XXVII Congresso Brasileiro
X Congresso Latino-Americano
Entomologia
Saúde, Ambiente e Agricultura

02 a 06 de setembro de 2018
Expogramado, Gramado/RS

Minicurso

Manejo da resistência de insetos a inseticidas e plantas Bt

Oderlei Bernardi - UFSM
Daniela M. Okuma - Presidente IRAC-BR; Bayer
Renato J. Horikoshi - Bayer
Oscar A. B. N. e Silva - Corteva

IRAC
Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas
Brasil

Roteiro do minicurso

- **O processo de evolução da resistência**
  Oderlei Bernardi (UFSM)
- **Fatores que afetam a evolução da resistência**
  Renato J. Horikoshi (Bayer)
- **Manejo da resistência de insetos a inseticidas**
  Daniela M. Okuma (Presidente IRAC-BR; Bayer)
- **Manejo da resistência de insetos a inseticidas**
  Oscar A. B. N. e Silva (Corteva)

XXVII Congresso Brasileiro
X Congresso Latino-Americano
Entomologia
Saúde, Ambiente e Agricultura

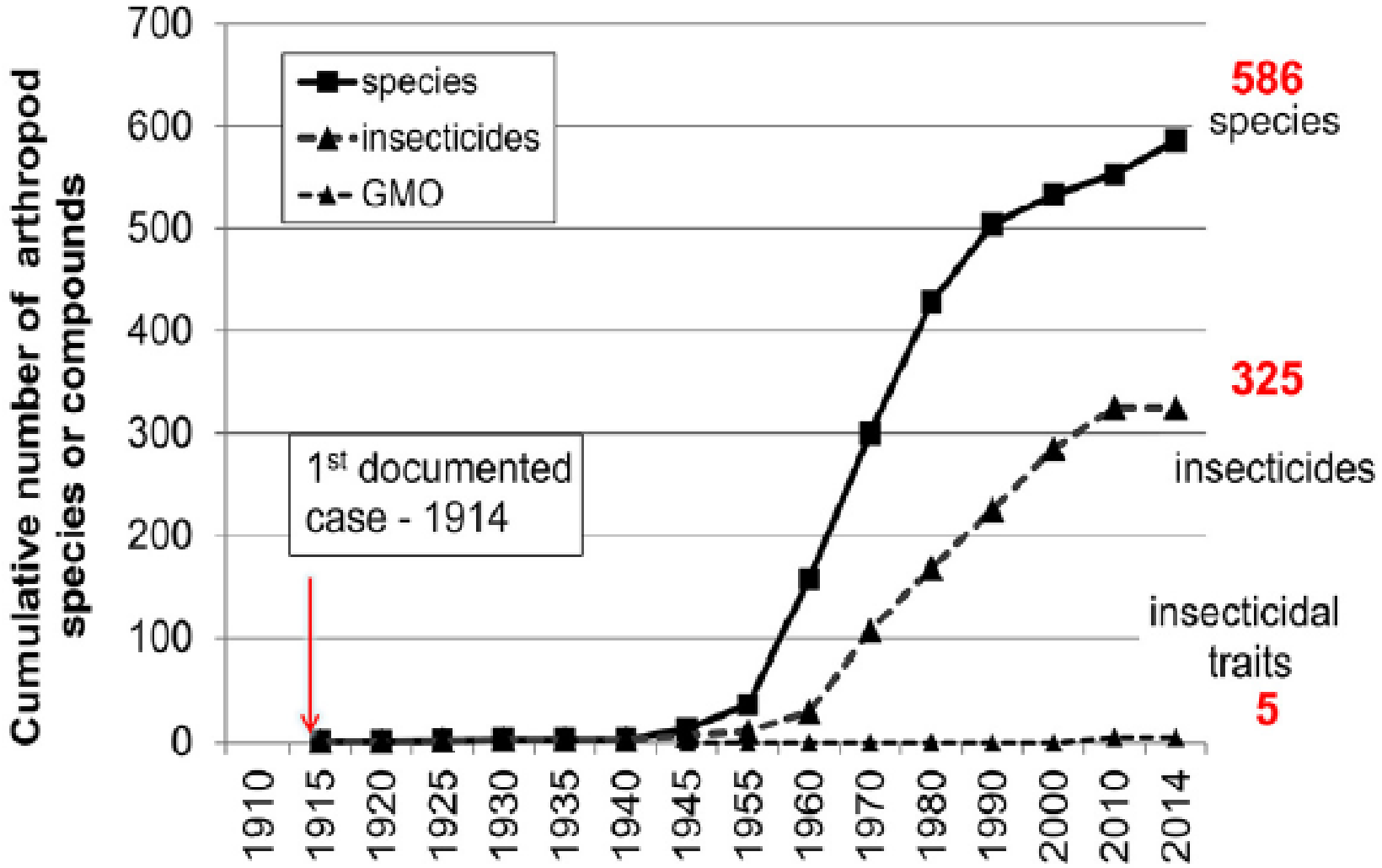
02 a 06 de setembro de 2018
Expogramado, Gramado/RS

O processo de evolução da resistência de insetos

Oderlei Bernardi
Departamento de Defesa Fitossanitária/UFSM
E-mail: oderleibernardi@yahoo.com.br

IRAC
Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas
Brasil

Magnitude do problema da resistência



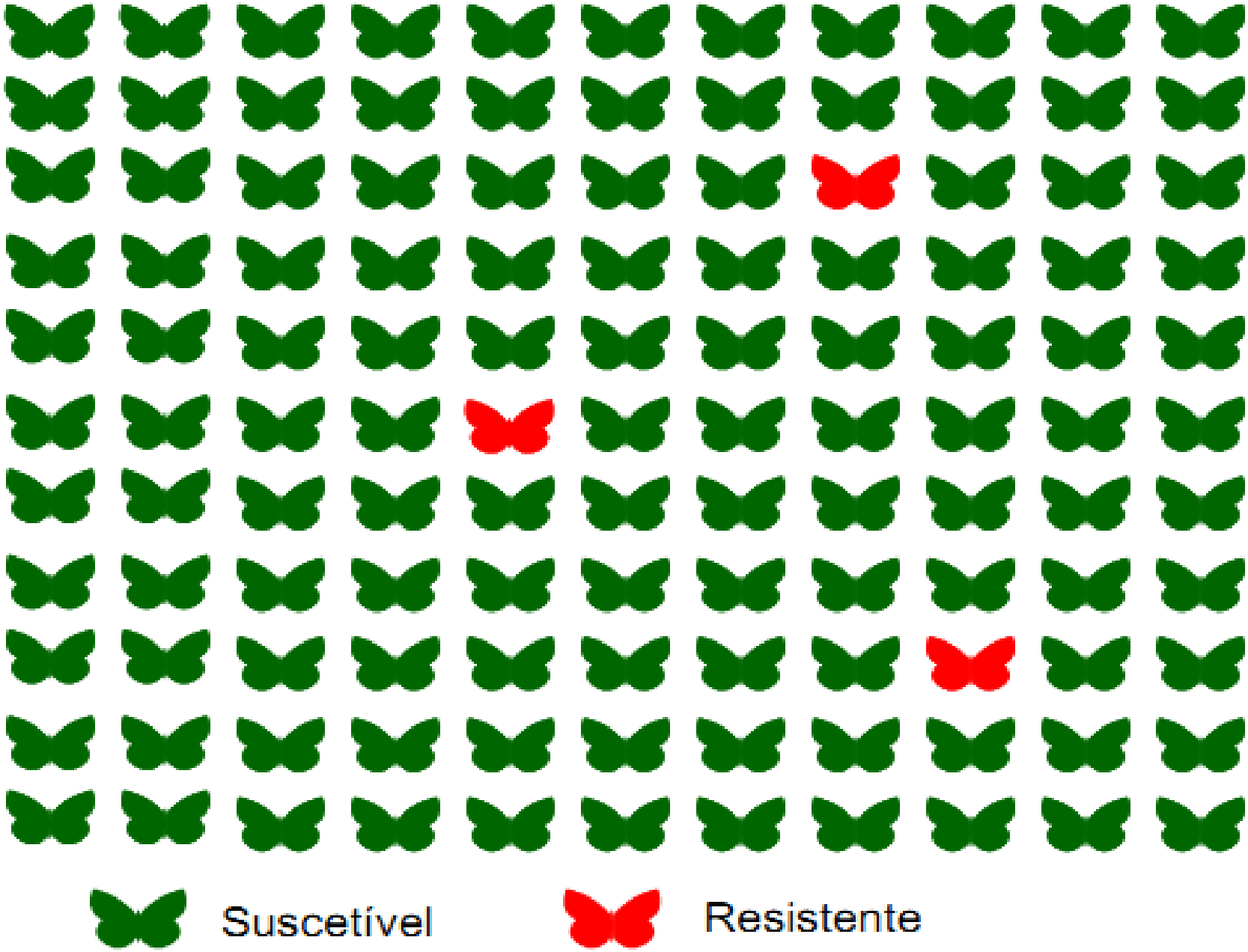
Sparks & Nauen, 2014

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

- **População em equilíbrio:** em populações de tamanho infinito onde o acasalamento ocorre ao acaso e não há forças evolucionárias (ausência de mutação, migração e seleção), as **frequências gênicas** são mantidas **constantes** geração após geração (Teorema de Hardy-Weinberg) **($p^2 + 2pq + q^2 = 1$)**

- **Evolução:** **mudança temporal** na proporção de **indivíduos geneticamente diferentes** em uma ou mais características (Futuyma, 1998)

Presença de variabilidade genética...



ORIGEM E MANUTENÇÃO DE VARIABILIDADE GENÉTICA

- **Seleção**
- **Fluxo gênico (migração)**
- **Deriva genética**
- **Mutação**

Mutação – origem dos resistentes

MUTAÇÃO – qualquer modificação brusca de genes ou de cromossomas, podendo provocar uma variação hereditária ou uma mudança no fenótipo.

Mutação somática – ocorre durante a replicação do DNA que precede uma divisão mitótica. **Não são transmitidas à descendência.**

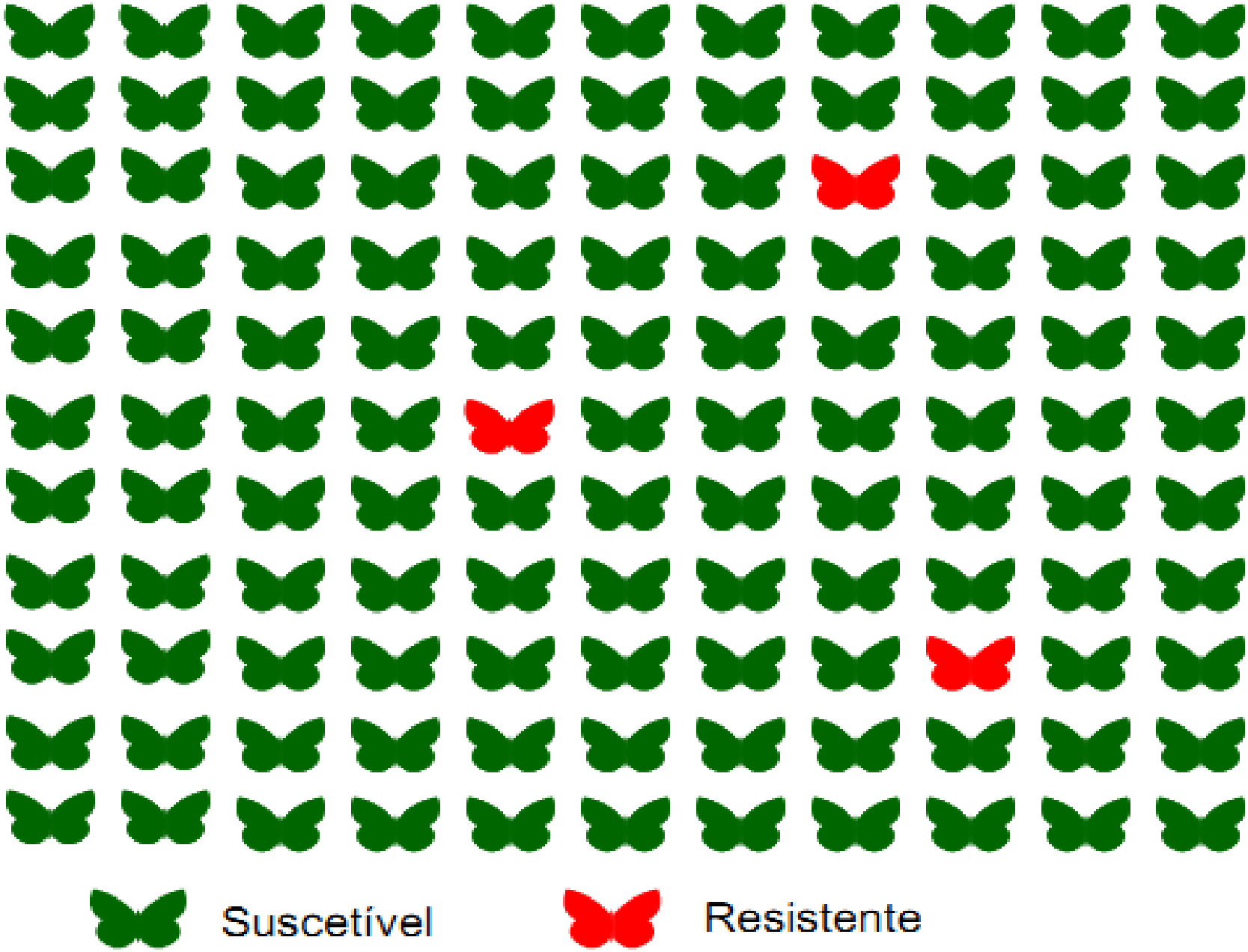
Mutação nas células germinativas – ocorre durante a replicação do DNA que precede a meiose. A **mutação afeta os gametas** e todas as células que deles descendem após a fecundação – **é transmitida à descendência.**

TIPOS

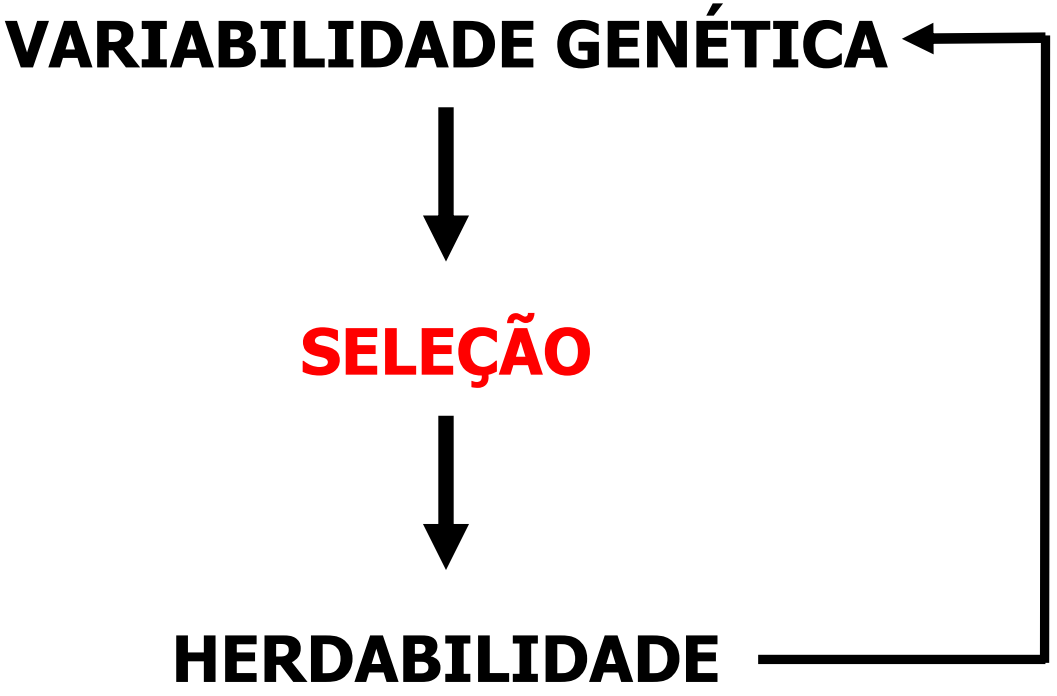
Mutações espontâneas (aleatórias): podem ocorrer em qualquer gene e em qualquer local do gene. Erros na replicação do DNA motivados pela DNA polimerase. Erros na meiose ou mitose.

Mutações induzidas: substâncias químicas ou radiações que aumentam a probabilidade de ocorrência de mutações.

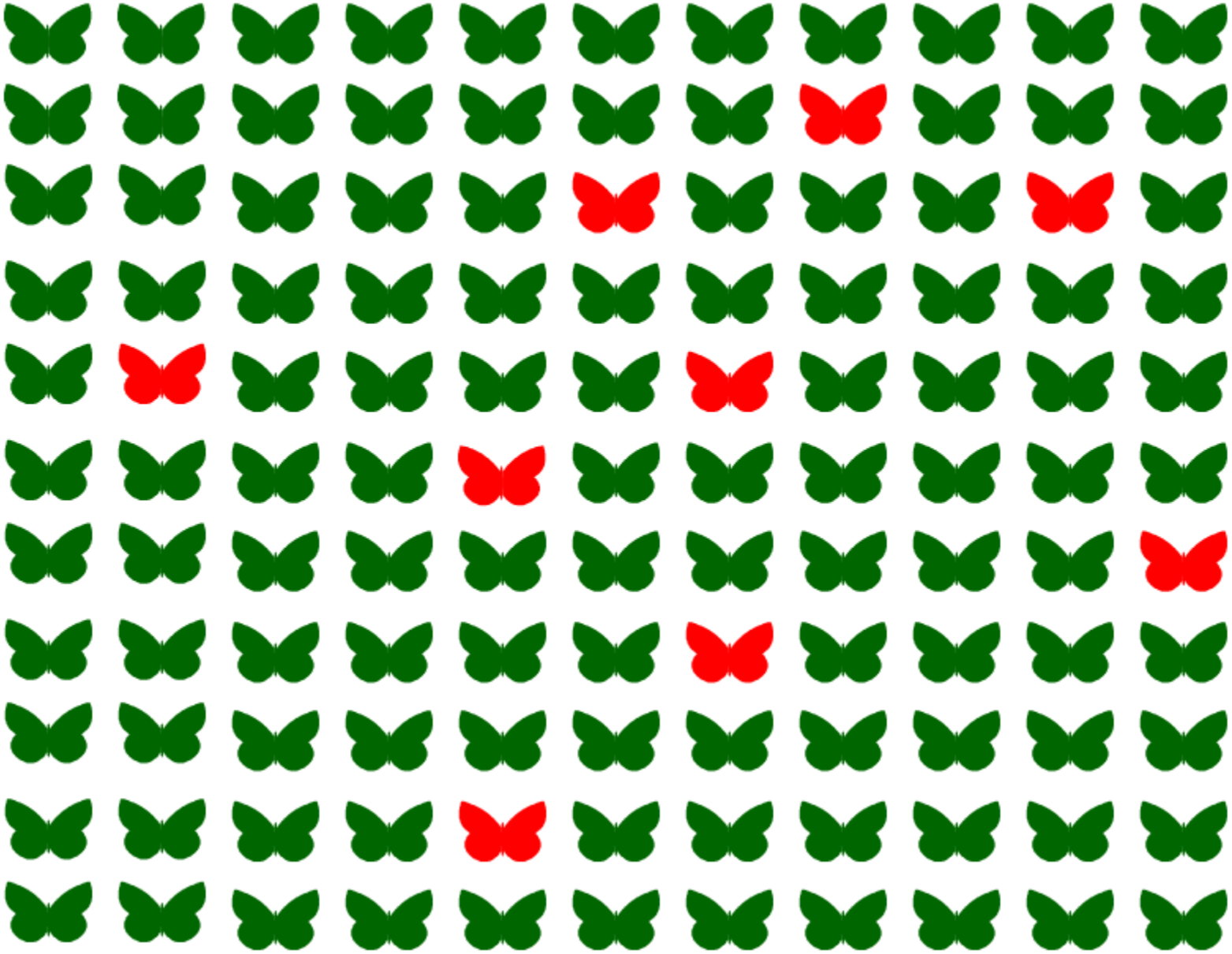
Presença de variabilidade genética...



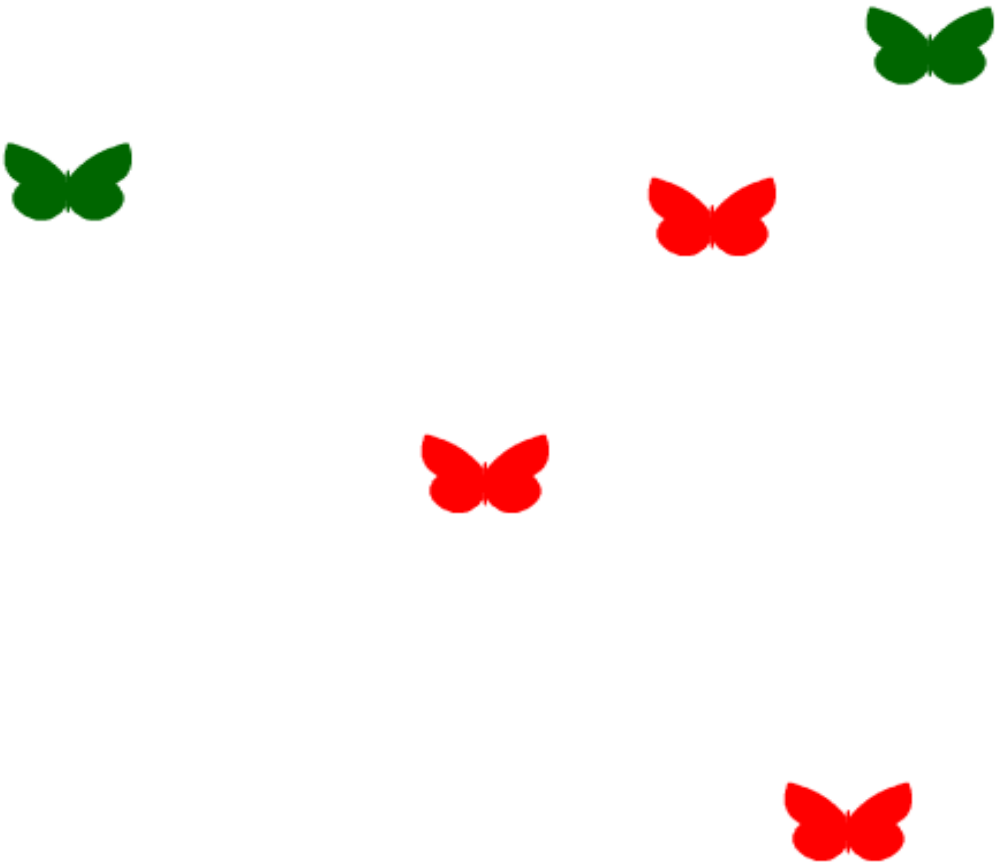
EVOLUÇÃO DA RESISTÊNCIA



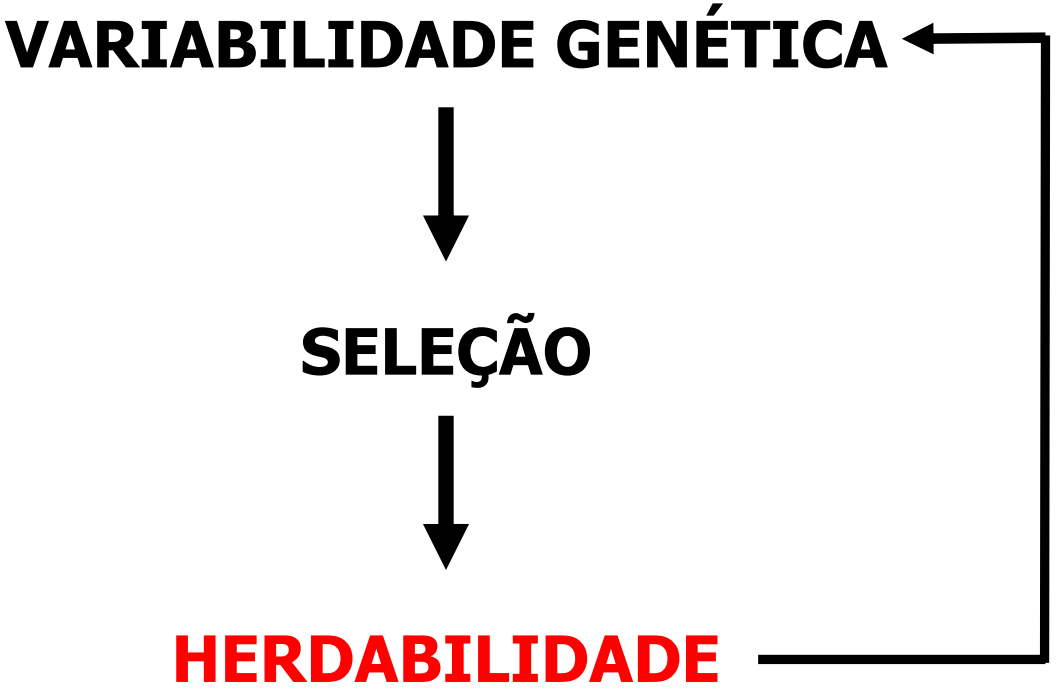
Seleção...



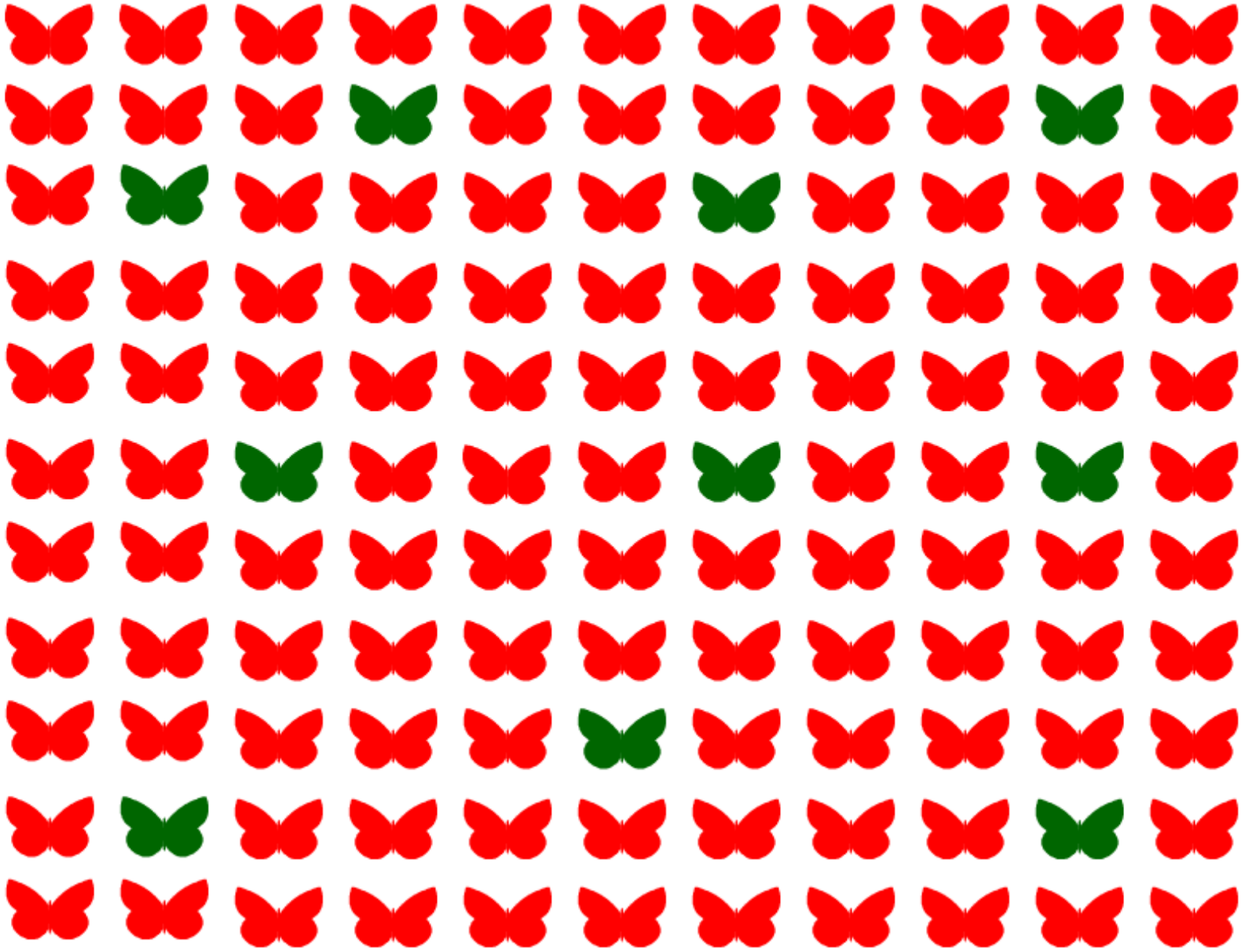
Após seleção...



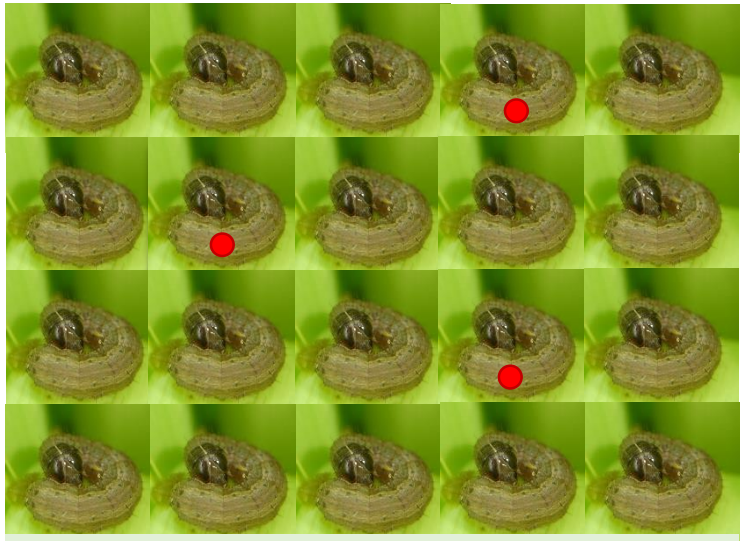
EVOLUÇÃO DA RESISTÊNCIA



Após vários ciclos de seleção...

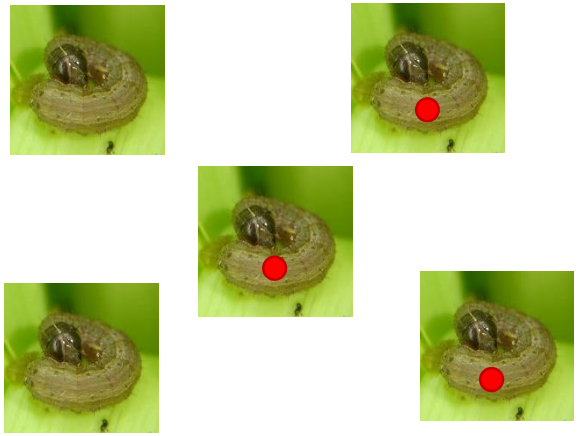


O processo de evolução da resistência

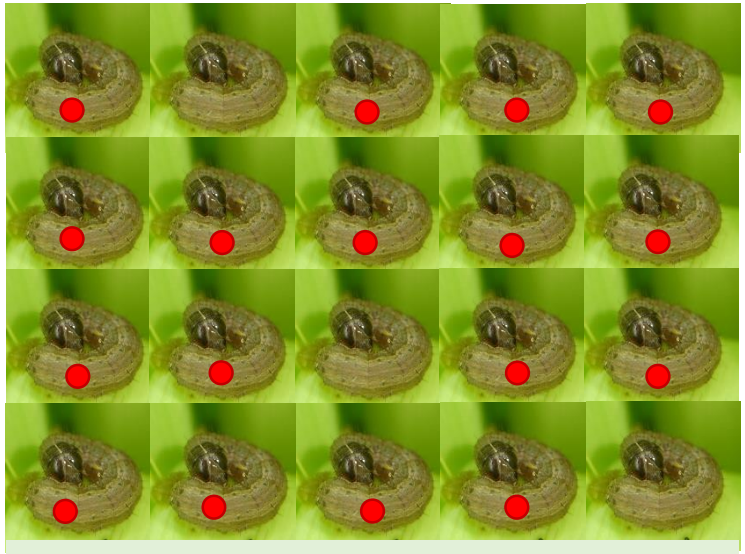


No início do processo de seleção predominam os suscetíveis

Pressão de seleção



Pressão de seleção



Após várias gerações aumento na frequência de resistentes

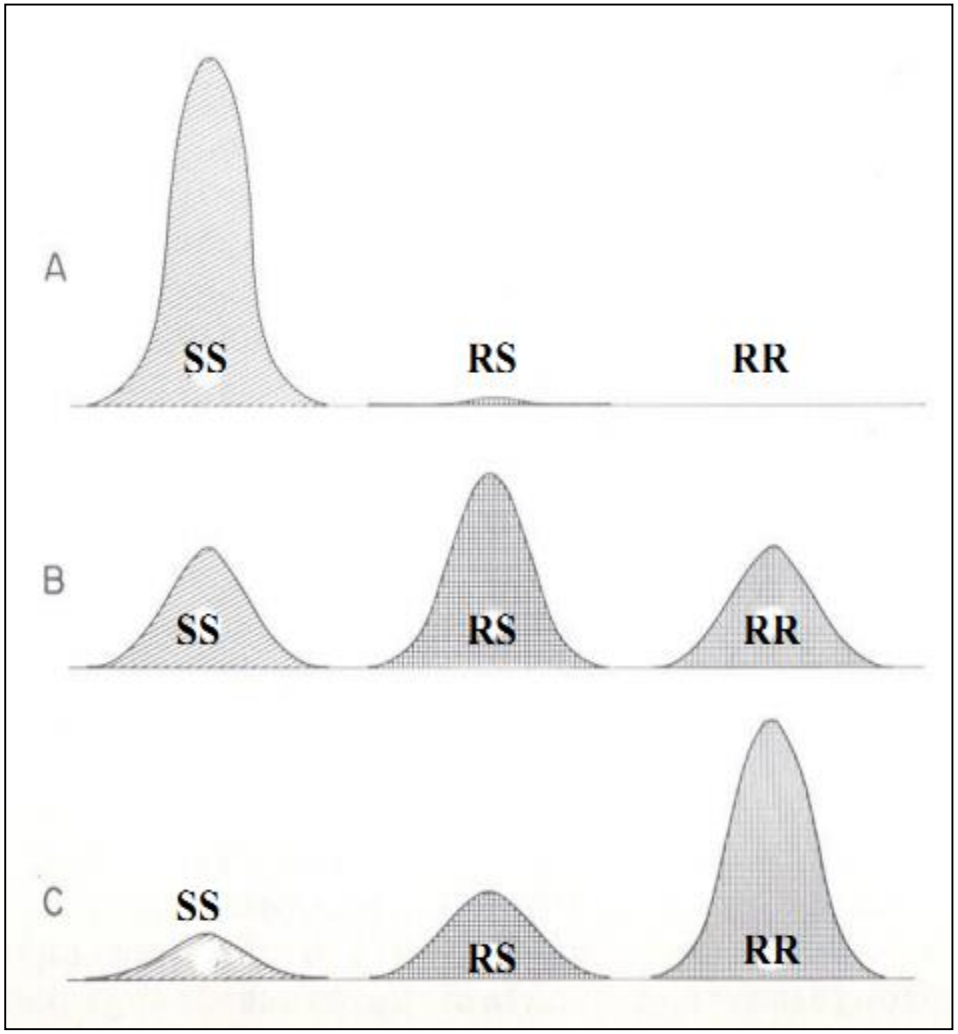
Aplicação constante do mesmo agente de controle

Suscetível

Resistente

Presença de variabilidade genética

Evolução da resistência



A aplicação constante de um mesmo agente de controle leva ao aumento da frequência relativa de alguns indivíduos "pré-adaptados" presentes em uma população. (Seleção Darwiniana)

Georghiou, 1983

Conceito de resistência

Insecticide Resistance Action Committee (IRAC), 2012

Mudança hereditária na suscetibilidade de uma população da praga que se reflete na **falha repetida** de um produto **em atingir o nível de controle esperado**, quando utilizado de acordo com a recomendação do rótulo ou bula para determinada espécie-praga.

Resistência

- É um exemplo de evolução
- Característica pré-adaptativa
- Termo intraespecífico
- Uma característica do indivíduo

Anticarsia gemmatalis

Anticarsia gemmatalis

Resistência – Característica pré-adaptativa

Update TRENDS in Genetics Vol.23 No.1

Full text provided by www.sciencedirect.com
ScienceDirect

Research Focus

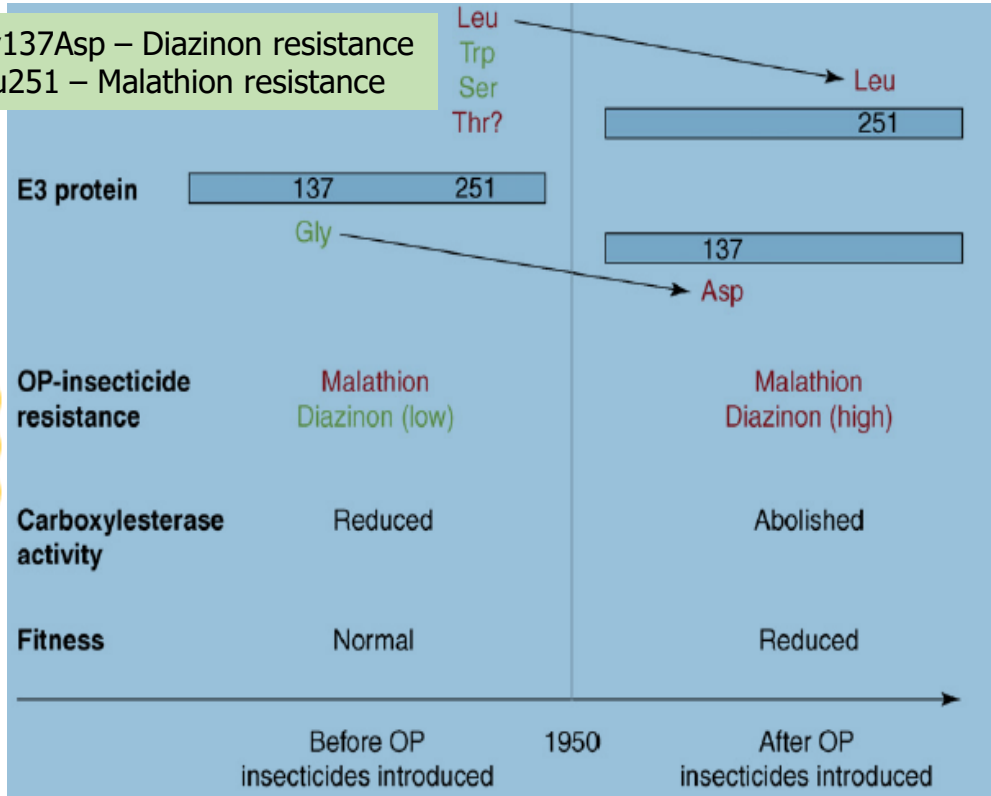
Which came first: insecticides or resistance?

Richard H. ffrench-Constant

Centre for Ecology and Conservation, School of Bioscienc
9EZ, UK

Mutations that confer resistance to insecticides are well documented. However, so far, we have been unable to determine whether these mutations arose before or after the introduction of insecticides. Recently, a landmark study showed that resistance to Malathion can be detected in pinned specimens of Australian sheep blowflies that were collected before the introduction of the insecticide. This finding has numerous implications for our understanding of the prevalence of resistance to new compounds. It also indicates that pre-existing resistance alleles might not carry the fitness cost that is associated

Gly137Asp – Diazinon resistance
Leu251 – Malathion resistance



Resistência – Característica pré-adaptativa

PNAS

Amplification of DNA from preserved specimens shows blowflies were preadapted for the rapid evolution of insecticide resistance

C. J. Hartley*†, R. D. Newcomb‡, R. J. Russell*, C. G. Yong‡, J. R. Stevens§, D. K. Yeates*, J. La Salle*, and J. G. Oakeshott*

*Division of Entomology, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), P.O. Box 1700, Canberra, ACT 2601, Australia; ‡Horticulture and Food Research Institute of New Zealand, Private Bag 92169, Auckland, New Zealand; and §School of Biosciences, University of Exeter, Prince of Wales Road, Exeter EX4 4PS, United Kingdom

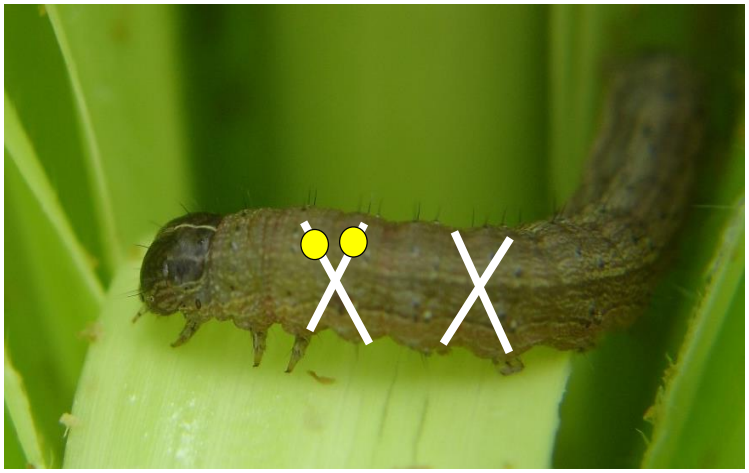
Edited by May R. Berenbaum, University of Illinois at Urbana–Champaign, Urbana, IL, and approved March 31, 2006 (received for review November 6, 2005)

Mutations of esterase 3 confer two forms of organophosphate resistance on contemporary Australasian *Lucilia cuprina*. One form, called diazinon resistance, is slightly more effective against commonly used insecticides and is now more prevalent than the other form, called malathion resistance. We report here that the single amino acid replacement associated with diazinon resistance and two replacements associated with malathion resistance also occur in esterase 3 in the sibling species *Lucilia sericata*, suggesting convergent evolution around a finite set of resistance options. We also find parallels between the species in the geographic distributions of the polymorphisms: In both cases, the diazinon-resistance change is absent or rare outside Australasia where insecticide pressure is lower, whereas the changes associated with malathion

resistance locus in pinned specimens dating back >75 years, to well before the first use of the insecticides.

The sibling species *Lucilia cuprina* and *Lucilia sericata* have become primary ectoparasites of sheep in many farming systems around the world (5). Their distributions overlap significantly, although *L. cuprina* predominates in warm temperate or subtropical climates and *L. sericata* is more abundant in cool temperate regions. Some of their spread has been relatively recent; *L. cuprina* is likely to have reached Australia in the early nineteenth century, Hawaii around 1947, and New Zealand in the 1980s. Organophosphate (OP) insecticides were first used to control the two species in Australia in 1955, <5 years after their first use against any pests anywhere in the world (6).

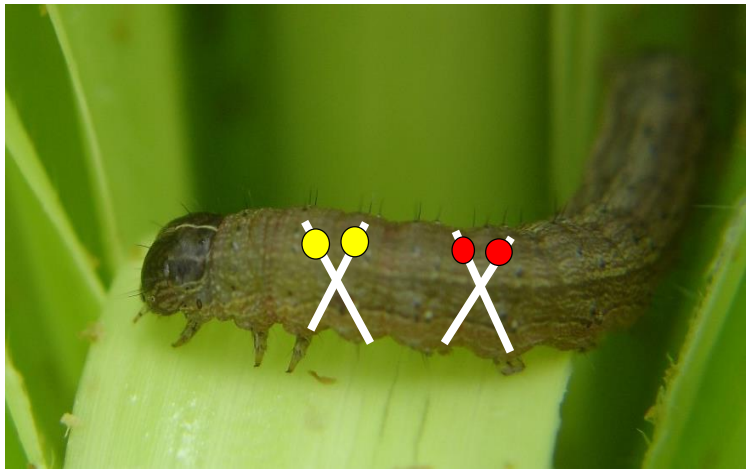
Tipos de resistência



Resistência cruzada

Um mecanismo de resistência confere resistência a diferentes produtos (compostos geralmente relacionados).

Ex.: **deltametrina** **e** **permetrina**



Resistência múltipla

Resistência a diferentes produtos é conferida por diferentes mecanismos de defesa coexistentes (compostos geralmente não relacionados).

Ex.: **deltametrina** **e** **lufenuron**

Tolerância

- Habilidade natural de um organismo em tolerar um determinado produto químico

- Alteração temporária na suscetibilidade de um organismo a um determinado produto químico

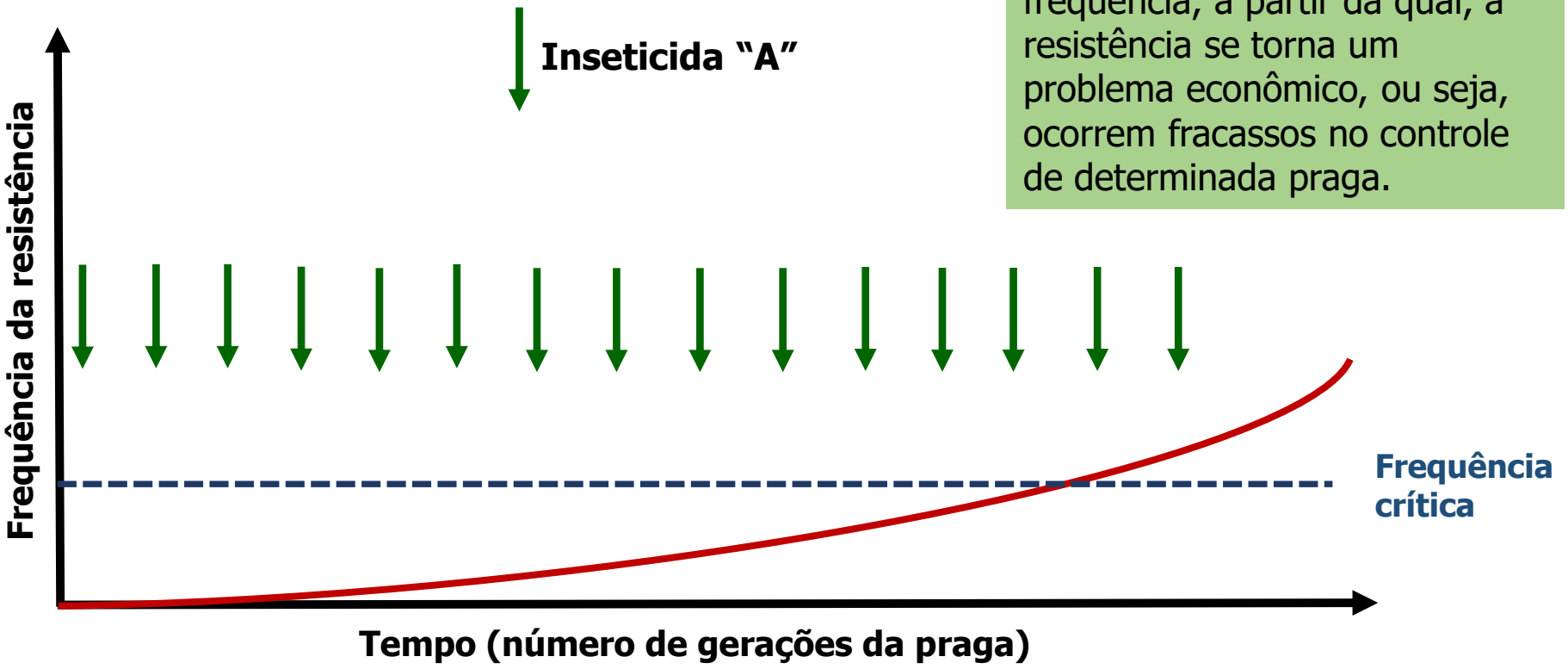
- Termo interespecífico

Anticarsia gemmatalis

Chrysodeixis includens

Resistência: um problema econômico

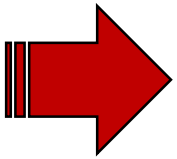
Frequência crítica: é a frequência, a partir da qual, a resistência se torna um problema econômico, ou seja, ocorrem fracassos no controle de determinada praga.



Conceito operacional de resistência: Quando a frequência de indivíduos resistentes é alta o suficiente para causar danos inaceitáveis à cultura. Assim, a resistência definida operacionalmente é uma característica de uma população e pode se manifestar como uma falha de controle (Fitt et al., 2006).

Consequências da evolução da resistência

- **Uso mais frequente de inseticidas**
- **Uso de doses acima do recomendado na bula ou rótulo do inseticida**
- **Uso de misturas inadequadas de inseticidas**
- **Troca de inseticida, normalmente, por um mais tóxico**



COMPROMETIMENTO DO MIP

- Maior contaminação do meio ambiente
- Eliminação de organismos benéficos
- Elevação nos custos de controle de pragas

"O desempenho de um produto aplicado não foi satisfatório no controle de uma determinada praga".

Trata-se de um caso de resistência?

Possíveis explicações para o insucesso no controle

- Qualidade da aplicação
- Produto (formulação e dosagem)
- Densidade populacional da praga
- Condições climáticas
- **Resistência**

XXVII Congresso Brasileiro
X Congresso Latino-Americano
Entomologia
Saúde, Ambiente e Agricultura

02 a 06 de setembro de 2018
Expogramado, Gramado/RS

Obrigado pela atenção!

IRAC
Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas
Brasil