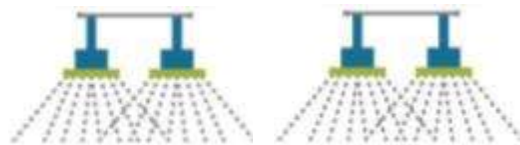
EVOLUÇÃO PARA A RESISTÊNCIA

$$f(R) = 10^{-2} \text{ a } 10^{-13}$$

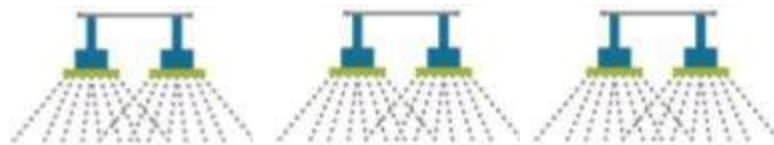




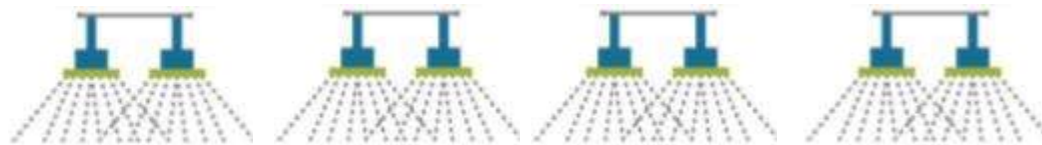
PRESSÃO DE SELEÇÃO CONTÍNUA



PRESSÃO DE SELEÇÃO CONTÍNUA

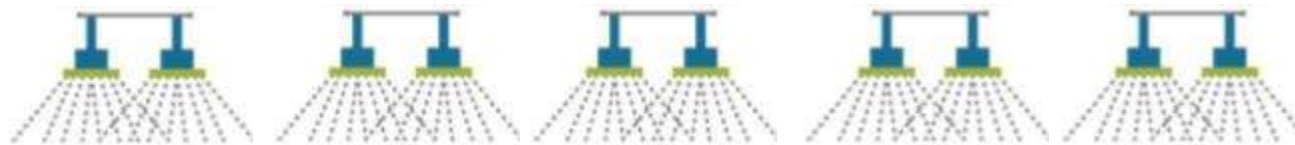


PRESSÃO DE SELEÇÃO CONTÍNUA



PRESSÃO DE SELEÇÃO CONTÍNUA

Falhas no Controle



PRESSÃO DE SELEÇÃO CONTÍNUA

Falhas no Controle

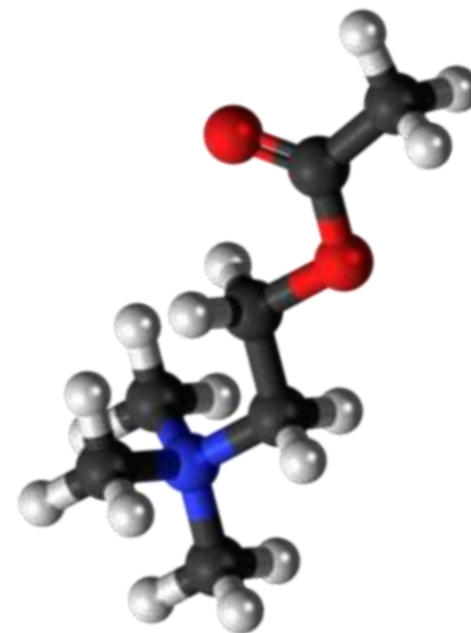


FREQUÊNCIA CRÍTICA (CUIDADO!!!)

Falhas no Controle

MECANISMOS DE RESISTÊNCIA

- Redução na Penetração Cuticular
Uso de Adjuvantes
- Destoxificação Metabólica
Degradação molécula – Compostos Inertes
- Sensibilidade do Sítio de Ação
- Comportamento
Repelência



FATORES QUE AFETAM A EVOLUÇÃO DA RESISTÊNCIA



GENÉTICOS



BIOECOLÓGICOS



OPERACIONAIS

(Georghiou & Taylor, 1976)

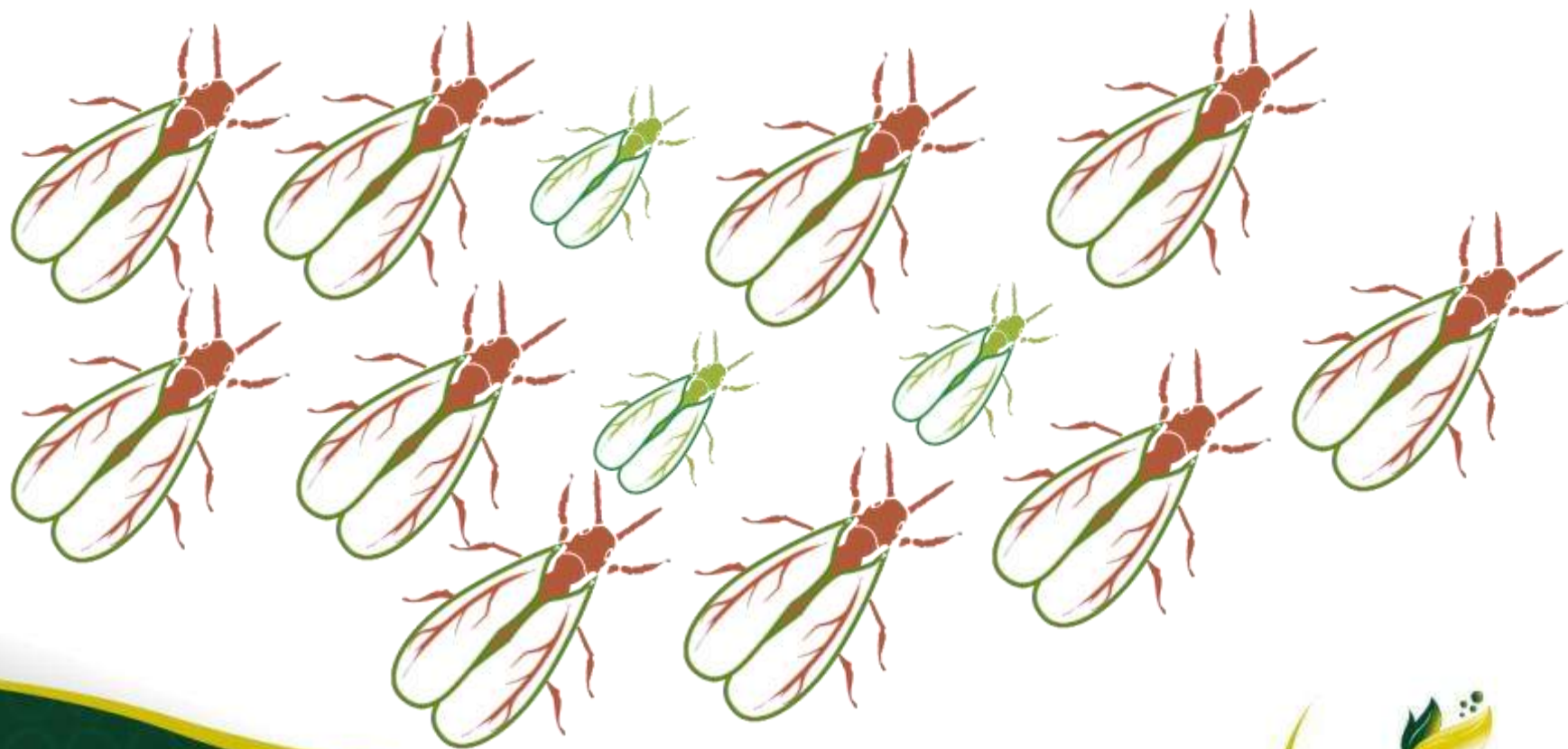
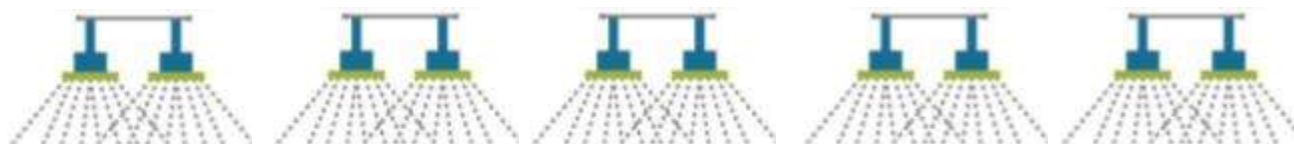
FATORES GENÉTICOS

- Número de Alelos Resistentes
- Frequência e Intensidade
- Dominância dos Alelos Resistentes
- Custo Adaptativo



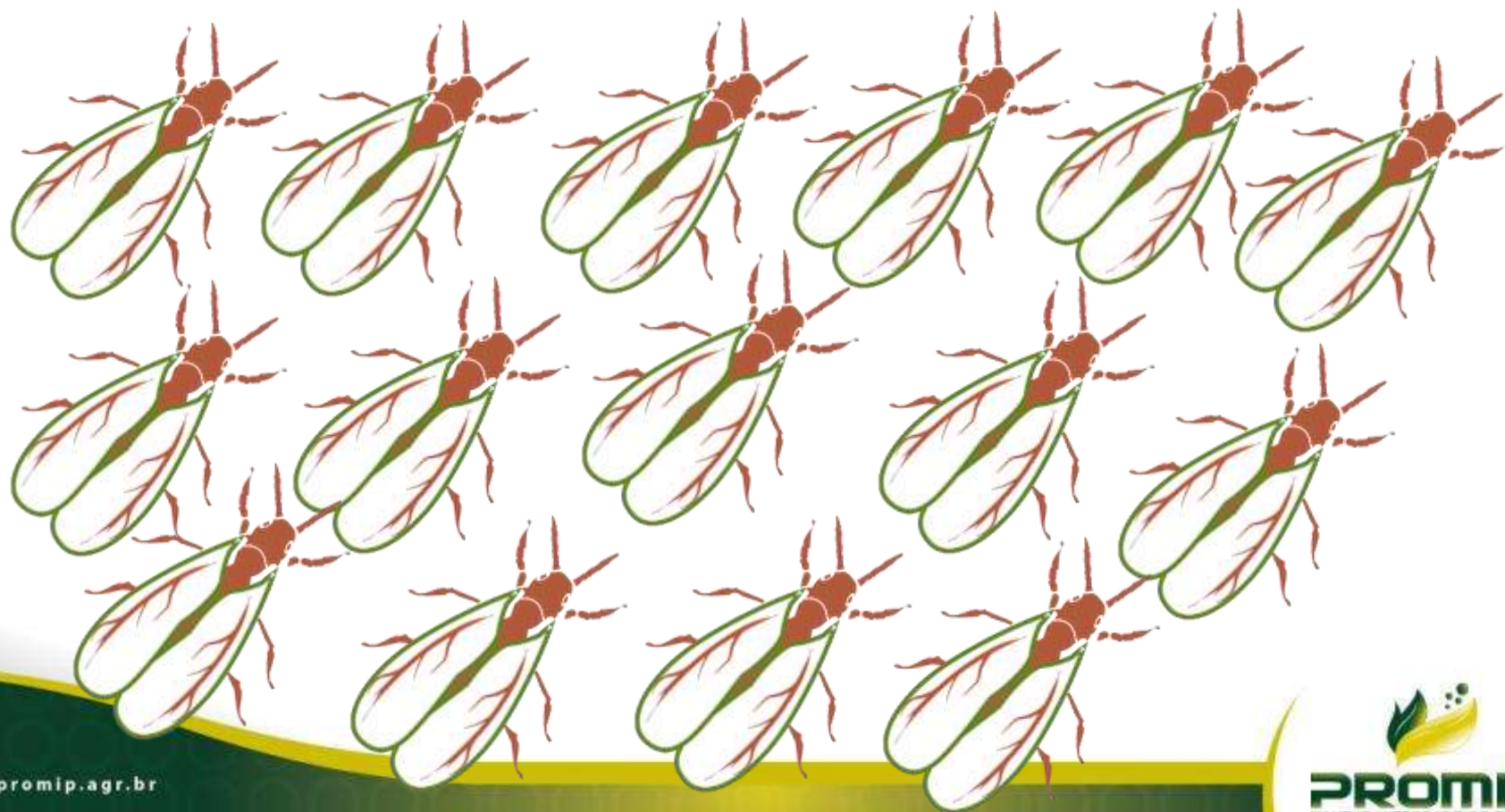
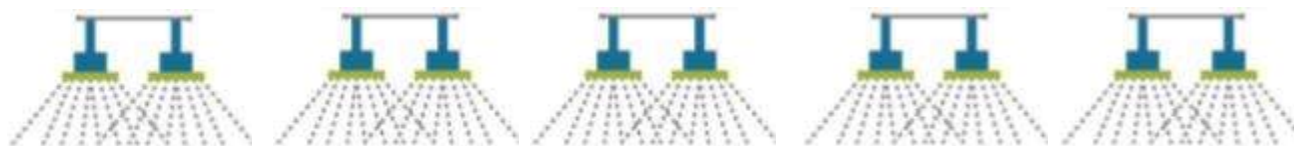
CUSTO ADAPTATIVO

(Pressão de Seleção)



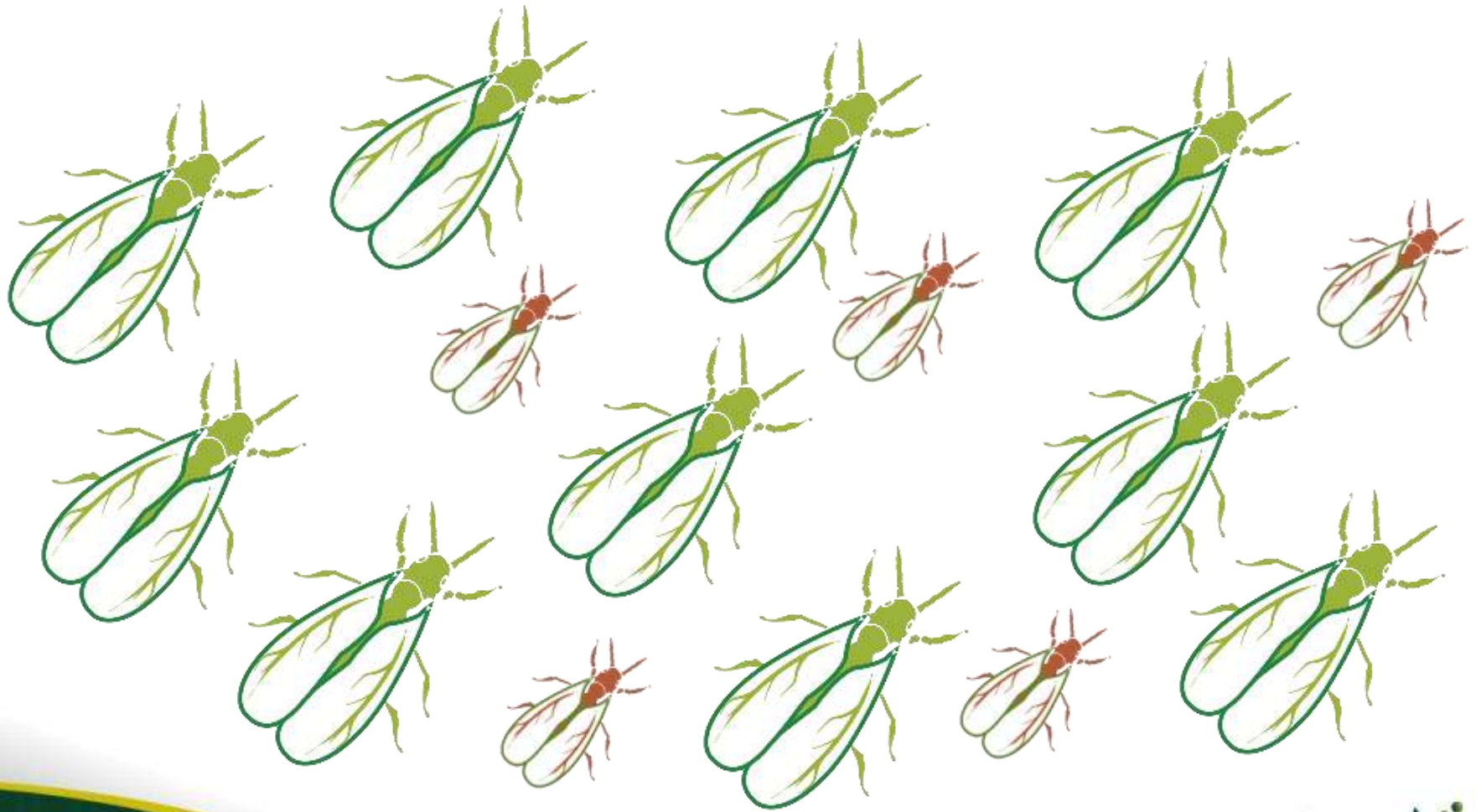
CUSTO ADAPTATIVO

(Pressão de Seleção)



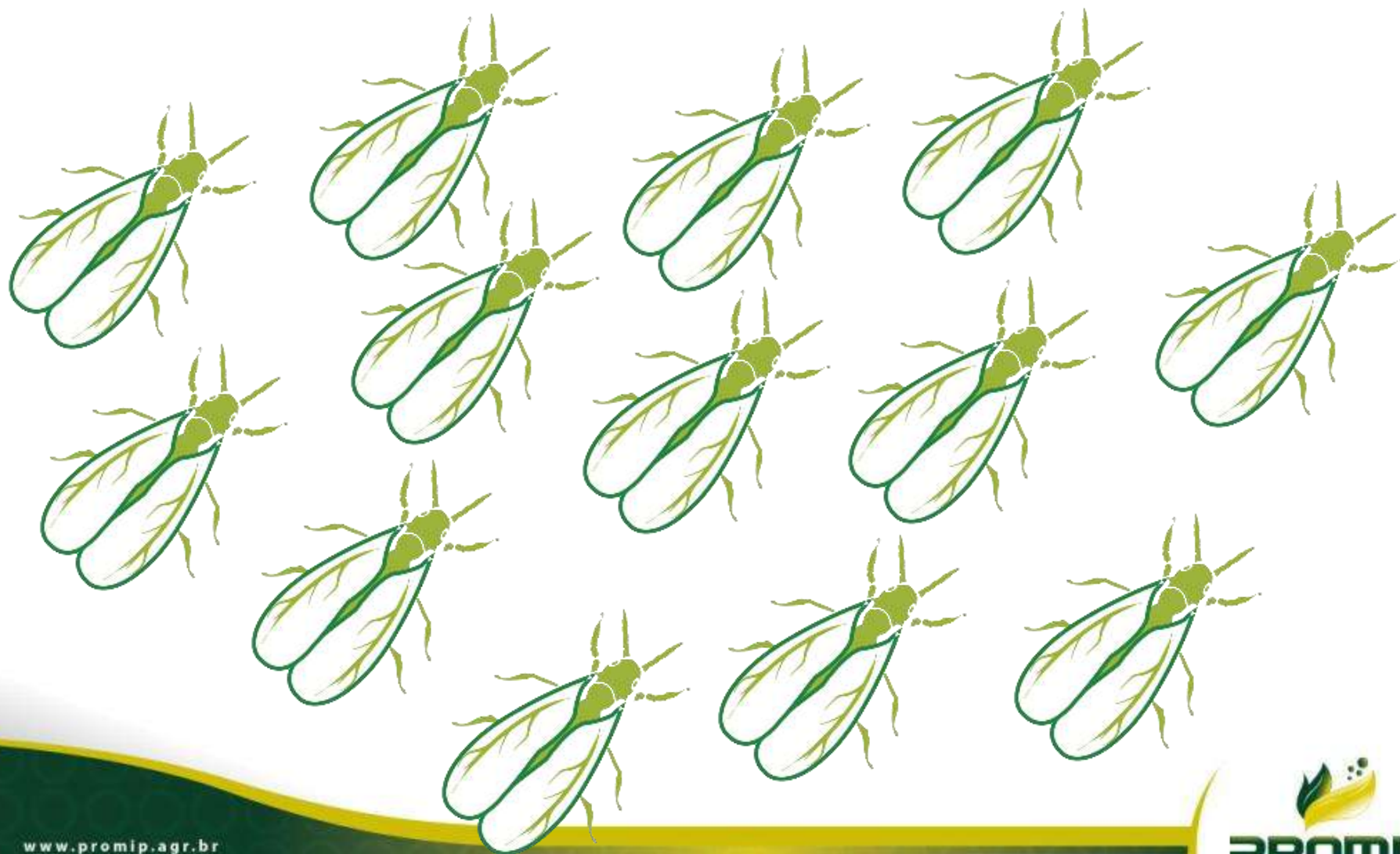
CUSTO ADAPTATIVO

(Ausência de Pressão de Seleção)



CUSTO ADAPTATIVO

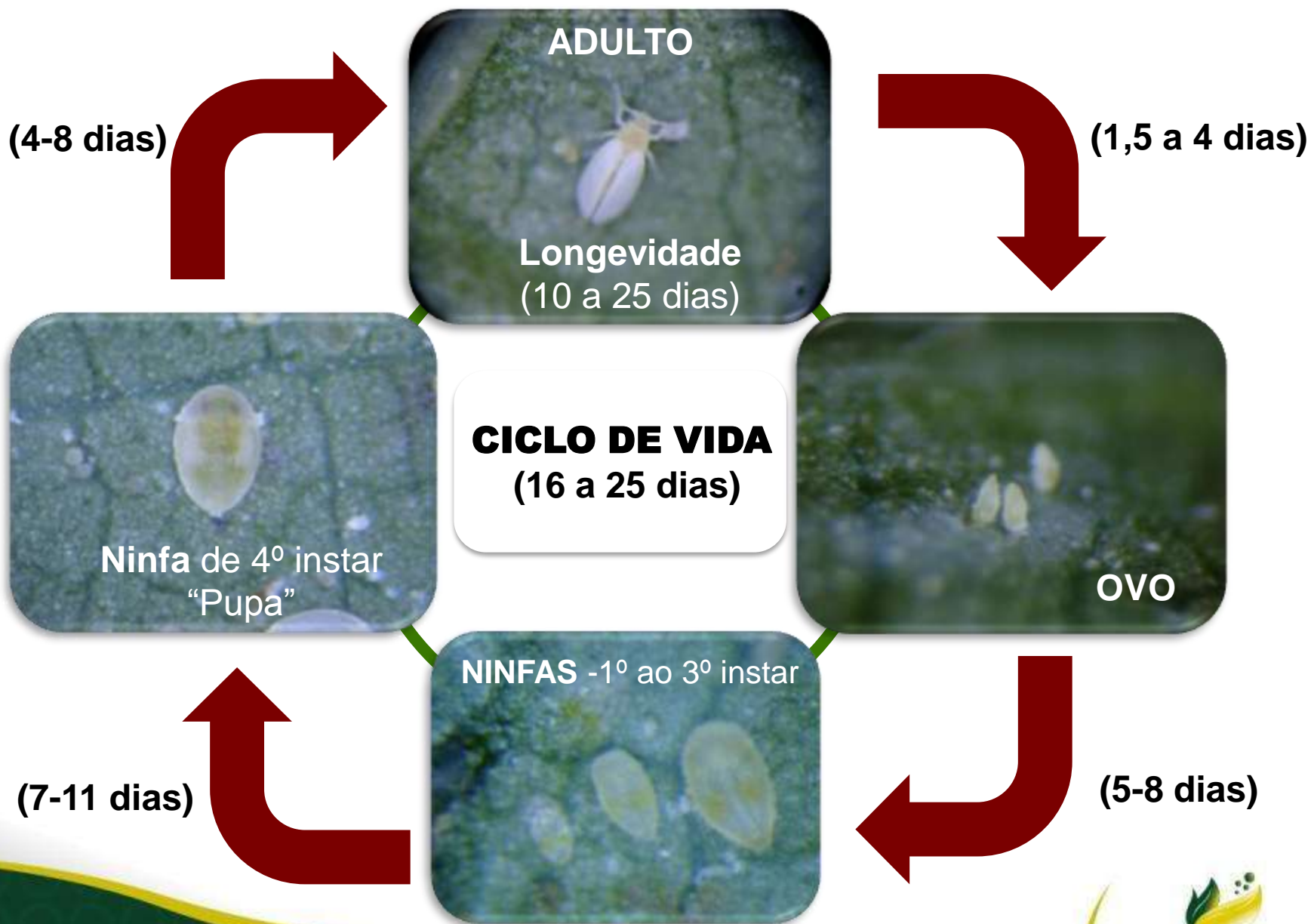
(Restabelecimento da Suscetibilidade)



FATORES BIOECOLÓGICOS

- Capacidade Reprodutiva
- Mobilidade da Espécie
- Plasticidade Genética
- Presença de Refúgio - Suscetíveis





FATORES BIOECOLÓGICOS

- 11 a 15 gerações/ano
- Aprox. 300 ovos / fêmea
(Biótipo B)
- Diversos Hospedeiros
(HF, Grande Culturas e Daninhas)
- Distribuição Geográfica



FATORES OPERACIONAIS

- Característica do Composto Químico:
 - Grupo Químico
 - Persistência
 - Seletividade
 - Formulação
- Característica da Aplicação:
 - Nível de Controle
 - Método de Aplicação
 - Estratégia para o uso dos produtos químicos



RESISTÊNCIA DE MOSCA-BRANCA A INSETICIDAS E SUBSÍDIOS PARA PROGRAMAS DE MANEJO



PRODUTOS AVALIADOS

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Grupo Químico	Empresa	Caracterização (Estágio)	
Evidence 700 WG	Imidacloprido	Neonicotinóide	Bayer, Milenia, Nufarm	ninfa	adulto
Mospilan	Acetamiprido	Neonicotinóide	Iharabras	ninfa	adulto
Actara 250 WG	Tiametoxam	Neonicotinóide	Syngenta	ninfa	adulto
Focus WP	Clotianidina	Neonicotinóide	Sumitomo	ninfa	adulto
Polo 500 WP	Diafentiurom	Feniltiouréia	Syngenta	ninfa	adulto
Movento	Espirotetramate	Cetoenol	Bayer	ninfa	adulto
Applaud 250	Buprofezina	Tiadiazinona	Arysta	ovo	ninfa
Tiger 100 EC	Piriproxifem	Éter Piridiloxipropílico	Iharabras	ovo	ninfa
Oberon	Espiromesifeno	Cetoenol	Bayer	-	ninfa

Projeto: IRAC-BR (2013)

DETECÇÃO E MONITORAMENTO

- **Linha básica de suscetibilidade**
Caracterização (ovo, ninfa e adulto)
- **Concentrações Diagnósticas (CL₉₅)**
- **Monitoramento**



CARACTERIZAÇÃO (OVOS)

Applaud 250 (buprofezina) e Tiger 100 EC (piriproxifem)

- Arenas: discos de folhas (feijão de porco)
- 20 insetos adultos (24 h – oviposição)
- Contagem dos ovos e pulverização
Contato direto
- Câmara Climatizada
 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR, 14 h fotofase
- Avaliação: 11 dias após pulverização



CARACTERIZAÇÃO (NINFAS)

Evidence 700 WG (imidacloprido); Mospilan (acetamiprido), Actara 250 WG (tiametoxam), Focus WP (clotianidina), Polo 500 WP (diafentiurom), Movento (espirotetramate), Applaud 250 (buprofezina) e Tiger 100 EC (piriproxifem).

- ❖ Plantas algodão – gaiolas oviposição
- ❖ 20 insetos adultos (24 h)
- ❖ 11 dias após contagem das ninfas
1° instar (fixas)



CARACTERIZAÇÃO (NINFAS)

Evidence 700 WG (imidacloprido); Mospilan (acetamiprido), Actara 250 WG (tiametoxam), Focus WP (clotianidina), Polo 500 WP (diafentiurom), Movento (espirotetramate), Applaud 250 (buprofezina) e Tiger 100 EC (piriproxifem).

❖ **Aplicação: pulverizador manual**
Contato direto e residual

❖ **Plantas mantidas em laboratório**
 $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ URe 14 h fotofase

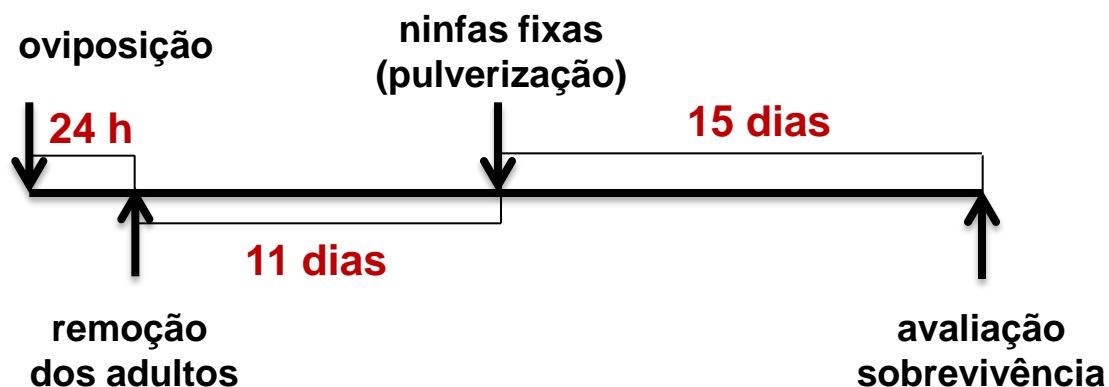
❖ **Avaliação mortalidade:**
- 15 dias após pulverização



CARACTERIZAÇÃO (NINFAS)

Evidence 700 WG (imidacloprido); Mospilan (acetamiprido), Actara 250 WG (tiametoxam), Focus WP (clotianidina), Polo 500 WP (diafentiurom), Movento (espirotetramate), Applaud 250 (buprofezina) e Tiger 100 EC (piriproxifem).

ESQUEMA:



CARACTERIZAÇÃO (ADULTOS)

Evidence 700 WG (imidacloprido); Mospilan (acetamiprido), Actara 250 WG (tiametoxam), Focus WP (clotianidina), Polo 500 WP (diafentiurom), Movento (espirotetramate).

- ❖ Imersão de discos (feijão de porco)
- ❖ Tubo de vidro fundo chato
(Contato residual)
- ❖ 20 insetos/ arena
- ❖ Câmara Climatizada
25 ± 1°C, 75 ± 10% UR, 14 h fotofase
- ❖ Avaliação: 48 h após pulverização



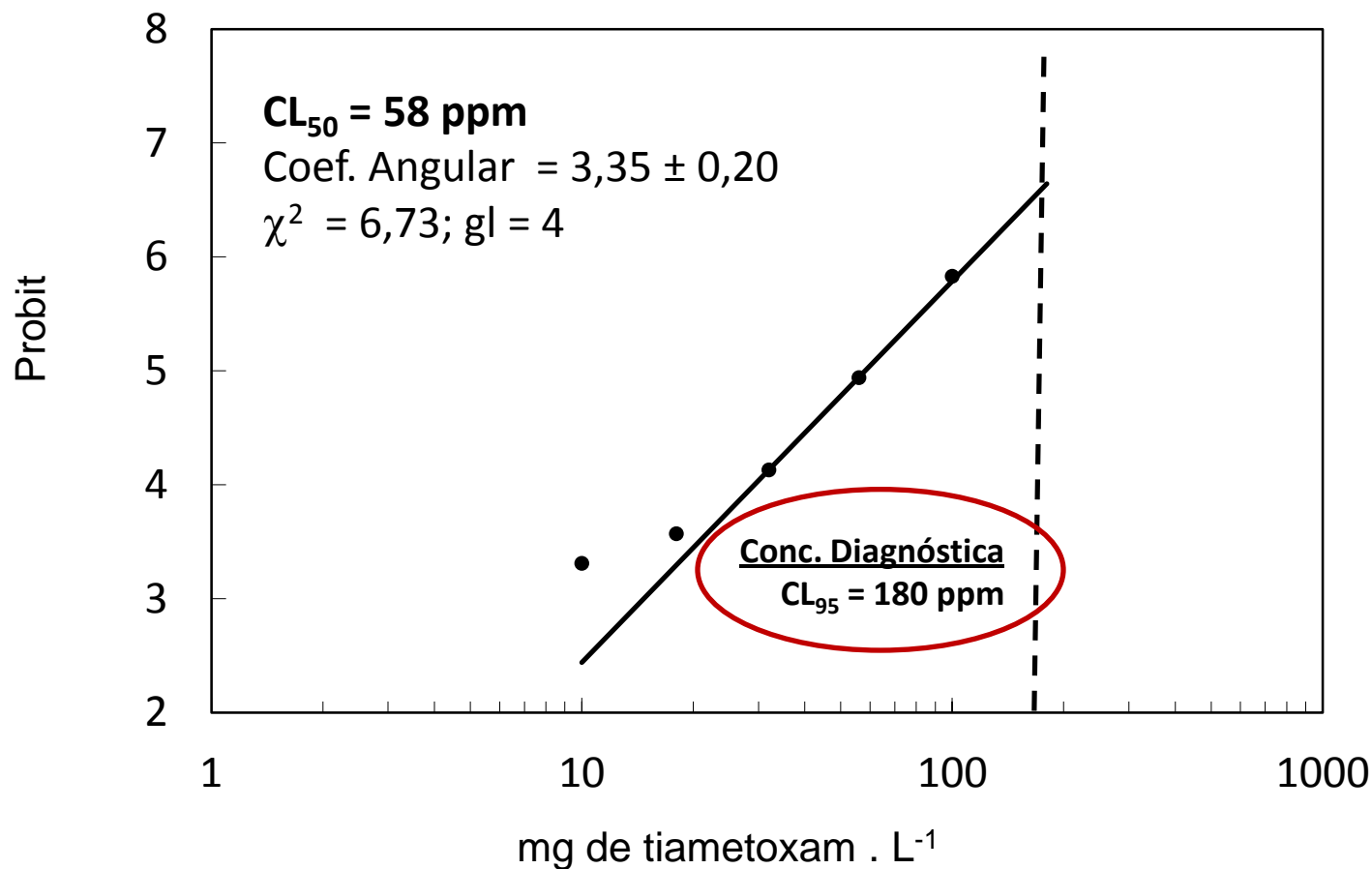
CARACTERIZAÇÃO

Produto	Estágio	n ^a	CL ₅₀ (mg i.a. L ⁻¹) (95% I.C.)	Coef. Ang. ± EP	χ ²	g.l. ^b
ACETAMIPRIDO	adulto	3.193	52,8 (45,5-60,6)	1,5 ± 0,1	7,8	6
	ninfa	2.686	2,3 (2,0-2,5)	2,0 ± 0,1	4,5	6
IMIDACLOPRIDO	adulto	2.999	130,75 (114,23-148,78)	1,6 ± 0,1	4,18	4
	ninfa	3.479	21,90 (19,36-24,55)	1,4 ± 0,1	6,11	7
CLOTIANIDINA	adulto	3.118	84,70 (79,23-90,30)	2,6 ± 0,1	3,25	4
	ninfa	1.647	106,46 (75,03-169,57)	1,2 ± 0,1	7,92	4
TIAMETOXAM	adulto	3.784	58,2 (51,9-64,3)	3,4 ± 0,2	6,7	4
	ninfa	4.065	57,5 (51,6-64,1)	1,9 ± 0,6	10,6	6

CARACTERIZAÇÃO

Produto	Estágio	n ^a	CL ₅₀ (mg i.a. L ⁻¹) (95% I.C.)	Coef. Ang. ± EP	χ ²	g.l. ^b
DIAFENTIUROM	adulto	3.974	156,7 (145,7-168,0)	2,0 ± 0,1	0,9	3
	ninfa	2.131	46,1 (43,2-48,8)	4,0 ± 0,2	1,8	2
ESPIROMESIFENO	ninfa	1.093	15,84 (11,17-20,25)	3,6 ± 0,34	15,90	6
BUPROFEZINA	ninfa	3.112	6,42 (4,23-8,20)	2,4 ± 0,20	21,1	5
PIRIPROXIFEM	ovo	3.223	0,02 (0,01-0,02)	1,8 ± 0,1	20,2	4
	ninfa	1.851	11,5 (4,6-23,4)	0,9 ± 0,1	6,1	3

LINHA BÁSICA DE SUSCETIBILIDADE



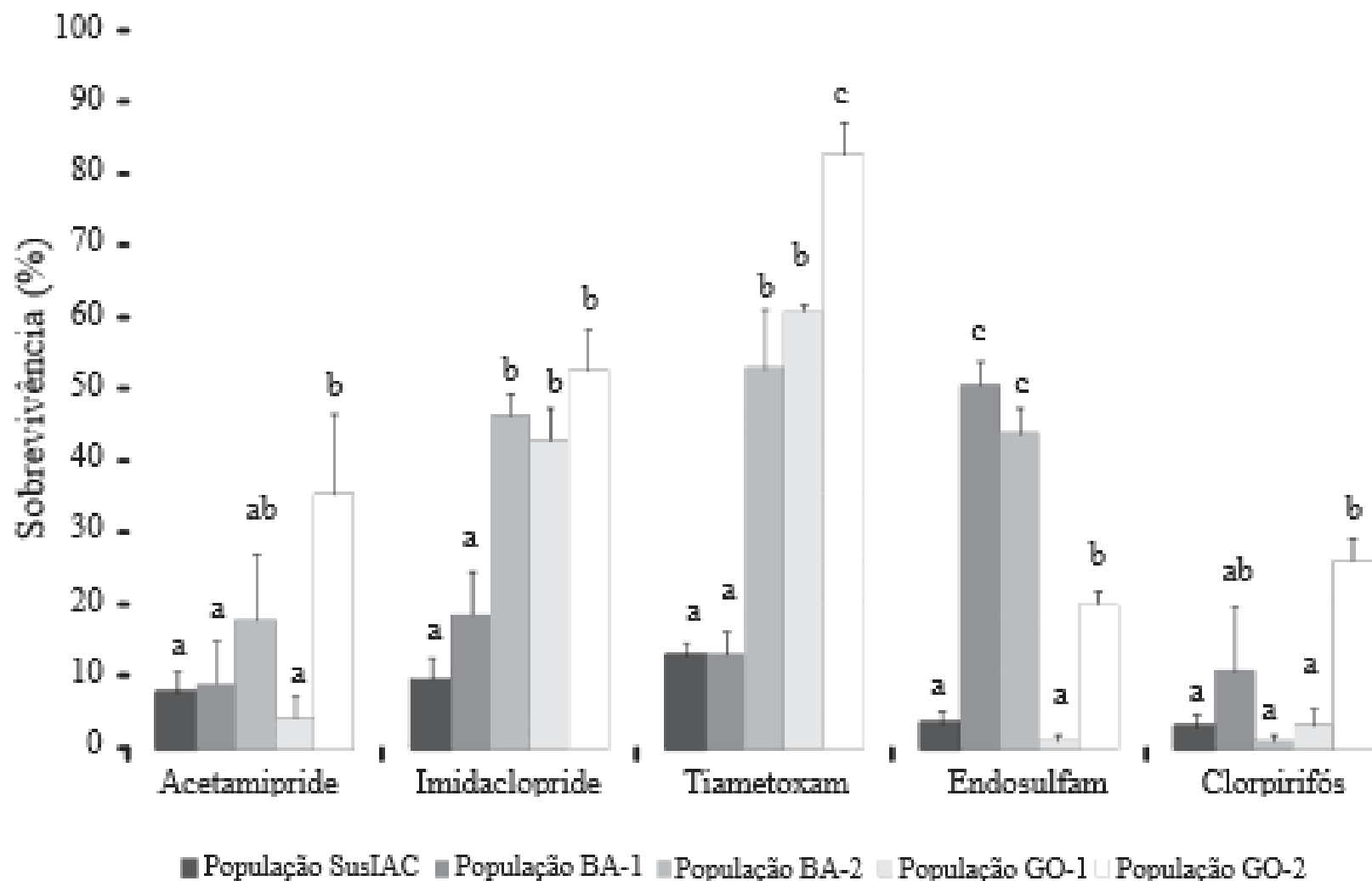
Curva de concentração-mortalidade de ninfas de *B. tabaci* ao tiametoxam.

MONITORAMENTO (TOMATE)

	Município / Estado	Denominação	Data de Recebimento
01	Piracicaba/SP	SUS	junho/09
02	Araguari/MG	Araguari-1	novembro/11
03	Araguari/MG	Araguari-2	junho/12
04	Lins/SP	Lins-1	dezembro/11
05	Lins/SP	Lins-2	dezembro/11
06	Lins/SP	Lins-3	dezembro/11
07	Cosmópolis/SP	Cosmópolis	maio/12
08	Monte Mor/SP	Monte Mor	maio/12
09	Sumaré/SP	Sumaré	outubro/12
10	Rio Verde/GO	F. Goiás	março/13

(*) **Confirmação Biótipo B** – Profa. Dra. Renate Krause Sakate (FCA/UNESP)

MONITORAMENTO DA RESISTÊNCIA



PRÓXIMOS PASSOS

- Seleção para Resistência
- Bioensaios Prático



MANEJO DA RESISTÊNCIA

- Programas Pró-ativos (MRI)
- Estratégias Curativas



PROGRAMAS PRÓ-ATIVOS (MRI)

- Início: Lançamento Produto
- Caracterização da Suscetibilidade
- Concentrações Diagnósticas



ESTRATÉGIAS PARA MRI

- Moderação
- Saturação
- Ataque Múltiplo



MANEJO POR MODERAÇÃO

- Uso Menos Frequente de Químicos
- Produtos de Baixa Persistência
- Áreas de Refúgio



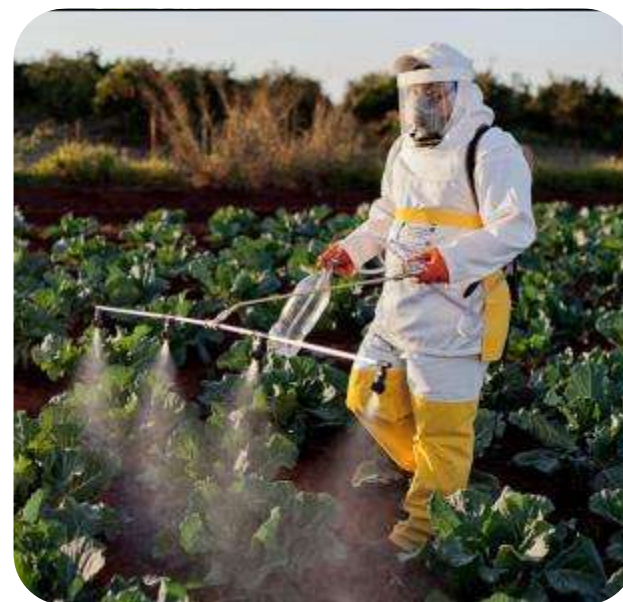
MANEJO POR SATURAÇÃO

- Uso de sinergistas
- Bloqueio da Resistência Metabólica
- Butoxido de Piperonila



MANEJO POR ATAQUE MÚLTIPLO

- ROTAÇÃO DE PRODUTOS
- MISTURA DE PRODUTOS

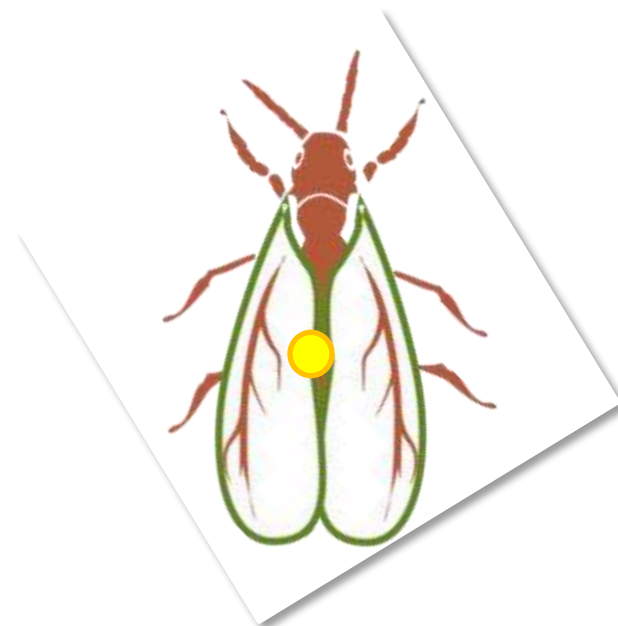


MANEJO POR ATAQUE MÚLTIPLO

RESISTÊNCIA CRUZADA

Um único Mecanismo de Defesa confere
Resistência a **Dois ou mais Produtos Químicos**
(geralmente compostos relacionados)

- Deltametrina e Lambda-cialotrina (piretróides)
- Acetamiprido e Clotianidina

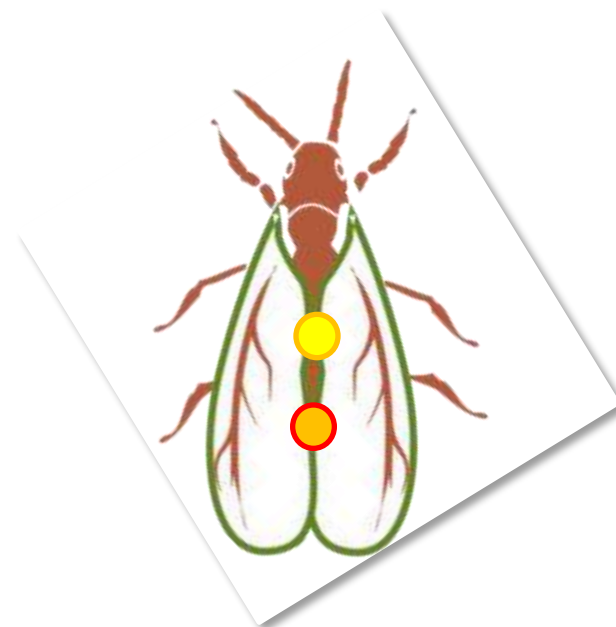


MANEJO POR ATAQUE MÚLTIPLO

RESISTÊNCIA MÚLTIPLA

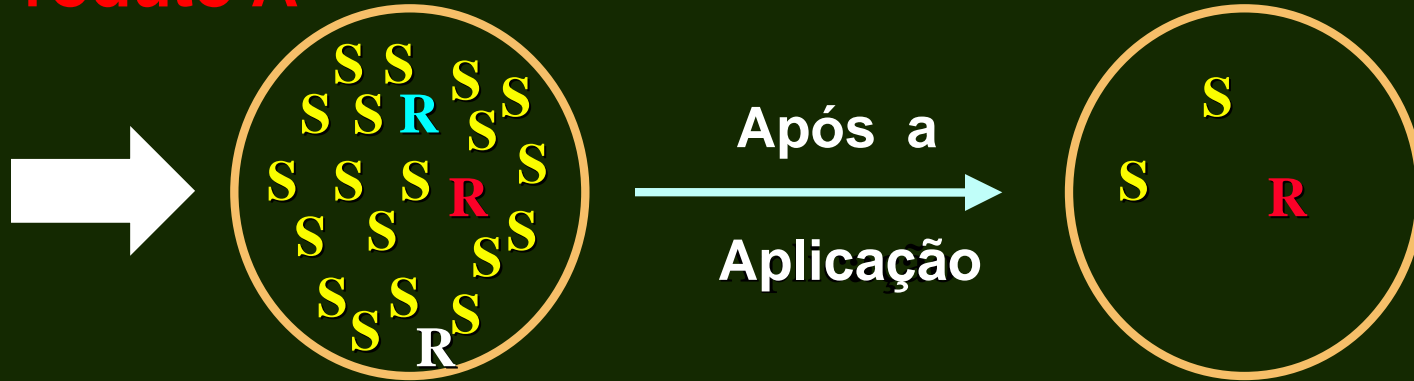
Pelo menos dois Mecanismo de Defesa confere Resistência a **Dois ou mais Produtos Químicos** (geralmente compostos relacionados)

- Deltametrina e Chlorfenapyr
- Acetamiprido e Piriproxifem

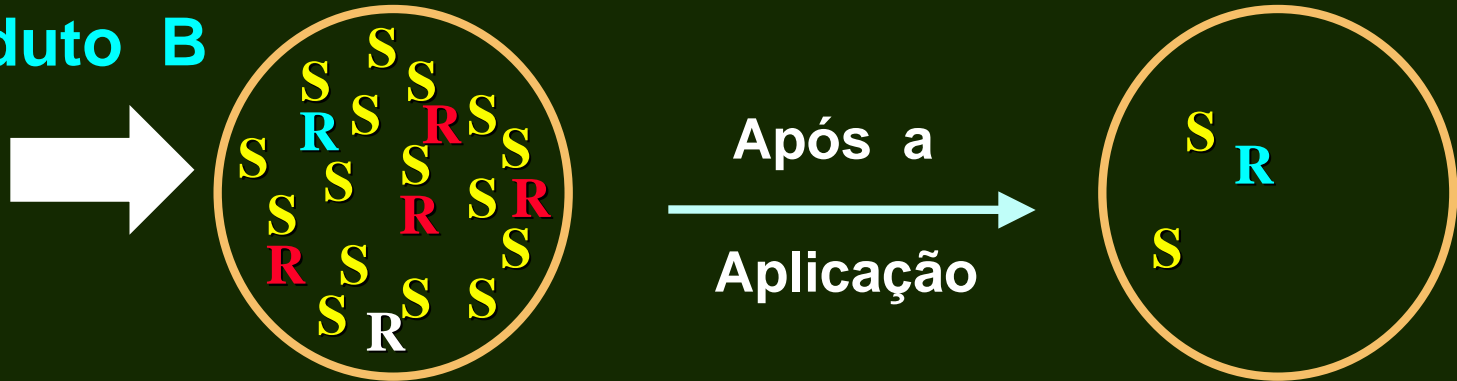


ROTAÇÃO

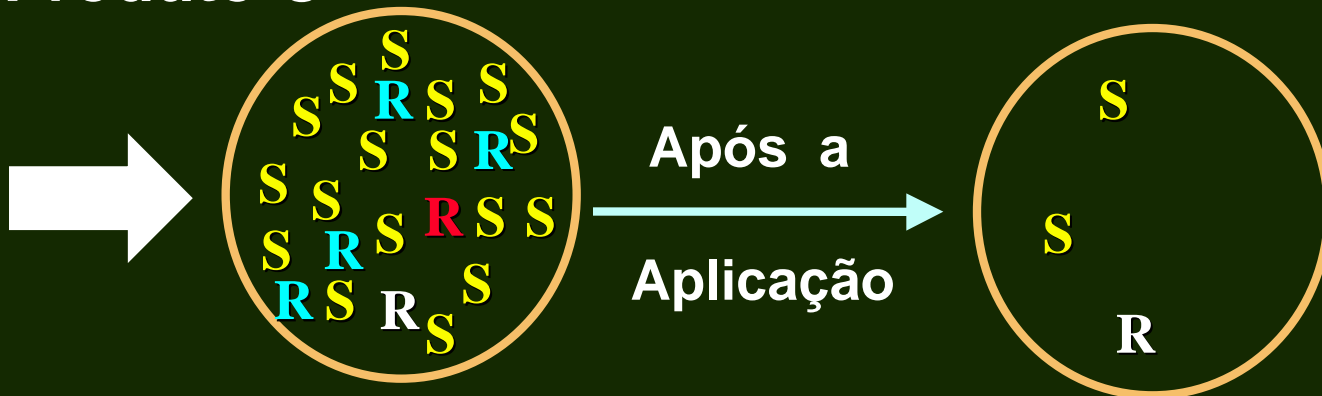
Produto A



Produto B



Produto C



ROTAÇÃO DE INSETICIDAS

Sítio de Ação Primário

Agonistas de receptores nicotínicos da acetilcolina	Neonicotinóide (4A)	Acetamiprido
		Clotianidina
		Imidacloprido
		Tiametoxam
		Tiacloprido

Inibidores de acetilcolinesterase	Organofosforado (1B)	Acefato
		Clorpirifós
		Dimetoato
		Malationa
		Metamidofós
		Piridafentiona
		Profenofós
		Terbufós
		Carbamato (1A)
	Carbamato (1A)	Carbofurano
		Carbosulfano

Moduladores de canais de sódio	Piretróides (3A)	Bifentrina
		Beta-ciflutrina
		Beta-cipermetrina
		Deltametrina
		Esfenvalerato
		Fenpropatrina
		Lambdacialotrina
	Éter difenílico	Etofenproxi

Inibidores da formação de quitina	Buprofezina (16)	Buprofezina
Mímicos do hormônio juvenil	Piriproxifen (7C)	Piriproxifen
Inibidor da síntese de lipídeos	Cetoenol (23)	Spiromesifeno
Inibidor de ATP sintetase mitocondrial	Diafentiurom (12A)	Diafentiurom
Desacopladores da fosforilação oxidativa via ruptura do gradiente de próton H	Clorfenapir (13)	Clorfenapir
Bloqueadores seletivos da alimentação	Piridina azometina	Pimetrozina
Composto com modo de ação desconhecido ou incerto	Tetranortriterpenóide	Azadiractina

ROTAÇÃO DE INSETICIDAS

Sítio de Ação Primário

Agonistas de receptores nicotínicos da acetilcolina	Neonicotinóide (4A)	Acetamiprido
		Clotianidina
		Imidacloprido
		Tiametoxam
		Tiacloprido

Inibidores de acetilcolinesterase	Organofosforado (1B)	Acefato
		Clorpirifós
		Dimetoato
		Malationa
		Metamidofós
		Piridafentiona
		Profenofós
		Terbufós
	Carbamato (1A)	Carbofurano
		Carbosulfano

Moduladores de canais de sódio	Piretróides (3A)	Bifentrina
		Beta-ciflutrina
		Beta-cipermetrina
		Deltametrina
		Esfenvalerato
		Fenpropatrina
		Lambdacialotrina
	Éter difenílico	Etofenproxi

Inibidores da formação de quitina	Buprofezina (16)	Buprofezina
Mímicos do hormônio juvenil	Piriproxifen (7C)	Piriproxifen
Inibidor da síntese de lipídeos	Cetoenol (23)	Spiromesifeno
Inibidor de ATP sintetase mitocondrial	Diafentiurom (12A)	Diafentiurom
Desacopladores da fosforilação oxidativa via interrupção do gradiente de próton H	Clorfenapir (13)	Clorfenapir
Bloqueadores seletivos da alimentação	Piridina azometina	Pimetrozina
Composto com modo de ação desconhecido ou incerto	Tetranortriterpenóide	Azadiractina

ROTAÇÃO DE INSETICIDAS

Sítio de Ação Primário

Agonistas de receptores nicotínicos da acetilcolina	Neonicotinóide (4A)	Acetamiprido
		Clotianidina
		Imidacloprido
		Tiametoxam
		Tiacloprido

Inibidores de acetilcolinesterase	Organofosforado (1B)	Acefato
		Clorpirifós
		Dimetoato
		Malationa
		Metamidofós
		Piridafentiona
		Profenofós
		Terbufós
	Carbamato (1A)	Carbofurano
		Carbosulfano

Moduladores de canais de sódio	Piretróides (3A)	Bifentrina
		Beta-ciflutrina
		Beta-cipermetrina
		Deltametrina
		Esfenvalerato
		Fenpropatrina
		Lambdacialotrina
	Éter difenílico	Etofenproxi

Inibidores da formação de quitina	Buprofezina (16)	Buprofezina
Mímicos do hormônio juvenil	Piriproxifen (7C)	Piriproxifen
Inibidor da síntese de lipídeos	Cetoenol (23)	Spiromesifeno
Inibidor de ATP sintetase mitocondrial	Diafentiurom (12A)	Diafentiurom
Desacopladores da fosforilação oxidativa via ruptura do gradiente de próton H	Clorfenapir (13)	Clorfenapir
Bloqueadores seletivos da alimentação	Piridina azometina	Pimetrozina
Composto com modo de ação desconhecido ou incerto	Tetranortriterpenóide	Azadiractina

ROTAÇÃO DE INSETICIDAS

Sítio de Ação Primário

Agonistas de receptores nicotínicos da acetilcolina	Neonicotinóide (4A)	Acetamiprido
		Clotianidina
		Imidacloprido
		Tiametoxam
		Tiacloprido

Inibidores de acetilcolinesterase	Organofosforado (1B)	Acefato
		Clorpirifós
		Dimetoato
		Malationa
		Metamidofós
		Piridafentiona
		Profenofós
		Terbufós
		Carbamato (1A)
	Carbamato (1A)	Carbofurano
		Carbosulfano

Moduladores de canais de sódio	Piretróides (3A)	Bifentrina
		Beta-ciflutrina
		Beta-cipermetrina
		Deltametrina
		Esfenvalerato
		Fenpropatrina
		Lambdacialotrina
	Éter difenílico	Etofenproxi

Inibidores da formação de quitina	Buprofezina (16)	Buprofezina
Mímicos do hormônio juvenil	Piriproxifen (7C)	Piriproxifem
Inibidor da síntese de lipídeos	Cetoenol (23)	Spiromesifeno
Inibidor de ATP sintetase mitocondrial	Diafentiurom (12A)	Diafentiurom
Desacopladores da fosforilação oxidativa via ruptura do gradiente de próton H	Clorfenapir (13)	Clorfenapir
Bloqueadores seletivos da alimentação	Piridina azometina	Pimetrozina
Composto com modo de ação desconhecido ou incerto	Tetranortriterpenóide	Azadiractina

ROTAÇÃO DE INSETICIDAS

Sítio de Ação Primário

Agonistas de receptores nicotínicos da acetilcolina	Neonicotinóide (4A)	Acetamiprido
		Clotianidina
		Imidacloprido
		Tiametoxam
		Tiacloprido

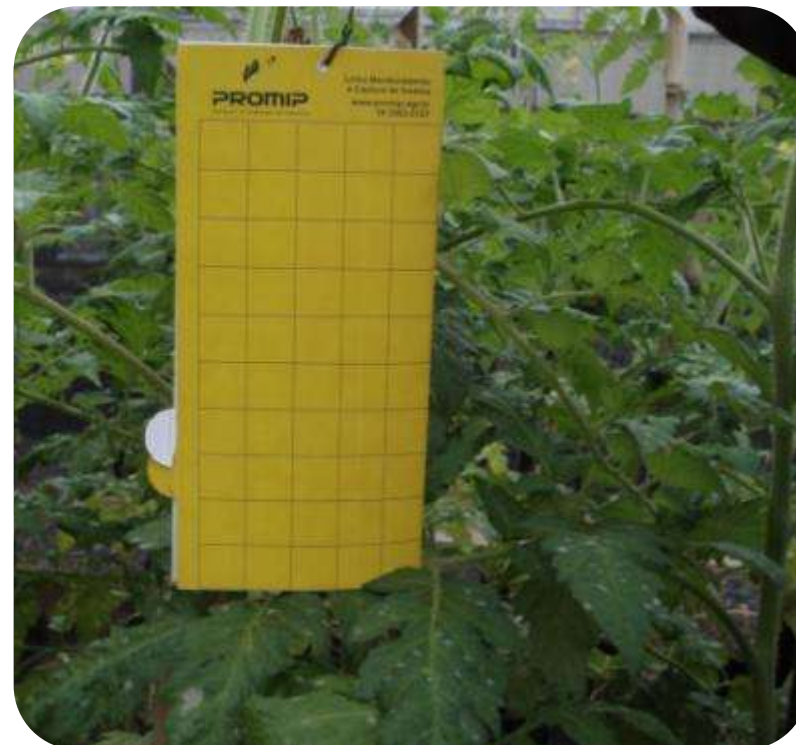
Inibidores de acetilcolinesterase	Organofosforado (1B)	Acefato
		Clorpirifós
		Dimetoato
		Malationa
		Metamidofós
		Piridafentiona
		Profenofós
		Terbufós
		Carbamato (1A)
	Carbamato (1A)	Carbofurano
		Carbosulfano

Moduladores de canais de sódio	Piretróides (3A)	Bifentrina
		Beta-ciflutrina
		Beta-cipermetrina
		Deltametrina
		Esfenvalerato
		Fenpropatrina
		Lambdacialotrina
	Éter difenílico	Etofenproxi

Inibidores da formação de quitina	Buprofezina (16)	Buprofezina
Mímicos do hormônio juvenil	Piriproxifen (7C)	Piriproxifen
Inibidor da síntese de lipídeos	Cetoenol (23)	Spiromesifeno
Inibidor de ATP sintetase mitocondrial	Diafentiurom (12A)	Diafentiurom
Desacopladores da fosforilação oxidativa via ruptura do gradiente de próton H	Clorfenapir (13)	Clorfenapir
Bloqueadores seletivos da alimentação	Piridina azometina	Pimetrozina
Composto com modo de ação desconhecido ou incerto	Tetranortriterpenóide	Azadiractina

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

- Amostragem (Armadilhas)
- Nível de Ação
- Nível de Dano Econômico
- Integração de Estratégias



INTEGRAÇÃO DE ESTRATÉGIAS

- Integração Controle Biológico
- Ácaro Predador: *Amblyseius* spp.
- ESALQ/USP
- Doutoranda: Ana C. Calvalcanti



DIVULGAÇÃO

- IRAC-BR
- Treinamentos e Palestras
- Projetos Inter-Institucionais



CONTATOS

Marcelo Poletti

mpoletti@promip.agr.br

**Fone: 19 3857-2020
19 99685-5189**

www.promip.agr.br

