

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 Viroses
- 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)

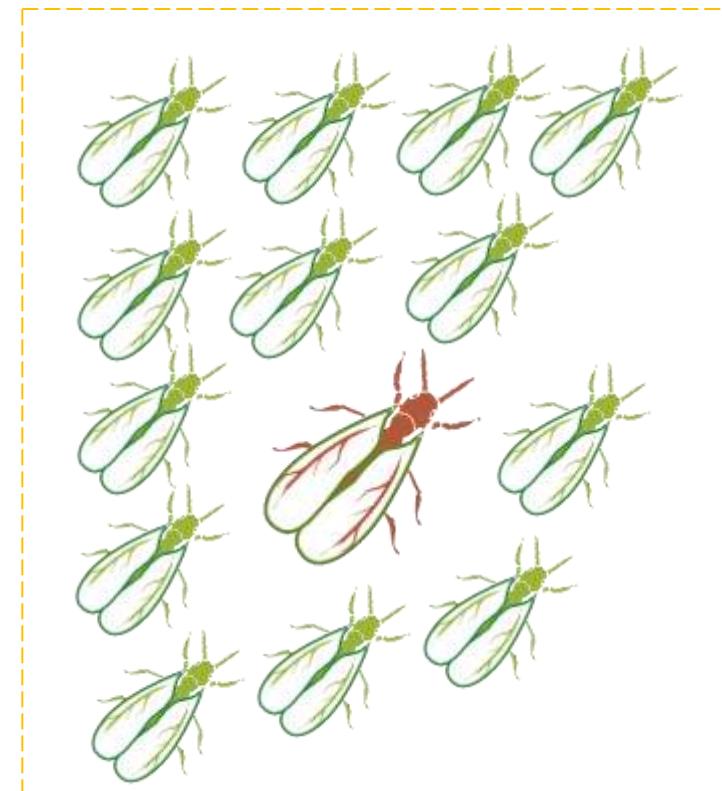
DEFINIÇÃO

“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

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



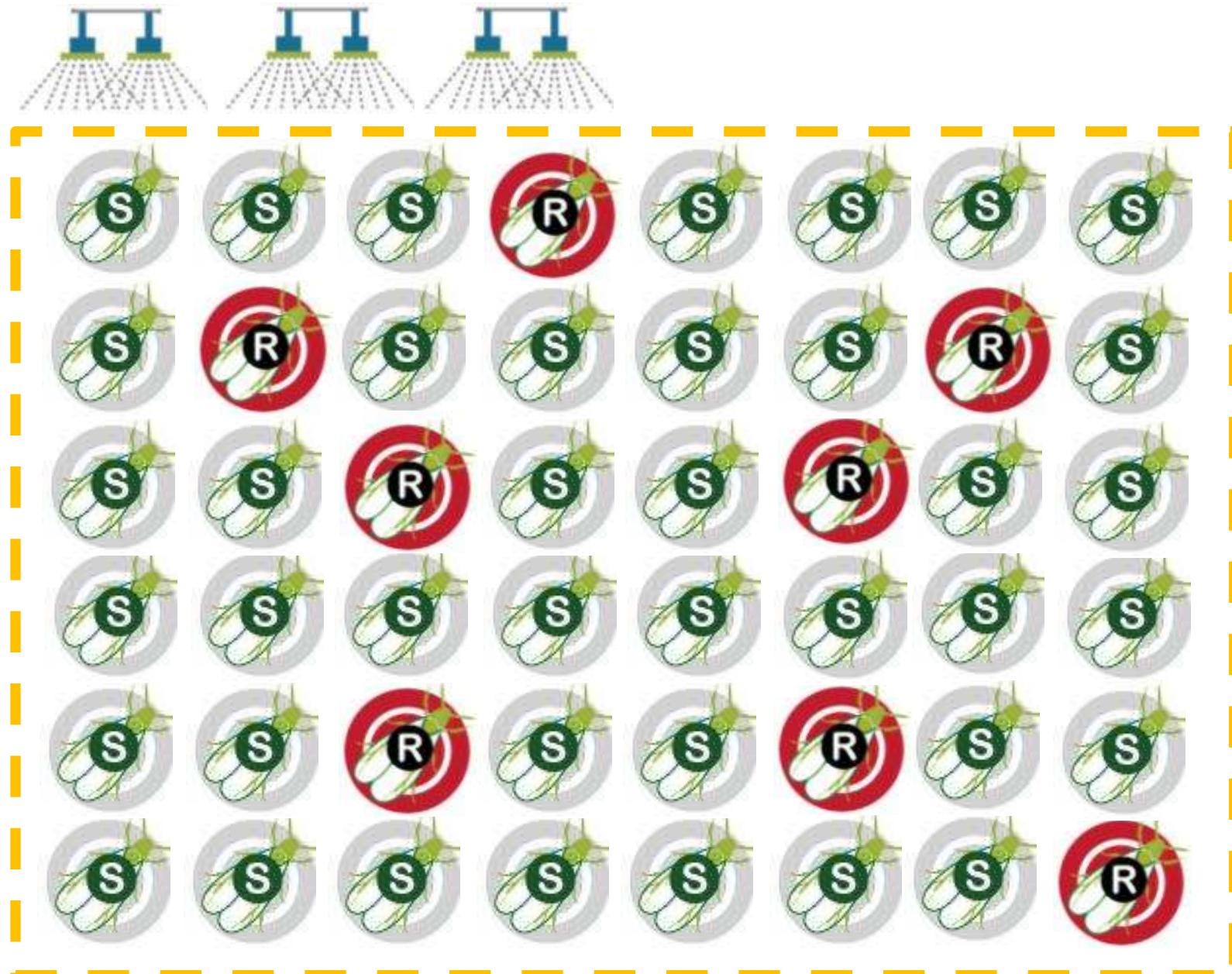
Roush & Mckenzie (1987)



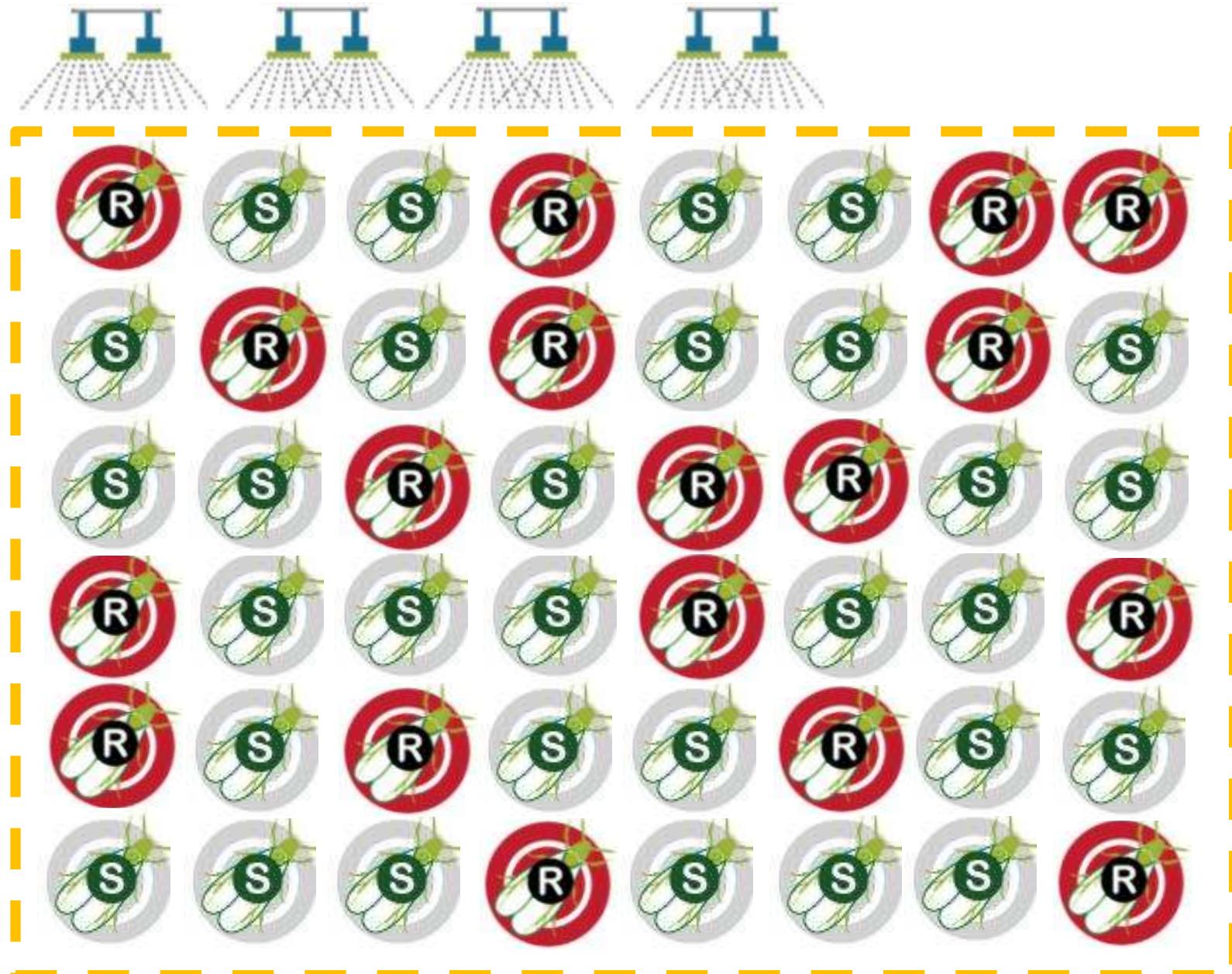
PRESSÃO DE SELEÇÃO CONTÍNUA



PRESSÃO DE SELEÇÃO CONTÍNUA

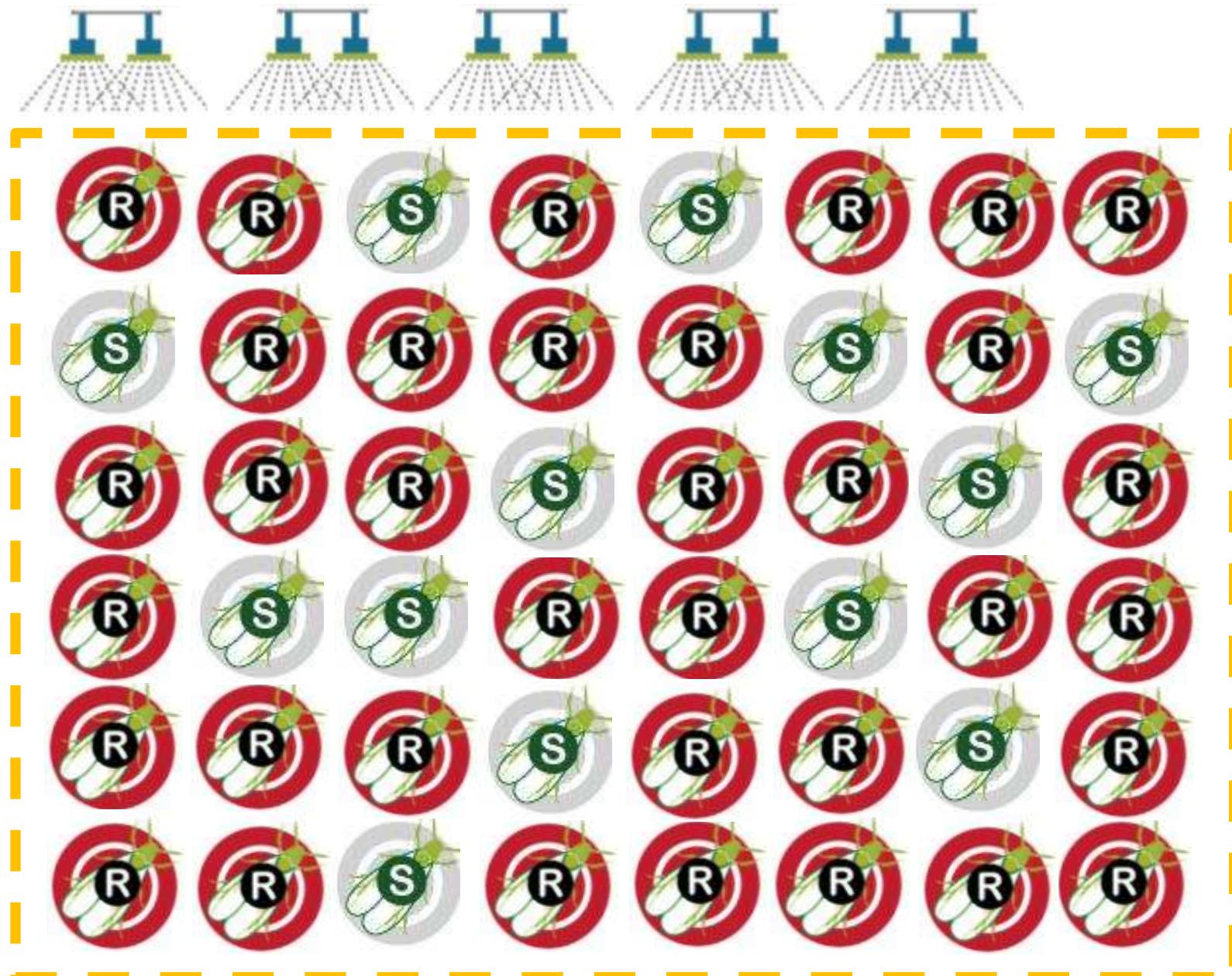


PRESSÃO DE SELEÇÃO CONTÍNUA



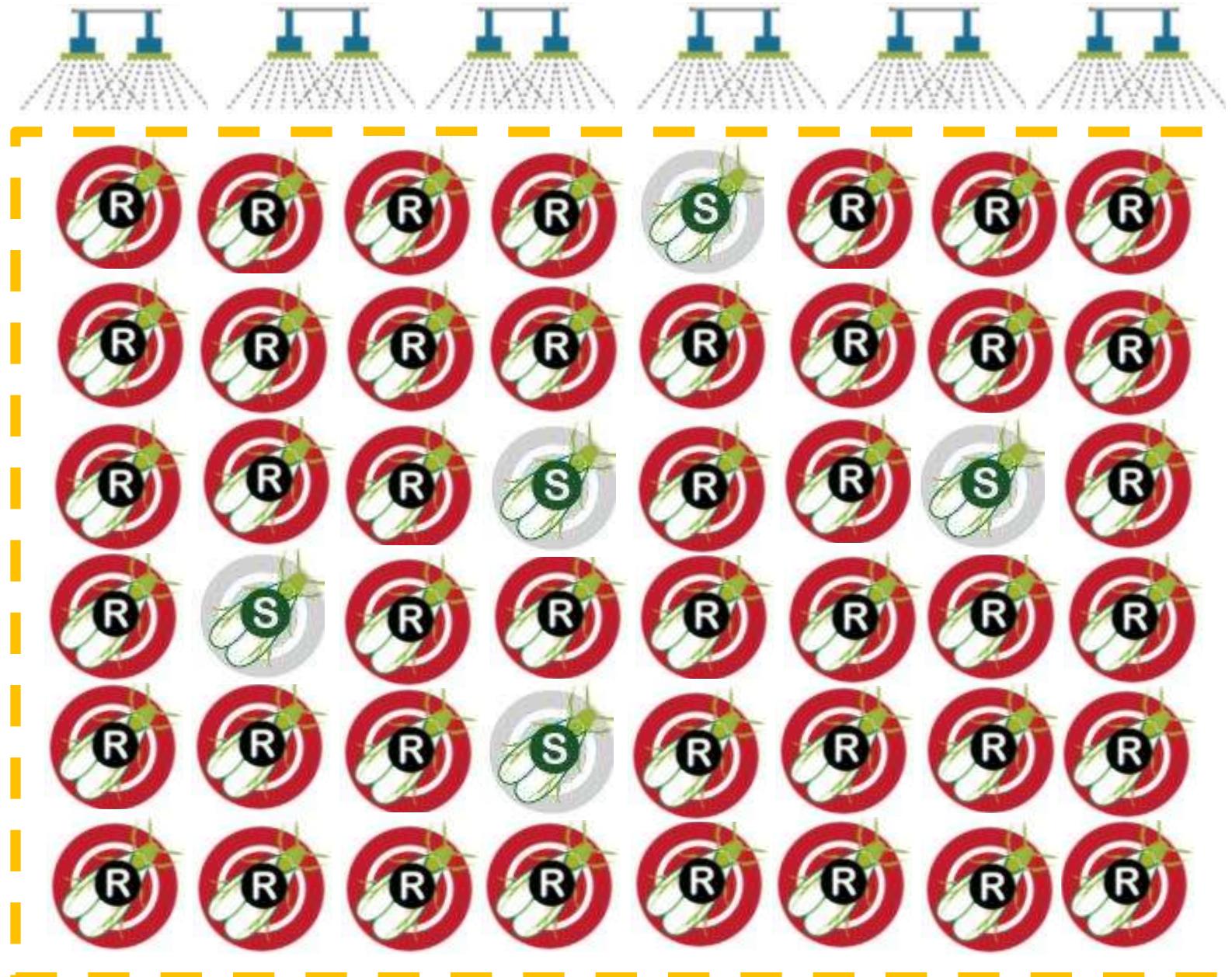
PRESSÃO DE SELEÇÃO CONTÍNUA

Falhas no Controle



PRESSÃO DE SELEÇÃO CONTÍNUA

Falhas no Controle

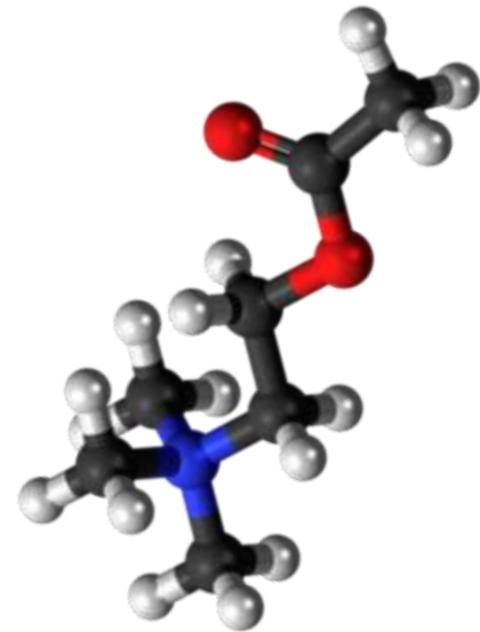


FREQUÊNCIA CRÍTICA (CUIDADO!!!)

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)

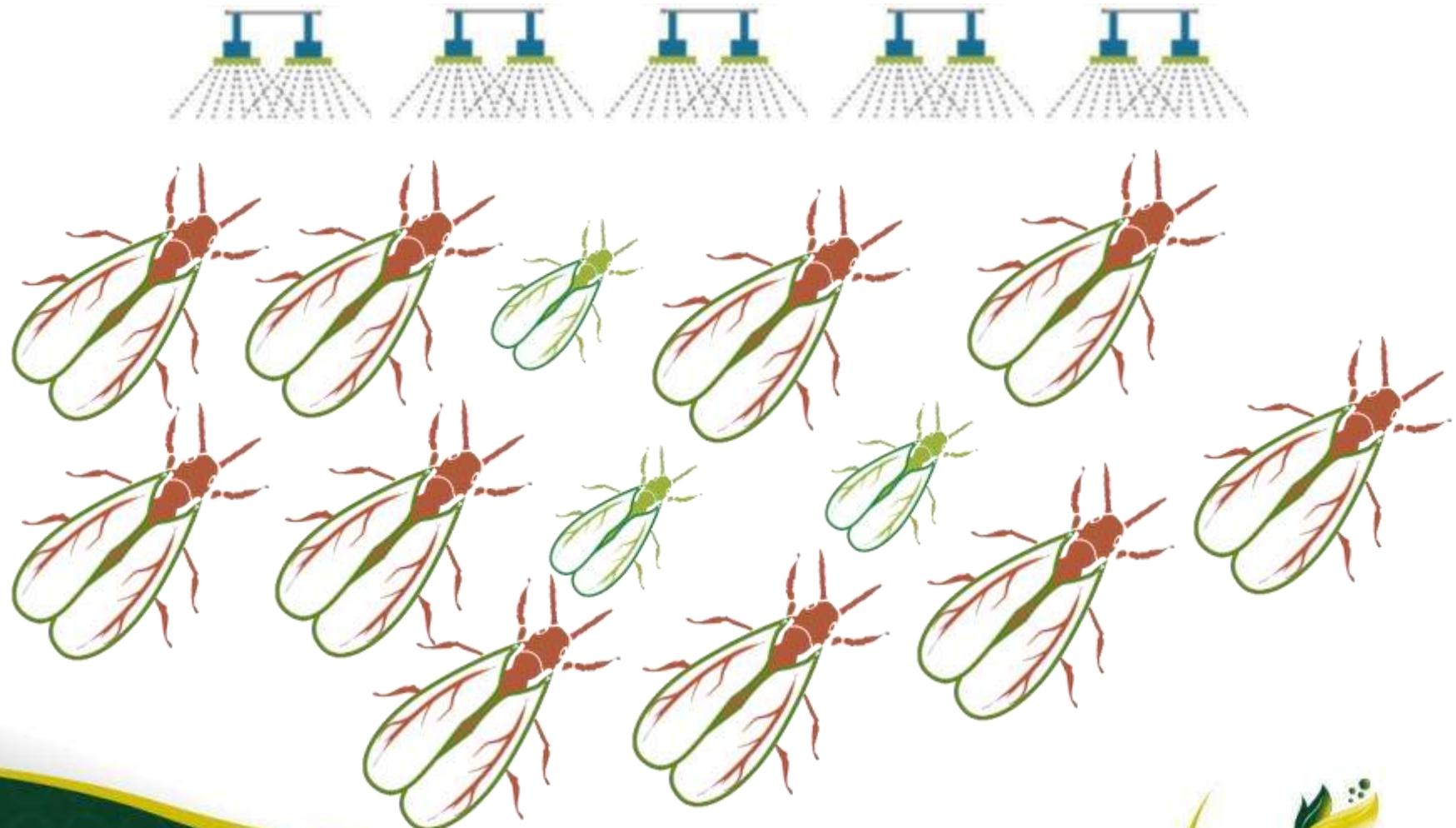
FATORES GENÉTICOS

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



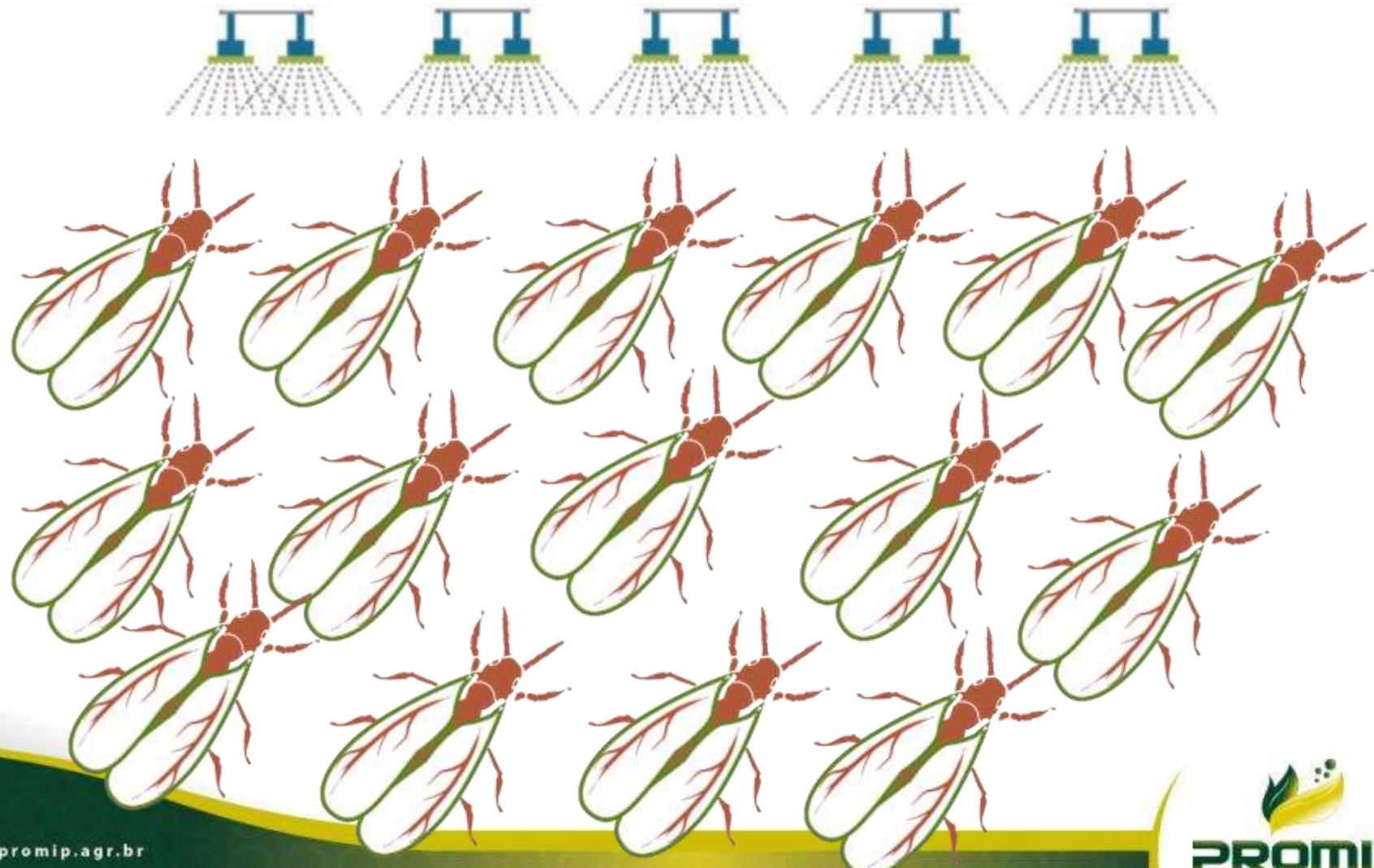
CUSTO ADAPTATIVO

(Pressão de Seleção)



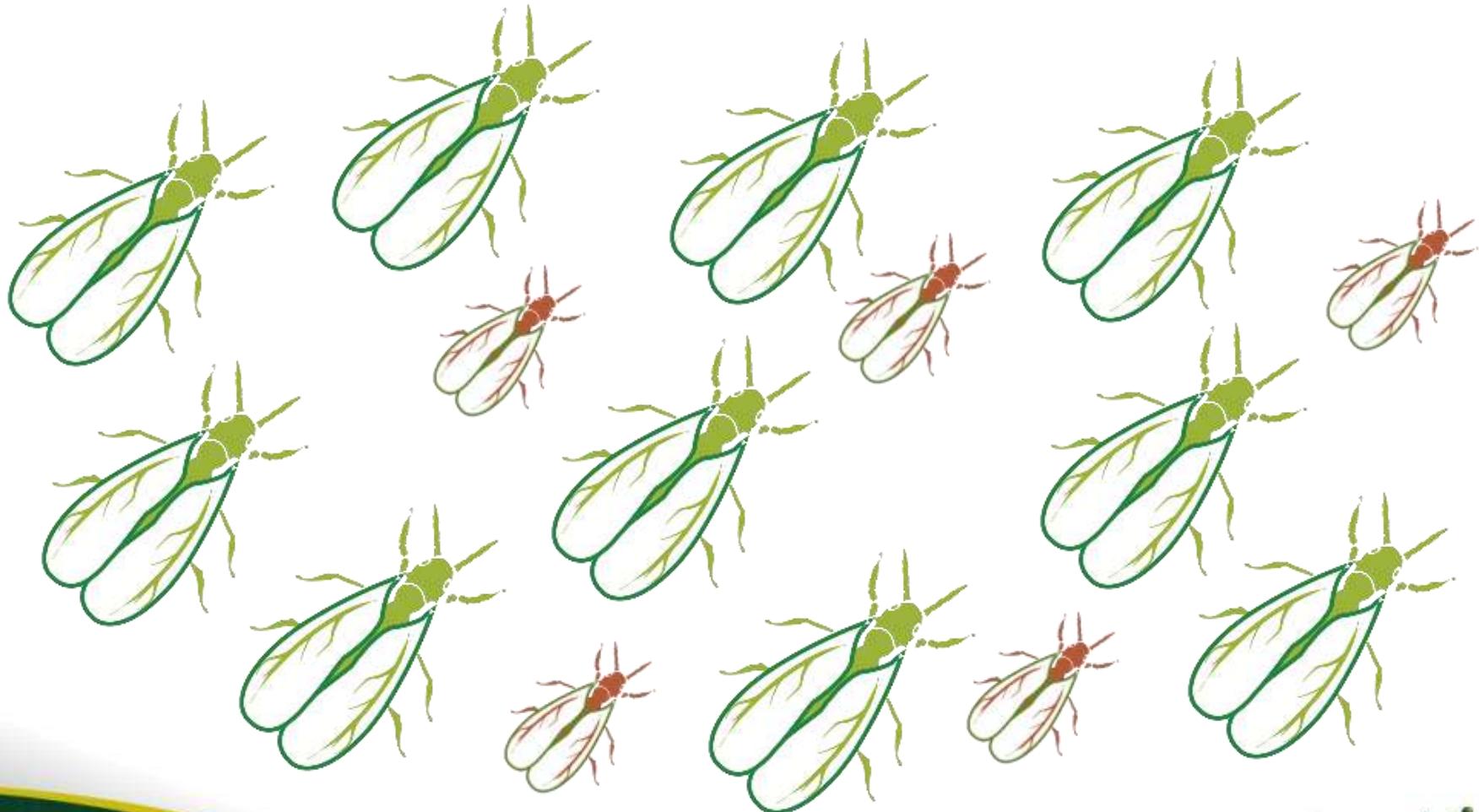
CUSTO ADAPTATIVO

(Pressão de Seleção)



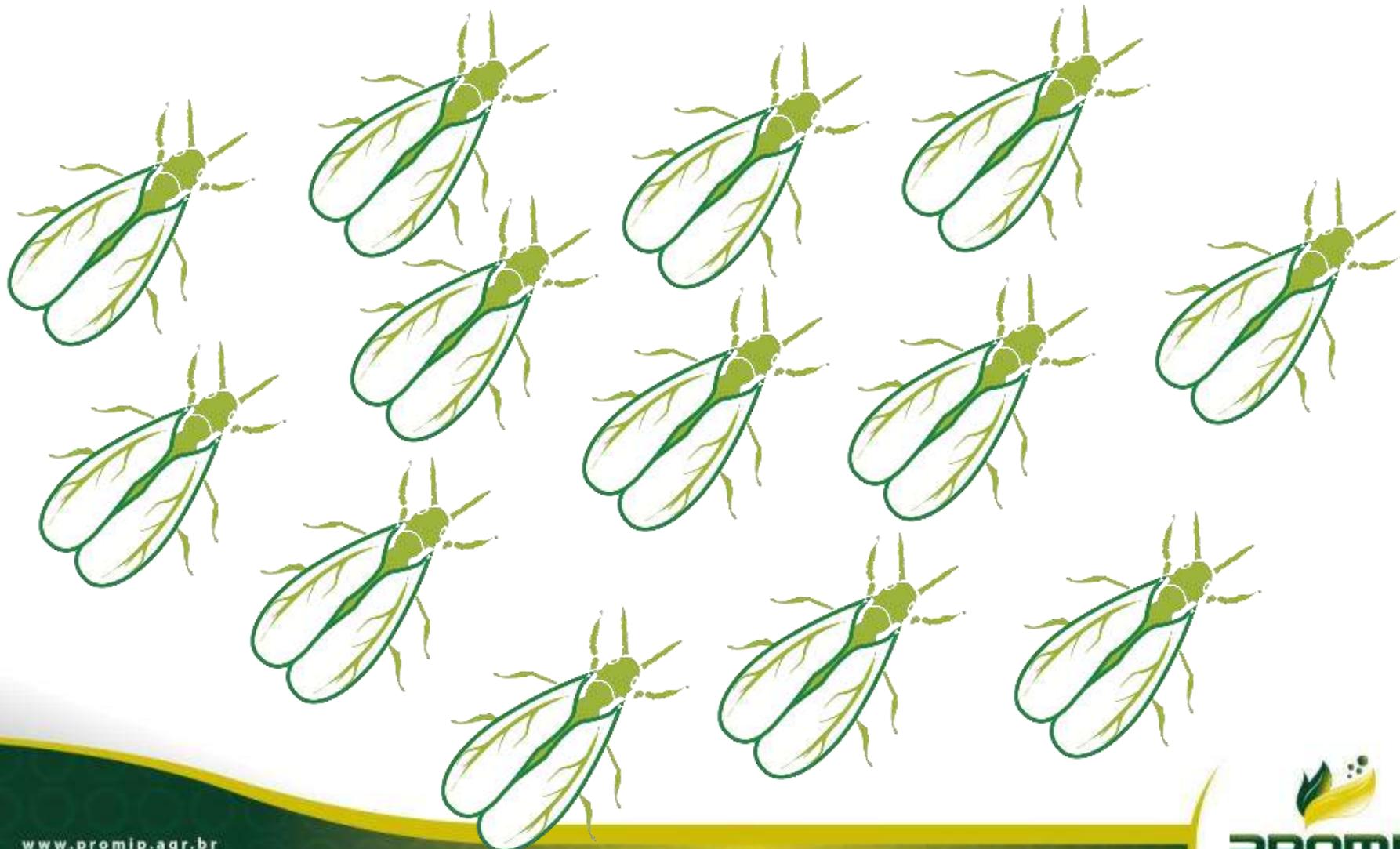
CUSTO ADAPTATIVO

(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 OPERACINAIS

- 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 | Diafentriurom | 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).

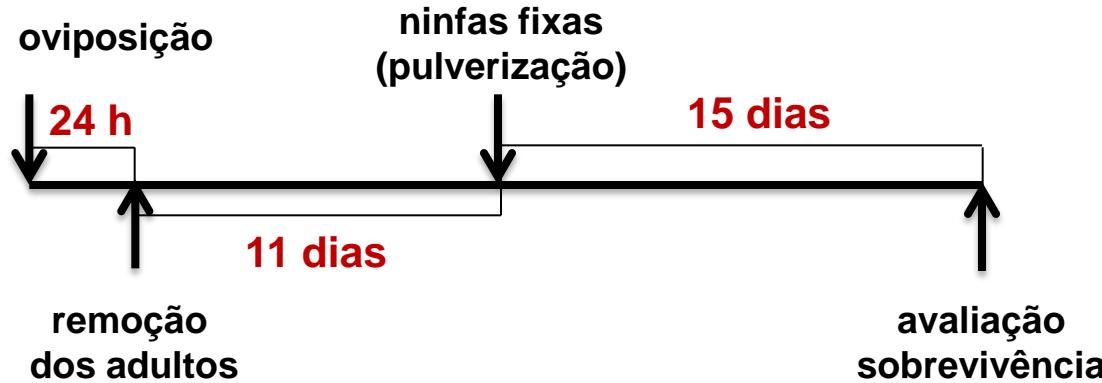
- ❖ **Aplicação: pulverizador manual**
Contato direto e residual
- ❖ **Plantas mantidas em laboratório**
 $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ URe 14 h fotofase
- ❖ **Avaliação mortalidade:**
- 15 dias após pulverização



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
 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ UR, 14 h fotofase
- ❖ Avaliação: 48 h após pulverização



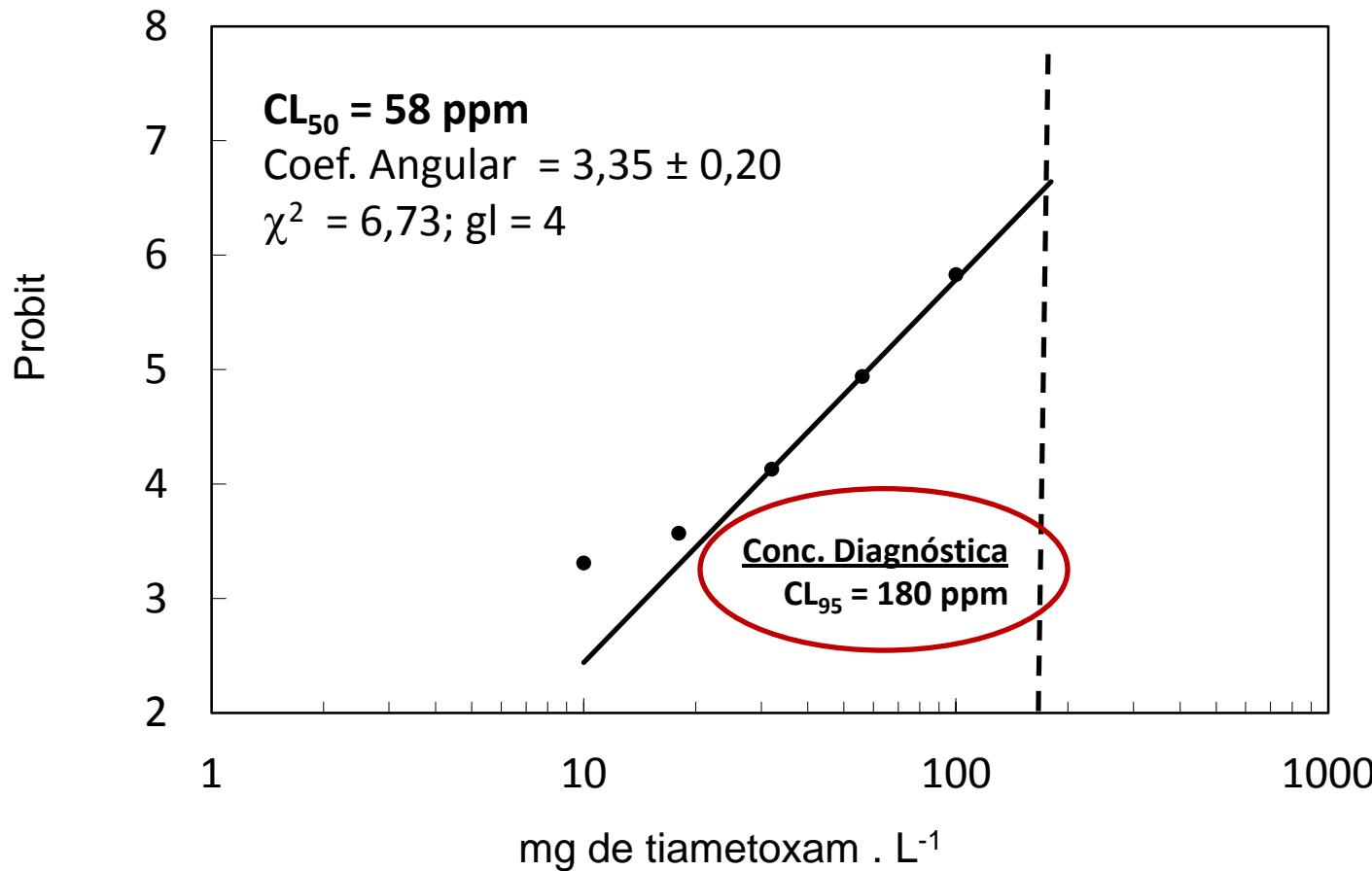
CARACTERIZAÇÃO

| 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



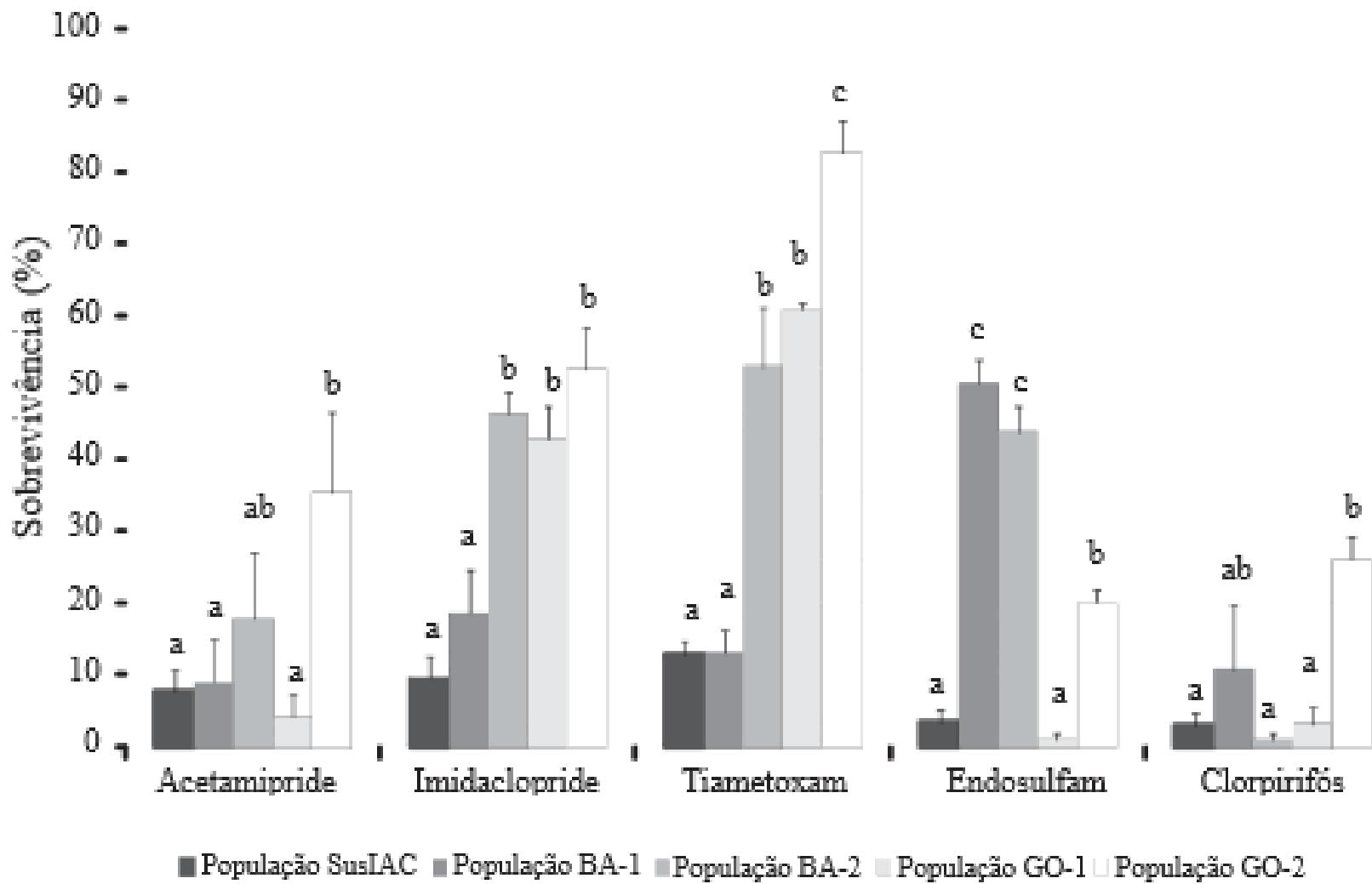
Curva de concentração-mortalidade de ninfas de *B. tabaci* ao tiametoxam.

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

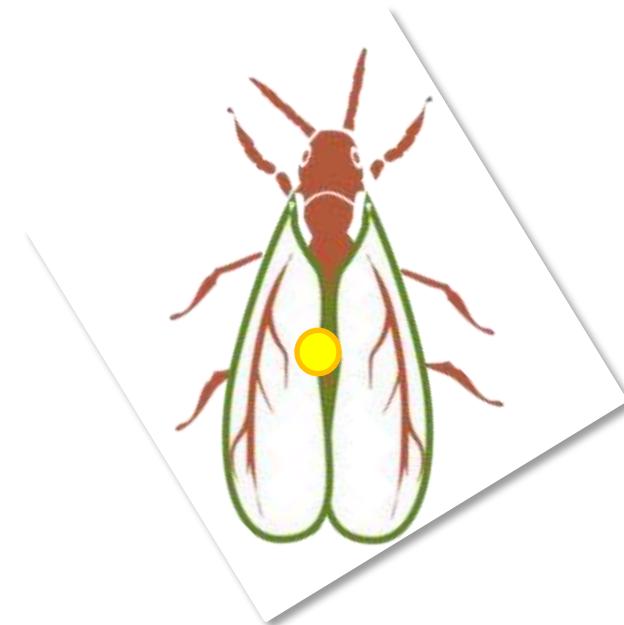


MANEJO POR ATAQUE MÚLTIPLA

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

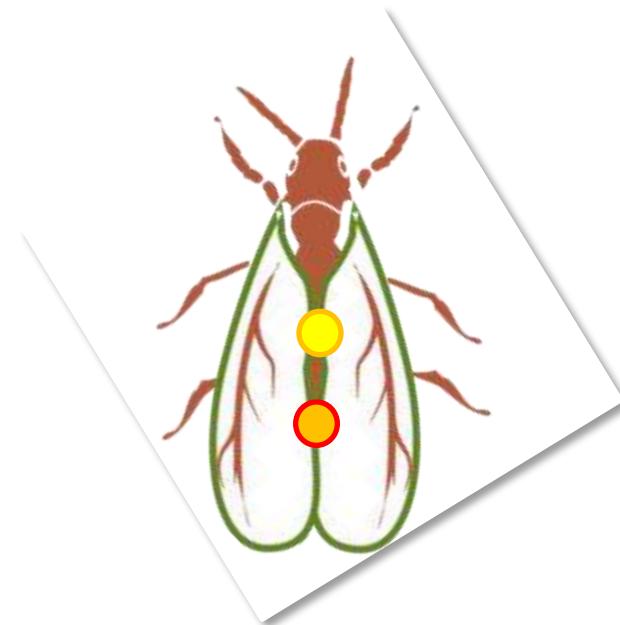


MANEJO POR ATAQUE MÚLTIPLA

RESISTÊNCIA MÚLTIPLA

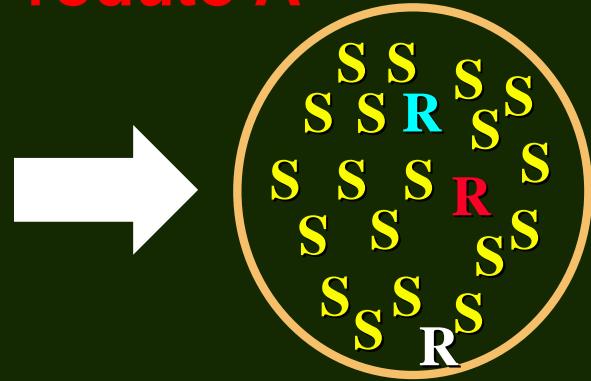
Pelo menos dois Mecanismo de Defesa confere Resistência a Dois ou mais Produtos Químicos (geralmente compostos relacionados)

- Deltametrina e Chlorfenapyr
- Acetamiprido e Piriproxifem



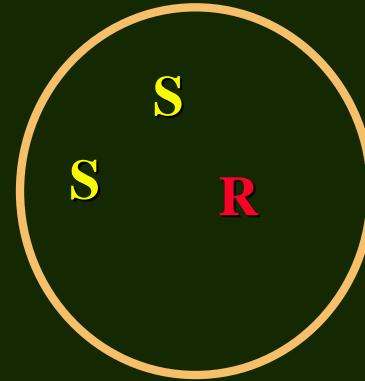
ROTAÇÃO

Produto A

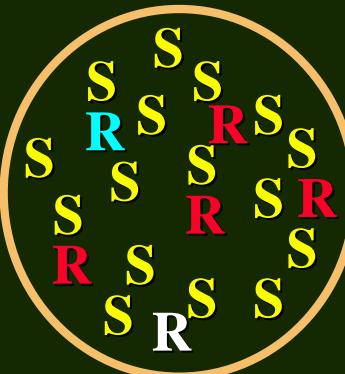


Após a

Aplicação

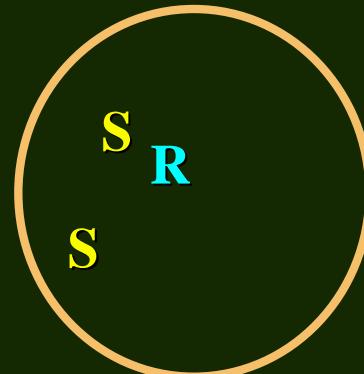


Produto B

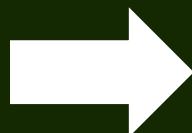


Após a

Aplicação

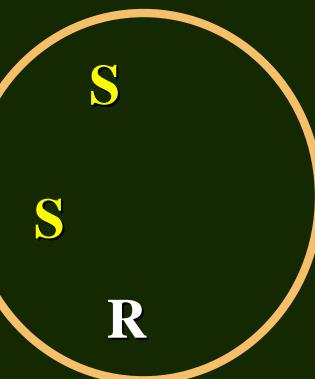


Produto C



Após a

Aplicação



ROTAÇÃO DE INSETICIDAS

Sítio de Ação Primário

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

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

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

| | | |
|---|-----------------------|---------------|
| Inibidores da formação de quitina | Buprofezina (16) | Buprofezina |
| Mínicos do hormônio juvenil | Piriproxifen (7C) | Piriproxifem |
| Inibidor da síntese de lipídeos | Cetoenol (23) | Spiromesifeno |
| Inibidor de ATP sintetase mitocondrial | Diadifenuron (12A) | Diadifenuron |
| Desacopladores da fosforilação oxidativa via disruptão do gradiente de próton H | Clorpenapir (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 |

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

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

| | | |
|---|-----------------------|---------------|
| Inibidores da formação de quitina | Buprofezina (16) | Buprofezina |
| Mínicos do hormônio juvenil | Piriproxifen (7C) | Piriproxifem |
| Inibidor da síntese de lipídeos | Cetoenol (23) | Spiromesifeno |
| Inibidor de ATP sintetase mitocondrial | Diadifenuron (12A) | Diadifenuron |
| Desacopladores da fosforilação oxidativa via disruptão do gradiente de próton H | Clorpenapir (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 Lambda-cicalotrina |
| | Éter difenílico | Etofenproxi |
| Inibidores da formação de quitina | Buprofezina (16) | Buprofezina |
| Mínicos do hormônio juvenil | Piriproxifen (7C) | Piriproxifem |
| Inibidor da síntese de lipídeos | Cetoenol (23) | Spiromesifeno |
| Inibidor de ATP sintetase mitocondrial | Diadifenuron (12A) | Diadifenuron |
| Desacopladores da fosforilação oxidativa via disruptão do gradiente de próton H | Clorpenapir (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 | | Beta-cinotrina |
| | | Clotianidina | | Beta-cipermetrina |
| | | Imidacloprido | | Deltametrina |
| | | Tiametoxam | | Esfenvalerato |
| | | Tiacloprido | | Fenpropatrina |
| Inibidores de acetilcolinesterase | Organofosforado (1B) | Éter difenílico | | Lambdacialotrina |
| | | Acefato | | Etofenproxi |
| | | Clorpirimofós | | |
| | | Dimetoato | | |
| | | Malationa | | |
| | | Metamidofós | | |
| | | Piridafentiona | | |
| | | Profenofós | | |
| | | Terbufós | | |
| | Carbamato (1A) | Carbofurano | Inibidores da formação de quitina | Buprofezina (16) |
| | | Carbosulfano | Mimicos do hormônio juvenil | Piriproxifen (7C) |
| | | | Inibidor da síntese de lipídeos | Cetoenol (23) |
| | | | Inibidor de ATP sintetase mitocondrial | Diafentiurom (12A) |
| | | | Desacopladores da fosforilação oxidativa via disruptão do gradiente de próton H | Clorpenapir (13) |
| | | | Bloqueadores seletivos da alimentação | Pirimidina azometina |
| | | | Composto com modo de ação desconhecido ou incerto | Pimetrozina |
| | | | | Azadiractina |

ROTAÇÃO DE INSETICIDAS

Sítio de Ação Primário

| | | | | | | | | | |
|---|----------------------|----------------|--|--------------------------------|--|-------------------|--|------------|--|
| Agonistas de receptores nicotínicos da acetilcolina | Neonicotinóide (4A) | Acetamiprido | | Moduladores de canais de sódio | | Piretróides (3A) | | Bifentrina | |
| | | Clotianidina | | | | Beta-ciflutrina | | | |
| | | Imidacloprido | | | | Beta-cipermetrina | | | |
| | | Tiametoxam | | | | Deltametrina | | | |
| | | Tiacloprido | | | | Esfenvalerato | | | |
| | | | | | | Fenpropatrina | | | |
| Inibidores de acetilcolinesterase | Organofosforado (1B) | Acefato | | | | | | | |
| | | Clorpirifós | | | | | | | |
| | | Dimetoato | | | | | | | |
| | | Malationa | | | | | | | |
| | | Metamidofós | | | | | | | |
| | | Piridafentiona | | | | | | | |
| | | Profenofós | | | | | | | |
| | | Terbufós | | | | | | | |
| | Carbamato (1A) | Carbofurano | | | | | | | |
| | | Carbosulfano | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |



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



www.promip.agr.br

