

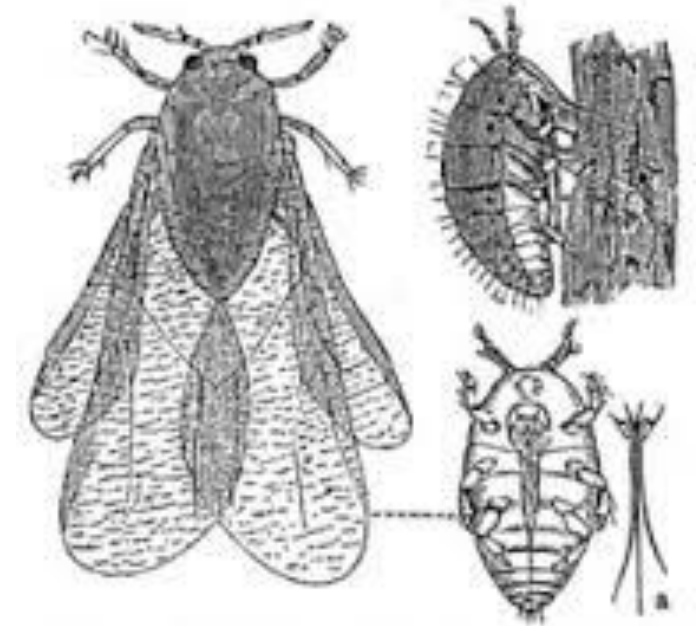


Mecanismo de Resistência de Plantas a Insetos

Prof. Dr. Jader Braga Maia

Histórico do Uso de Plantas Resistentes

- Os estudos - resistência de plantas a insetos - séc. XIX - 1890
 - França - conseguiu controlar *Daktulosphaira vitifoliae* (*Phylloxera vitifolia*) com o uso do porta-enxertos resistentes (Americano).
- Destruiu - 1.200.000 hectares de videira.
- A partir desta data, intensificaram-se os estudos sobre esse tema.



Enxerto

Porta-enxerto



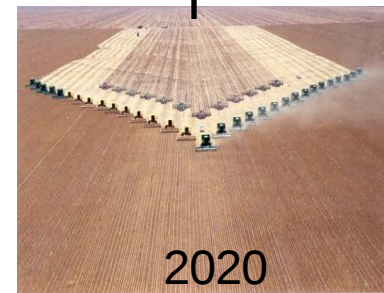
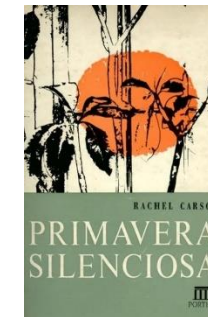
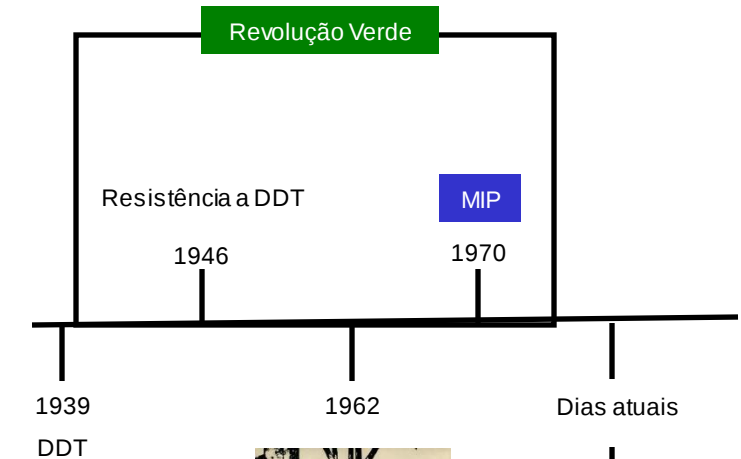
Histórico do Uso de Plantas Resistentes

Métodos de Controle de Pragas Agrícolas
Agronomia – Controle de Pragas
Prof. Jader Braga Maia

- **Estados Unidos – Década 40:**
 - 3 cultivares de trigo - resistentes à mosca de Hesse – *Mayetiola destructor*.
 - Cultivares de alfafa resistente ao pulgão *Therioaphis maculata*.

- Entretanto – surgimento - inseticidas organoclorados – déc. 40 a 60
 - evolução dos estudos em RPI, foi prejudicada devido à expansão da agricultura convencional (Revolução Verde).

- Porém - uso indiscriminado - agrotóxicos – e os vários problemas causados - MIP - voltaram a falar da Resistência de Plantas a Insetos.



- No Brasil
- Década de 70 – Pesquisa – Seção de Entomologia Fitotécnica do IAC ;
- Embrapa, Universidades (UFLA, UFV, ESALQ, etc.).
- Milho Bt – 2008/2009

➤ No Brasil

➤ A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Brasília, DF) - 2016

Atendimento ao Cidadão | Mapa do Site | Acessibilidade | Contraste | Português | English

Embrapa Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

YouTube Twitter Facebook Google+ **buscar**

O que fazemos ▾ | A Embrapa ▾ | Notícias | Bibliotecas | Multimídia ▾ | Sala de imprensa | Acesso à Informação | Navegue por Públicos ▾

Portal Embrapa / Notícias / Busca de Notícias / Metodologia inédita para controlar a mosca branca resulta em depósito de patente pela Embrapa

Notícias

29/06/16 | Biotecnologia e biossegurança

Metodologia inédita para controlar a mosca branca resulta em depósito de patente pela Embrapa

 Tweet  Compartilhar 1,4 mil  

Foto: Cláudio Azevedo (Embrapa Mandioca e Fruticultura)



Cientistas produziram plantas de alface resistentes a esse inseto a partir da tecnologia de RNA interferente. Objetivo daqui para frente é testar a técnica em outras plantas, como soja e tomate.

A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Brasília, DF) depositou no dia 7 de junho de 2016 pedido de patente para uma nova metodologia de

Conteúdo relacionado

Notícias

[Ver mais](#)

[Dia de Campo na TV - Manejo da mosca-branca](#)

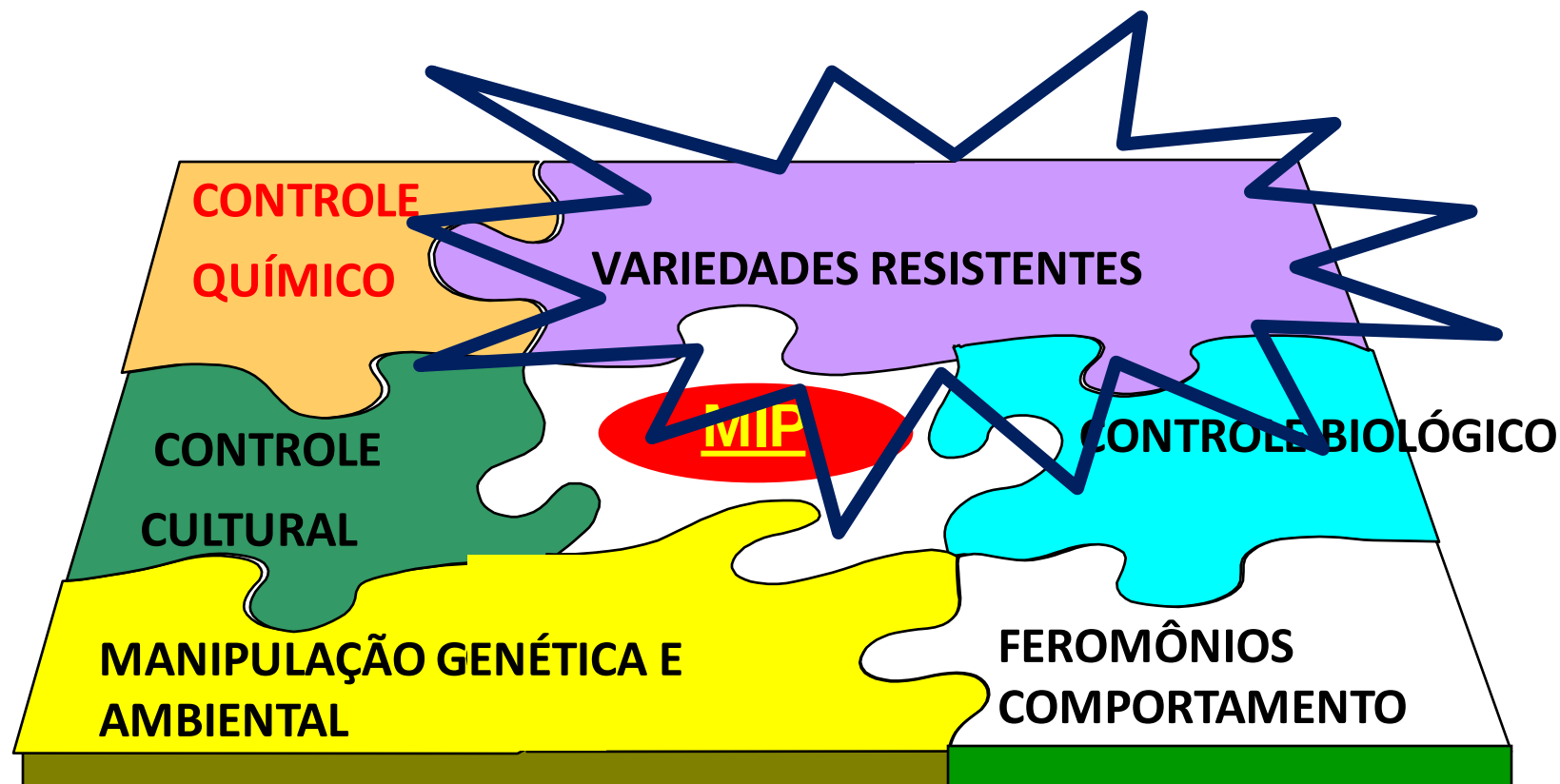
[Pesquisa monitora mosca-branca e viroses em tomateiro](#)

[Prosa Rural - Mosca branca: desafio de controlar uma praga](#)

Uso de Plantas Resistentes no MIP

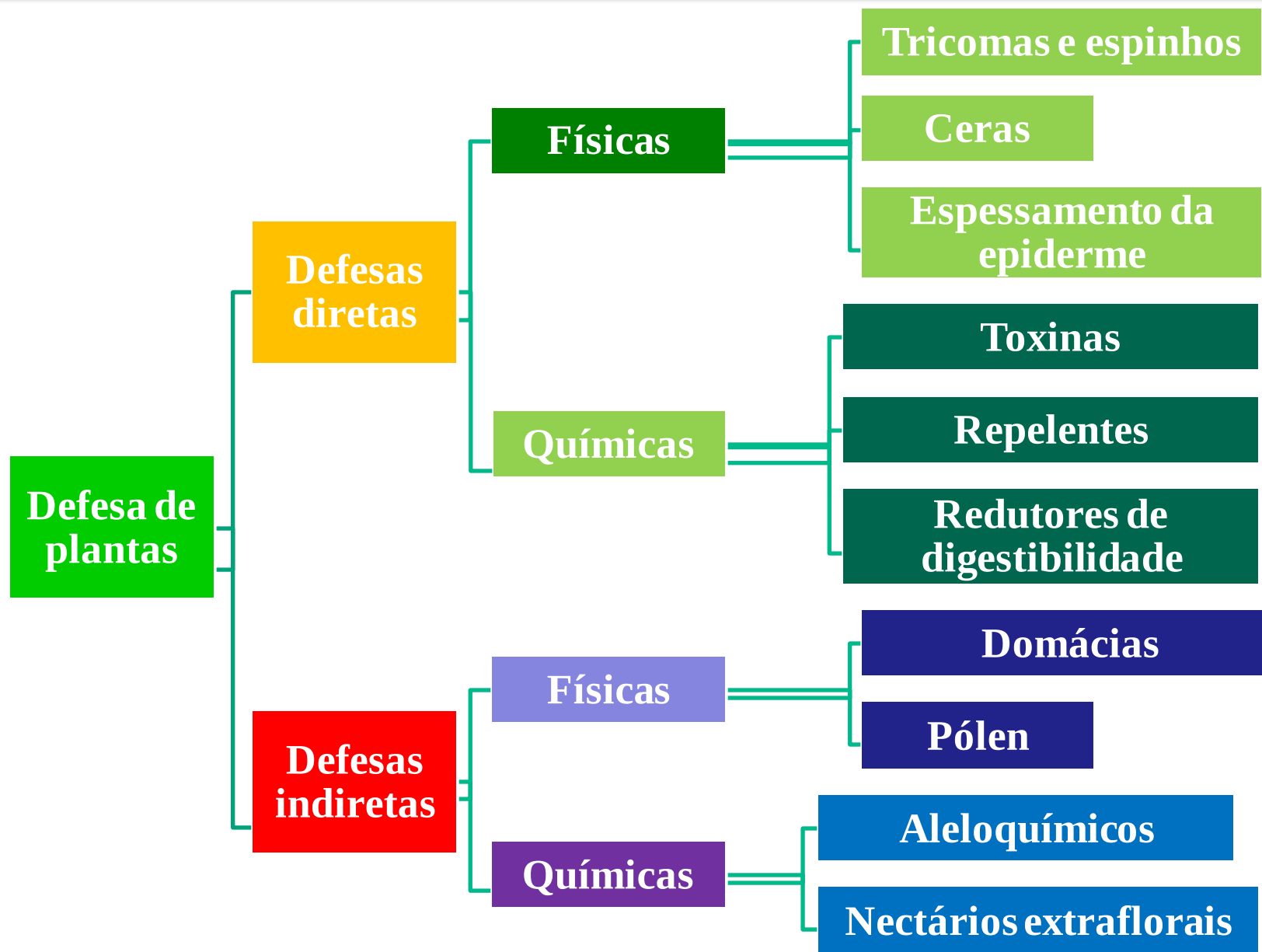
Métodos de Controle de Pragas Agrícolas
Agronomia – Controle de Pragas
Prof. Jader Braga Maia

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS TÁTICAS DE PROTEÇÃO



(Painter, 1968 apud Bueno, 2006) define a resistência de plantas a insetos como a soma relativa de qualidades hereditárias possuídas pela planta a qual influencia o resultado do grau de dano que o inseto causa.

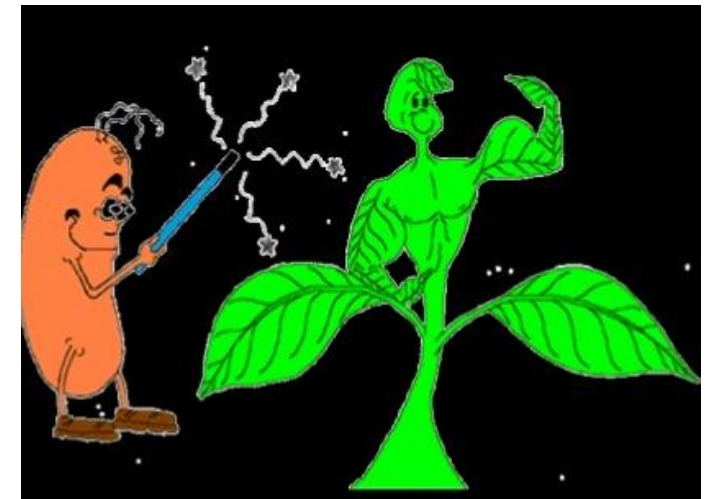
Mecanismos de Resistência



DEFINIÇÃO DE PLANTA RESISTENTE



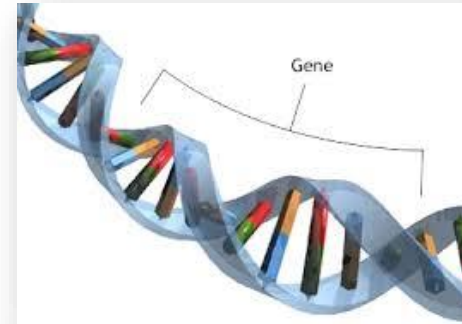
- É aquela que devido à sua constituição genotípica, é menos danificada que uma outra, em igualdade de condições (Rossetto, 1973).



Características da resistência

A resistência é:

- ✓ Hereditária
- ✓ Relativa
- ✓ Específica
- ✓ Influenciada por condições ambientais



A resistência é relativa

Havendo sempre necessidade de comparação com outros cultivares.

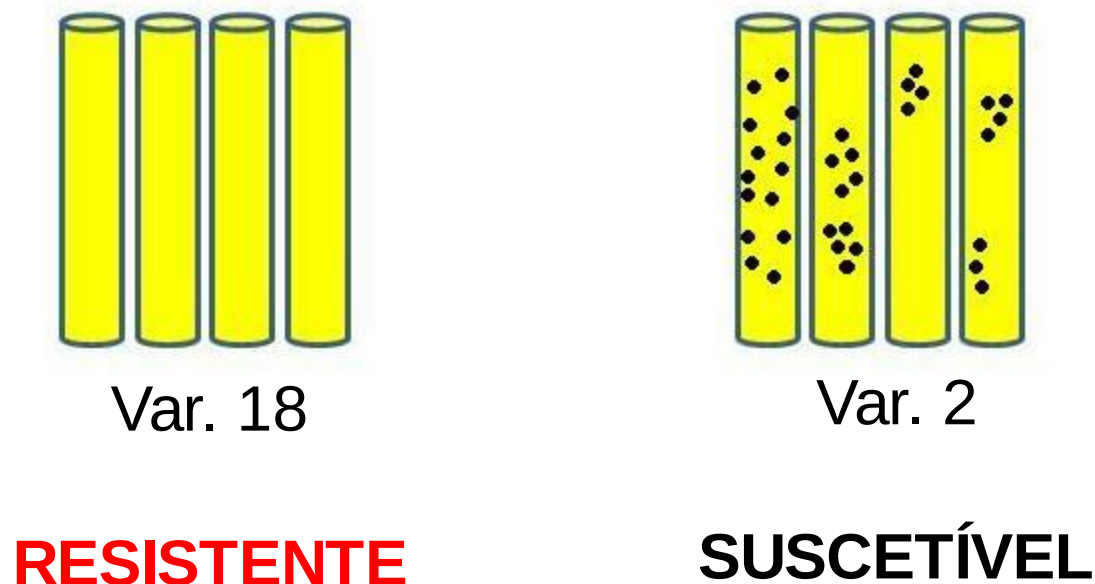


Fig.1. Danos causados por *Heliothis zea* em espigas de duas variedades de milho-doce, submetidas ao ataque em igualdade de condições (Brett, 1970).

A resistência é hereditária

- Progenies devem se comportar da mesma forma;
 - *Repetibilidade*;
 - Resistência e condições: Variações de ambientes*
-
- Ex: trigo Big Club 43 e Poso 42 se comportam como resistente à *Mayetiola destructor* na Califórnia, e como suscetíveis na região central dos EUA.

***A mudança de condições, não implica necessariamente na perda da resistência.**

Específica -Espécie do Inseto

Tab. 1. Comportamento de variedades de alfafa em relação a duas espécies de afídeos, nos EUA (Rosseto, 1973).

VARIETADE	<i>Acythosiphon pisum</i>	<i>Therioaphis maculata</i>
Bufallo	Suscetível	Suscetível
Ladak	Resistente	Suscetível
Cody	Suscetível	Resistente
KS 10	Resistente	Resistente

KS 10

RESISTÊNCIA MÚLTIPLA



Graus de resistência

Imunidade = não sofre nenhum dano - Teoria $\neq$ Prática

Alta resistência = sofre pouco dano em determinadas condições

Resistência moderada = sofre um dano menor que o dano médio causado nas variedades em geral.

Suscetibilidade = sofre dano semelhante ao dano médio sofrido pelas variedades em geral.

Alta suscetibilidade = dano bem maior do que a média das variedades em geral.

Classificação de plantas, segundo os diferentes graus de resistência

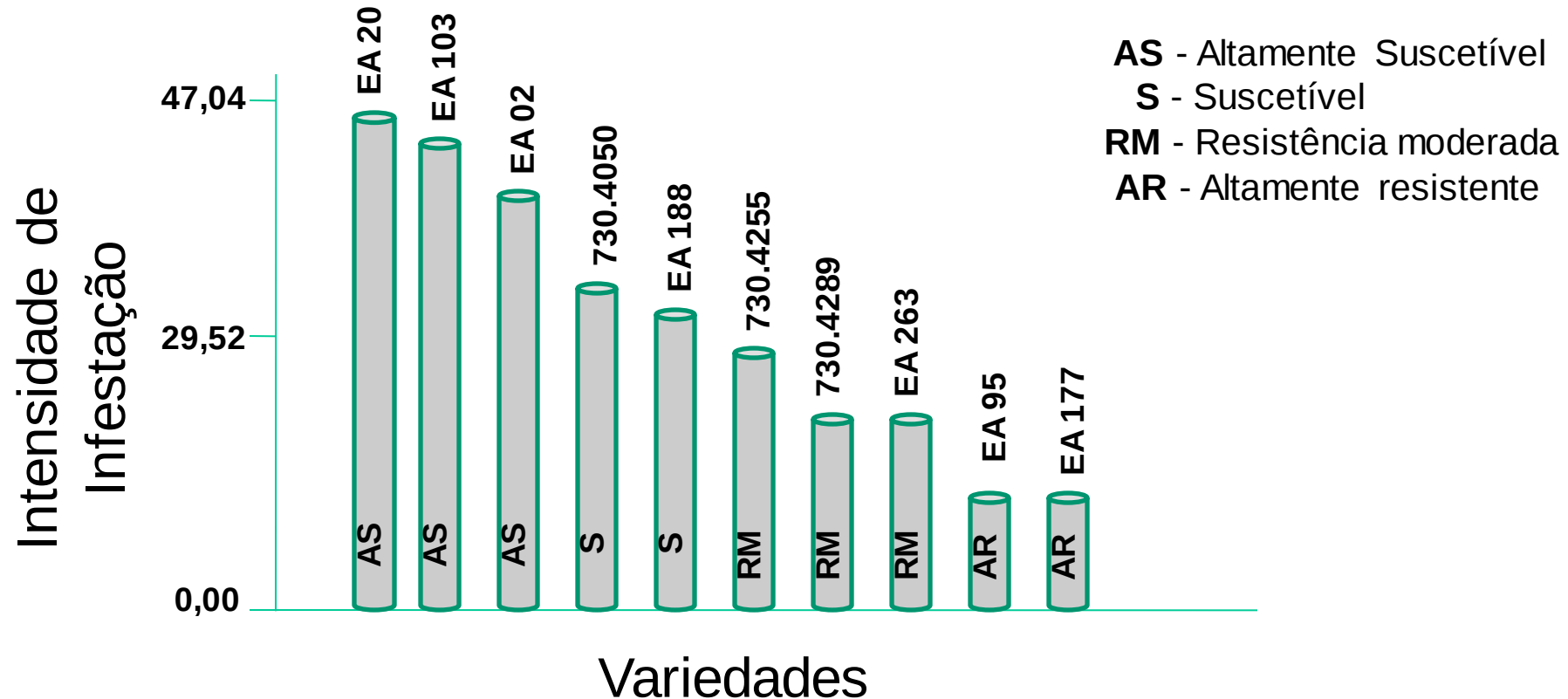


Fig.2. Intensidades médias de infestações de *Diatraea saccharalis*, em variedades de sorgo.

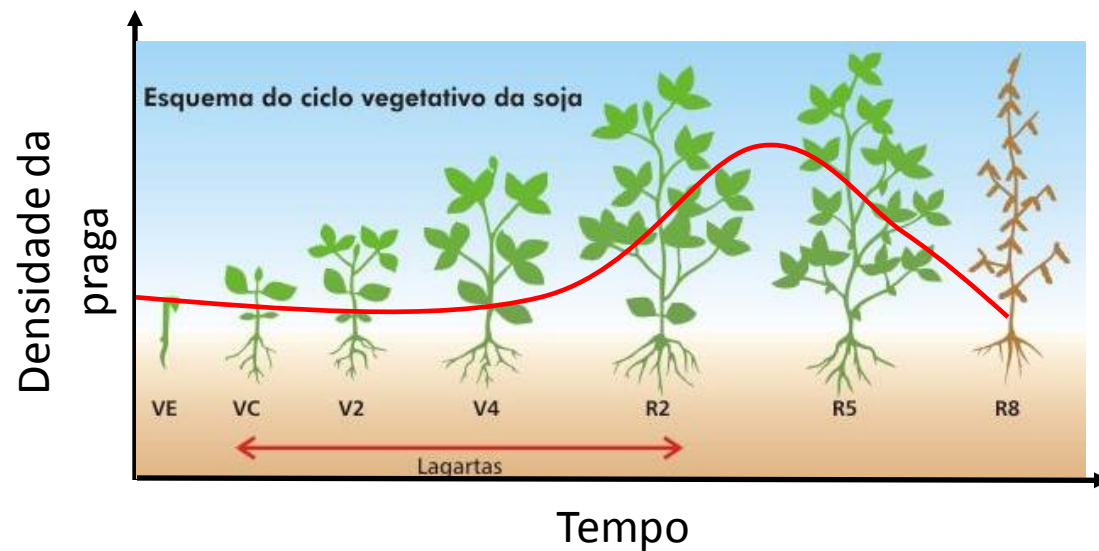
Pseudo-resistência

- Quando uma variedade apresenta-se pouco danificada em relação a uma praga, mesmo não possuindo fatores genéticos de resistência.

- + Ocorre em condições especiais, controláveis ou não;
- + Divide-se em 3 tipos, em função da condição que provoca:

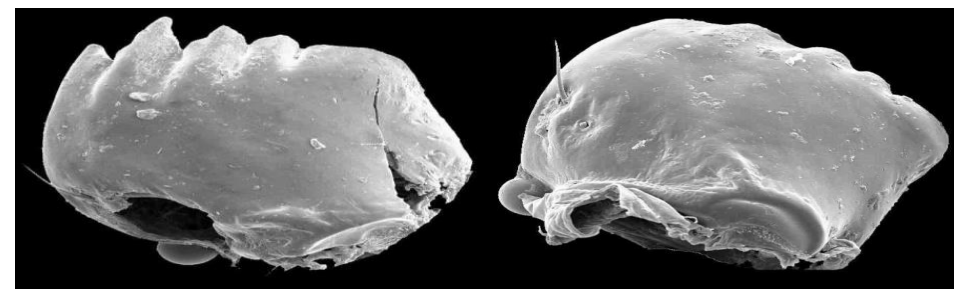
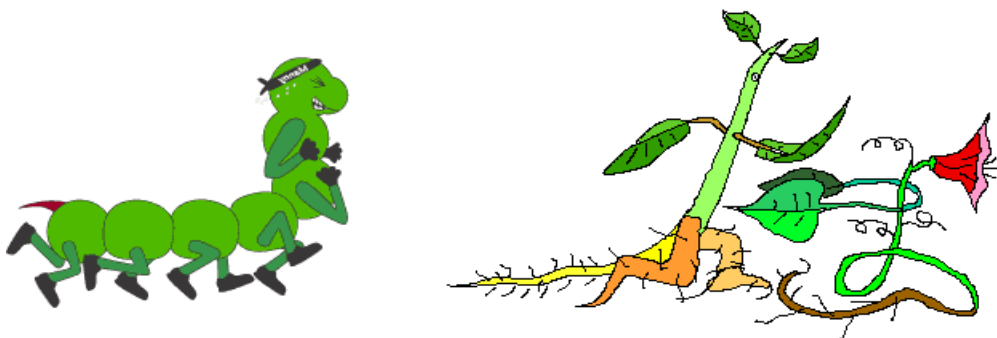
Pseudo-resistência

✓ Assíncronia fenológica



✓ Escape - devido ao acaso não são infestadas

✓ Resistência induzida

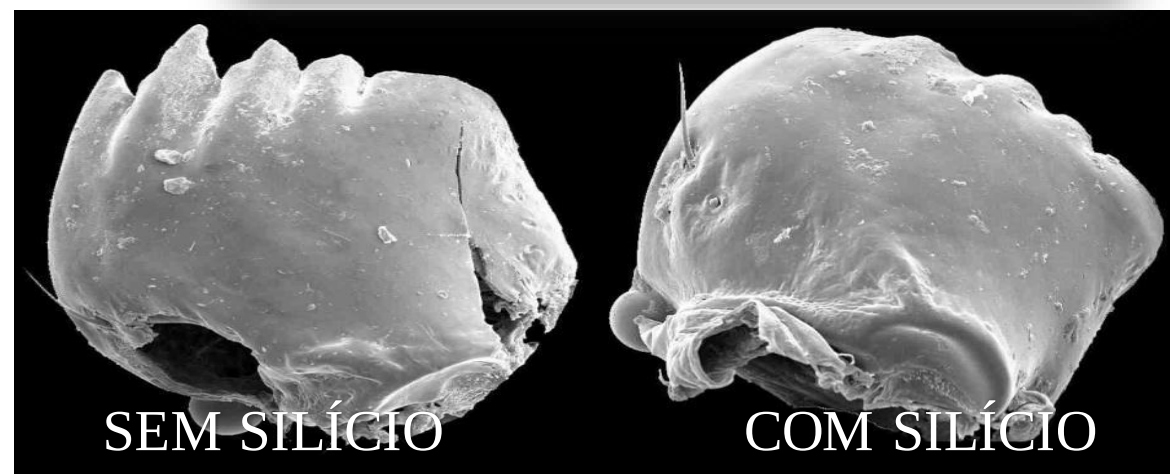
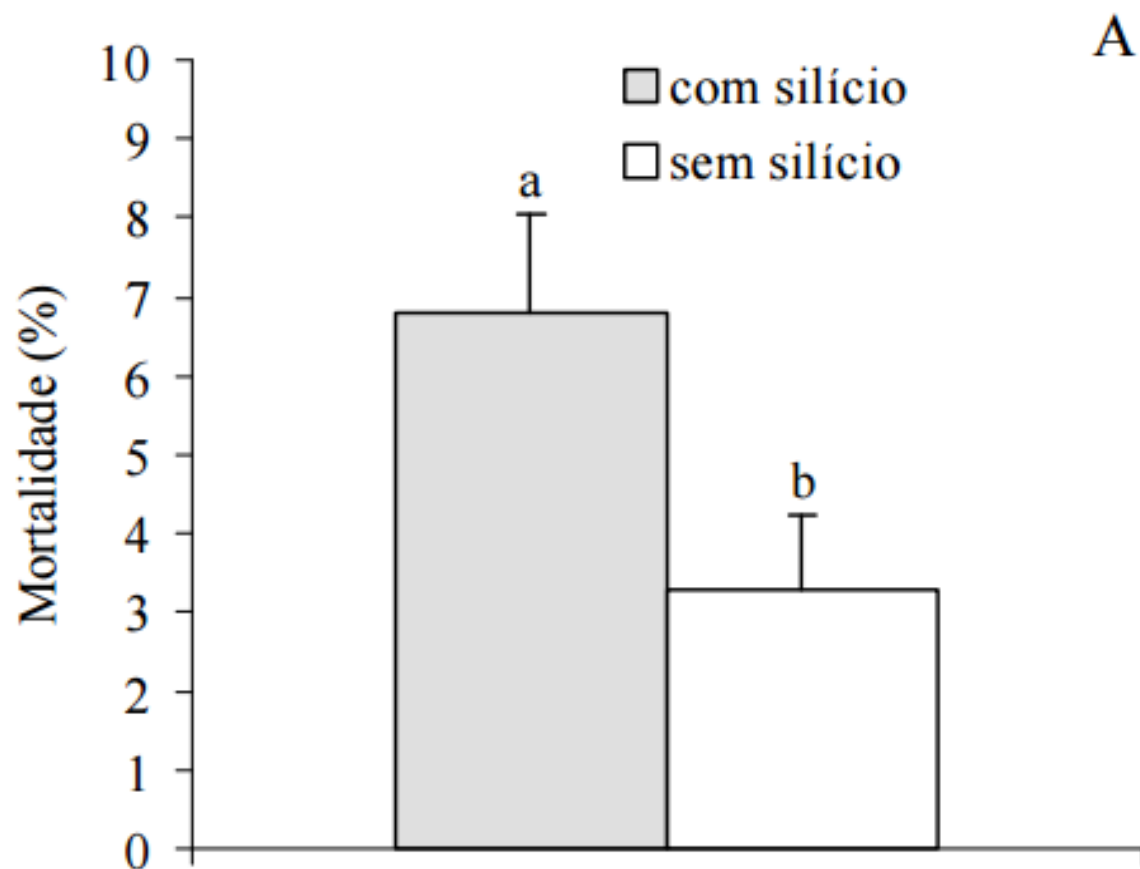


SEM SILÍCIO

COM SILÍCIO

Pseudo-resistência

✓ Resistência induzida



LAGARTAS DE *Spodoptera frugiperda* COM 10 DIAS DE IDADE

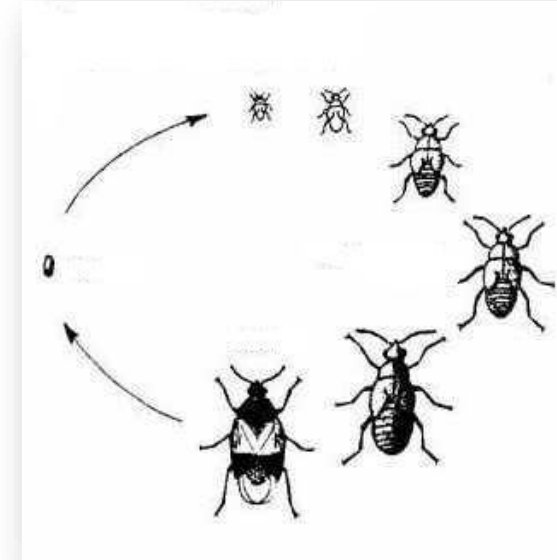


MECANISMOS OU TIPOS DE RESISTÊNCIA

✓ Antixenose (Não-preferência)

✓ Antibiose

✓ Tolerância



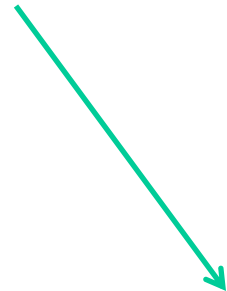
MECANISMOS OU TIPOS DE RESISTÊNCIA

CLASSIFICAÇÃO TRIANGULAR DE PAINTER

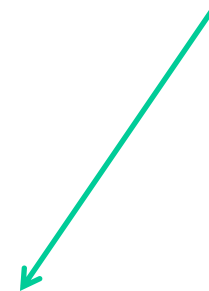


Não-preferência
para
alimentação,
oviposição ou
abrigo

ocorre quando a
planta é menos
utilizada pelo inseto



Antibiose
efeito adverso
da planta
sobre o inseto



Tolerância
regeneração ou
capacidade de
suportar o ataque
do inseto



inseto se alimenta
normalmente da planta e
esta exerce

Antixenose ou não- preferência

- ❑ Reação comportamental do inseto em relação a planta.

ANTIXENOSE (kogan & Ortman, 1978)

qualquer efeito adverso da planta sobre o comportamento do inseto.

Estímulo para localização ou não da planta:

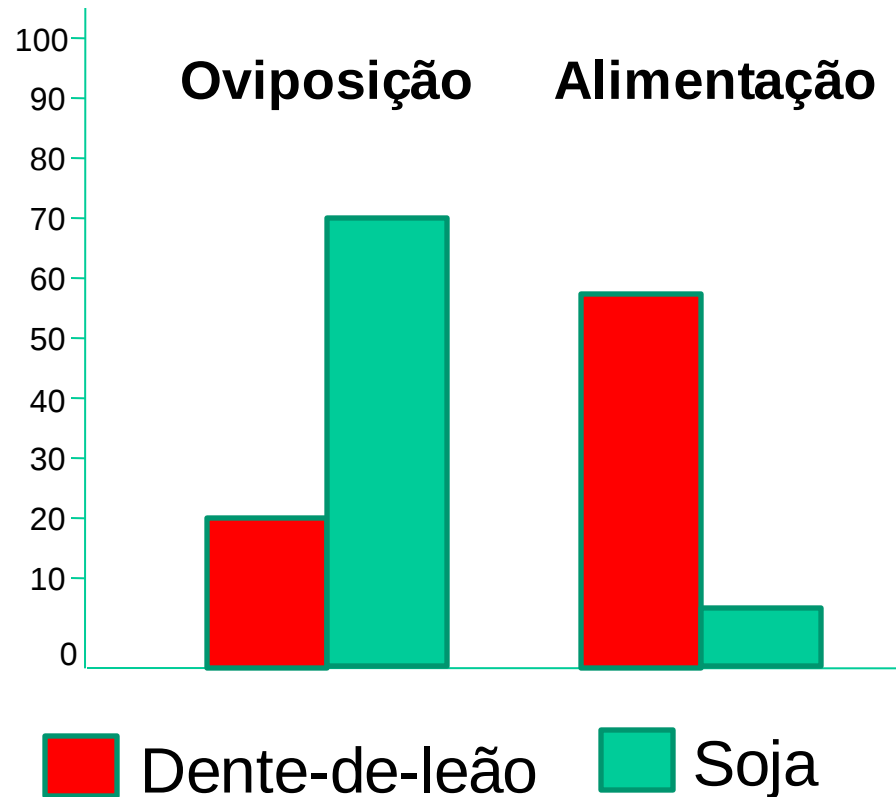
1. **Atraente**- orienta o inseto à planta
2. **Repelente**- orienta o inseto em direção contrária à planta

Tab. 2. Área de papel filtro contendo extrato de grãos de milho, consumidas por lagartas de *Heliothis zea* e *Spodoptera frugiperda*

LINHAGEM	ÁREA CONSUMIDA (mm ²)	
	<i>H. zea</i>	<i>S. frugiperda</i>
F 6	3,7 a	4,4 ab
L 501	4,7 ab	5,5 abc
PI 217413	5,0 ab	8,6 cde
Tx 727S	7,0 bc	7,5 bcd
230	7,0 bc	4,8 ab
245	7,2 bc	11,5 e
380	7,2 bc	10,0 de
M 119	7,8 c	6,7 abcd
166	8,4 c	3,4 a
P 39	9,6 c	4,0 ab

Preferência de Oviposição

- Preferência para oviposição e alimentação de *Autographa precationis* em dente-de-leão e em soja.



Estímulos da planta que atuam no comportamento do inseto

Antixenose ou não- preferência

ESTÍMULO	COMPORTAMENTO DO INSETO
ATRAENTE	ORIENTAÇÃO
	Em direção a planta
REPELENTE	Em direção oposta a planta
ARRESTANTE	LOCOMOÇÃO
	Parado; ou movimentos vagaroso
ESTIMULANTE LOCOMOTOR	Início; ou movimento rápidos
INCITANTE OU EXCITANTE	ALIMENTAÇÃO E OVIPOSIÇÃO
	Início
SUPRESSOR OU SUPRESSANTE	Inibição
ESTIMULANTE	MANUNTEÇÃO DA ALIMENTAÇÃO E OVIPOSIÇÃO
	Mantem
DETERRENTE	Impede

Estímulos de Origem Química

SEMIOQUÍMICOS

FEROMÔNIOS



Intra-específicos

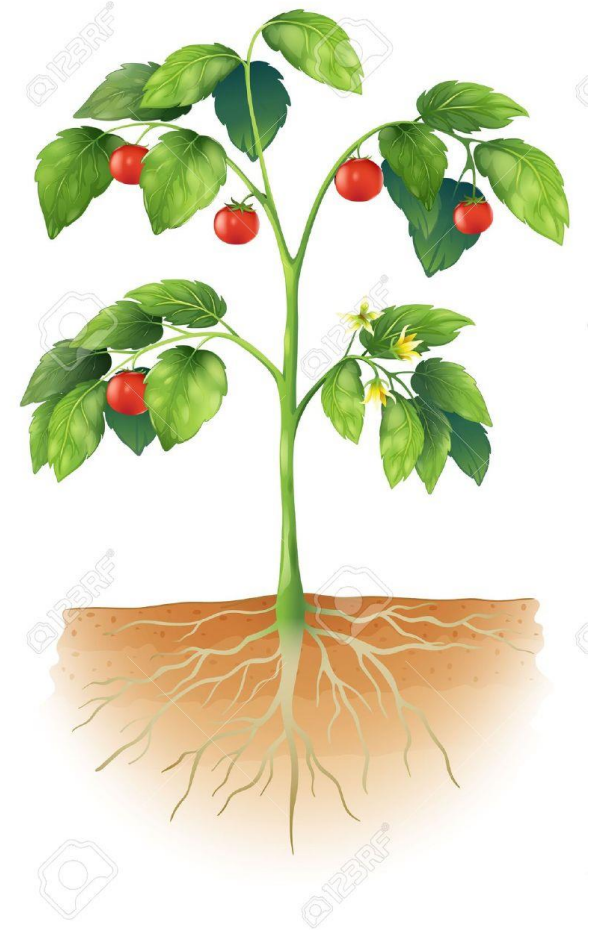
ALELOQUÍMICOS



interespecíficos

Antibiose

- Quando o inseto se alimenta normalmente da planta e esta exerce um efeito adverso sobre a biologia do mesmo.
- Afeta diretamente o potencial de reprodução.



Antibiose

EFEITOS OBSERVADOS:

- Mortalidade (ou sobrevivência) das formas jovens;
- Mortalidade na transformação para adulto;
- Redução do tamanho e peso dos indivíduos;
- Redução da fecundidade;
- Alteração da proporção sexual;
- Alteração no tempo de vida;



Tabela. Sobrevivência e ganho de peso de larvas de *Costelytra zealandica* em plantas de pastagens.

PLANTA	CULTIVAR	% SOBREVIVÊNCIA	GANHO DE PESO
<i>Lolium perenne</i>	Ruanui	24,2	74,0
<i>Trifolium repens</i>	Huia	19,2	94,9
<i>T. pratense</i>	Hamua	20,0	47,0
<i>Medicago sativa</i>	Wairau	11,7	26,1
<i>Lotus pedunculatus</i>	4703	0,0	—

TOLERÂNCIA

- A planta sofre poucos danos em relação as outras, sob um mesmo nível de infestação da praga, sem afetar o comportamento deste ou sua biologia;
- Reage ao ataque da praga (regeneração, emissão de novos ramos, etc.)
- Não provoca queda significativa na qualidade e quantidade da produção.



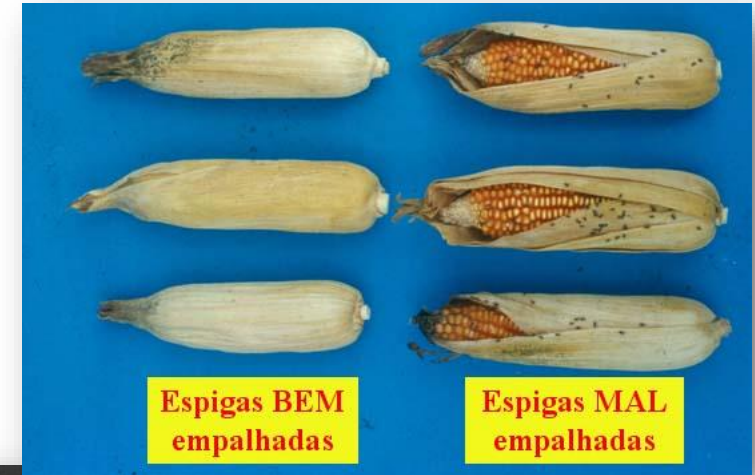
Tab. 5. Resistência de sorgo a *Schizaphis graminum*.

		VARIEDADE			
		PI 229828	IS 809	Shallu Grain	BOK 8
Não-preferência	Nº médio de indivíduos ápteros	1,0	1,5	1,6	9,1
	Nº médio de indivíduos alados	1,6	2,9	2,1	10,9
Antibiose	Peso médio (mg)	0,105	0,085	0,082	0,169
	Ninfas/adulto	12,9	11,5	9,8	44,9
	Período pré-reprodutivo	9,2	9,2	9,2	6,4
	Período reprodutivo	18,6	15,0	12,2	20,0
	Período de vida	37,2	35,2	31,2	35,4
Tolerância	Redução na altura da planta (%), entre infestadas e não infestadas	24,0	17,0	6,0	65,0
	Média de danos	1,2	1,0	1,4	4,8

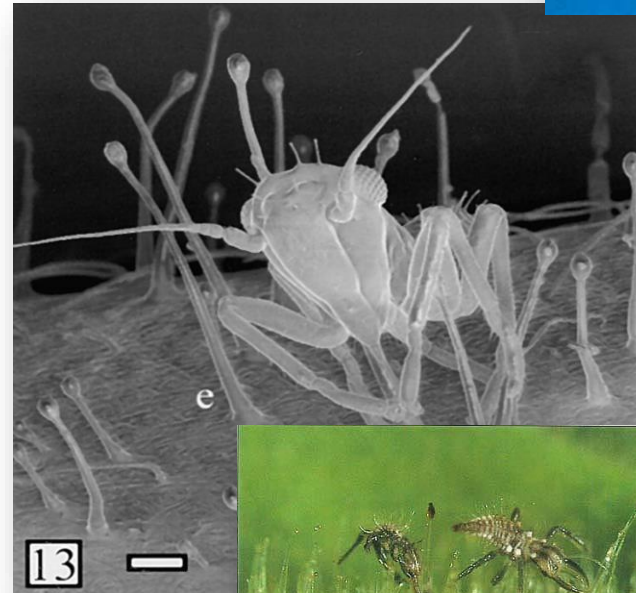
Causas da resistência

Métodos de Controle de Pragas Agrícolas
Agronomia – Controle de Pragas
Prof. Jader Braga Maia

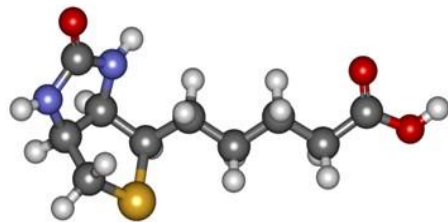
✓ Físicas



✓ Morfológicas



✓ Químicas



Substâncias que afetam o comportamento dos insetos.

Causas da resistência

Métodos de Controle de Pragas Agrícolas
Agronomia – Controle de Pragas
Prof. Jader Braga Maia

✓ Físicas



Pieris rapae – preferencia

Causas Morfológicas

Métodos de Controle de Pragas Agrícolas
Agronomia – Controle de Pragas
Prof. Jader Braga Maia

Domáceas



© alexanderwild.com

Tricomas



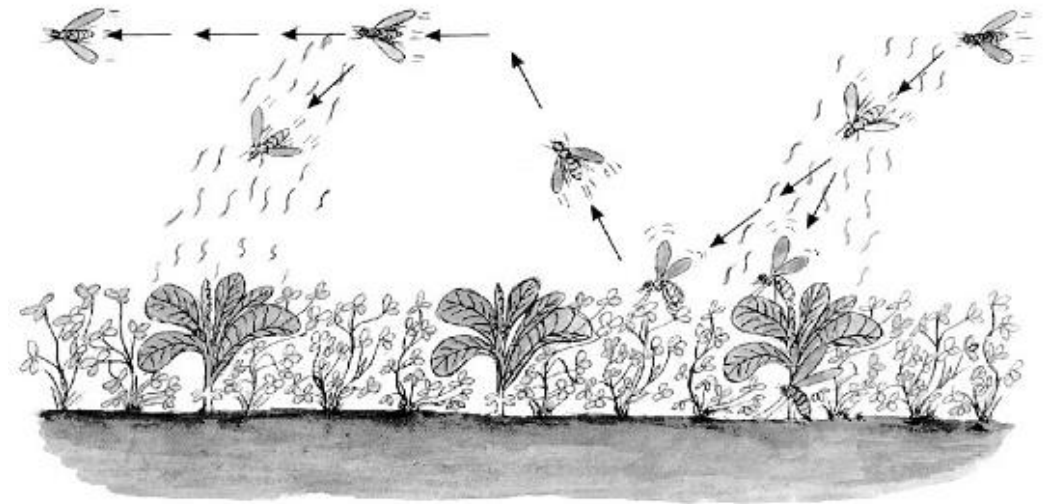
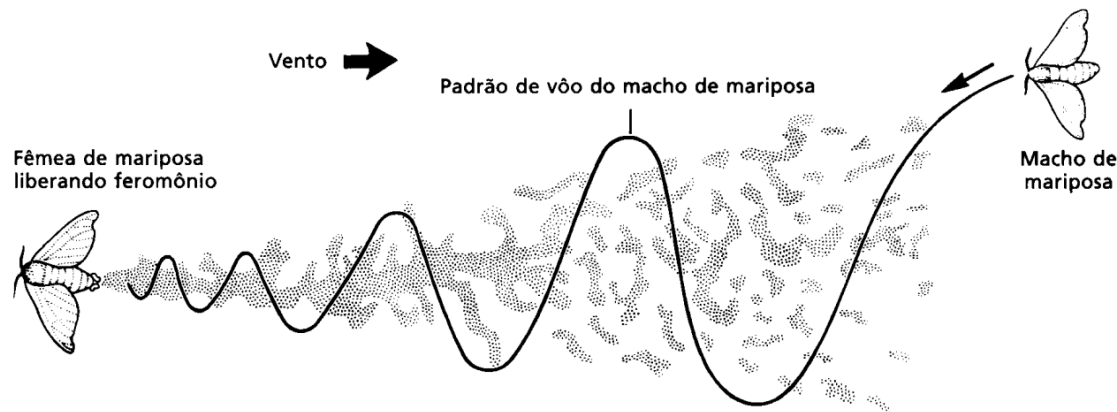
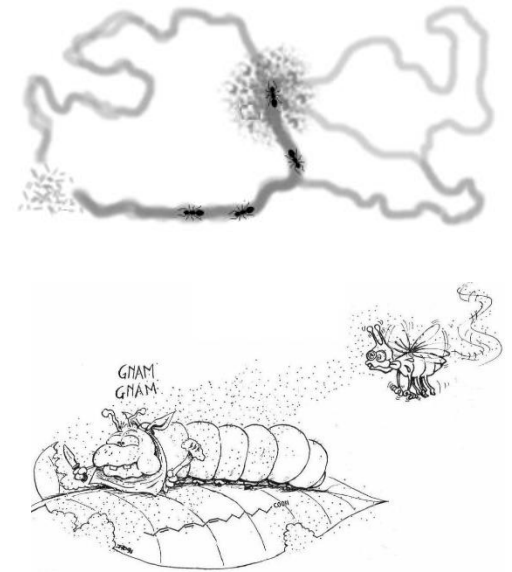
Pólen



Nectários extrafloral

Substâncias químicas envolvidas na comunicação

SEMIOQUÍMICOS (Substâncias químicas envolvidas na comunicação entre organismos)		
ALELOQUÍMICOS (Substâncias químicas envolvidas na comunicação entre organismos de espécies diferentes)		FEROMÔNIOS (Substâncias químicas ou misturas destas, envolvidas na comunicação entre indivíduos da mesma espécie)
CAIROMÔNIOS (O organismo receptor é favorecido)	ALOMÔNIOS (Organismo que produz a substância é favorecido)	



FATORES QUE INFLUENCIAM A MANIFESTAÇÃO DA RESISTÊNCIA

Métodos de Controle de Pragas Agrícolas
Agronomia – Controle de Pragas
Prof. Jader Braga Maia



Própria planta

- **Fatores da planta:** idade, parte atacada e condição fisiológica.



Inseto

Fatores do inseto: espécie, idade, fase de desenvolvimento e tamanho da população.



Ambiente

Fatores do ambiente: Temperatura , umidade, época de plantio, predadores, parasitoides etc.

A pressão de seleção é o principal fator para o surgimento de biótipos q vencem a resistência.

Resistência de plantas

Vantagens

- ✓ Facilidade de adoção
- ✓ Aumento de produção
- ✓ Especificidade
- ✓ Relativa harmonia com o ambiente
- ✓ Persistência
- ✓ Efeito cumulativo
- ✓ Baixo custo
- ✓ Compatibilidade com outros métodos

Desvantagens

- ✓ Longo tempo
- ✓ Limitações genéticas da planta
- ✓ Ocorrência de biótipos
- ✓ Características de resistência conflitantes, já que fatores de resistência a um inseto pode induzir suscetibilidade a outro.

Resistência de plantas e Manejo de Pragas

Métodos de Controle de Pragas Agrícolas
Agronomia – Controle de Pragas
Prof. Jader Braga Maia

Utilização de plantas resistentes com outros métodos de controle de praga:

Controle cultural: associa a plantios em épocas e espaçamentos diferentes. Uso de variedades precoces, destruição de restos culturais.

Controle biológico: interação que aumenta eficiência em dois aspectos. Melhora condições para inimigo natural e age na própria praga alterando comportamento.

Controle químico: tem ação independente e aditiva. A planta pode ter estruturas que melhoram a cobertura do inseticida, e ainda agir sobre o inseto diretamente (suscetibilidade ao inseticida).

Melhoramento genético para resistência a insetos

Passos para produção de variedade resistente

- ✓ Definição da praga-chave
- ✓ Identificação de fontes de resistência
- ✓ Mecanismos e causas da resistência
- ✓ Interações inseto-planta que determinam o fenômeno
- ✓ Estabilidade e de fatores que influenciam a expressão da resistência
- ✓ Programa de melhoramento visando resistência



- Os genes para resistência a insetos mais conhecidos são aqueles que expressão proteínas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (**Bt**), os inibidores de proteinases, inibidores de alfa-amilase e as lectinas;
- O Bt produz varias proteínas inseticidas, sendo as cristais as mais eficientes, atuando principalmente em lepidópteras, coleópteros e dípteros;
- Os inibidores de proteases, são polipeptídicos que participam do sistema de defesa natural das plantas contra insetos, interferindo no processo digestivo;

Plantas transgênicas

Métodos de Controle de Pragas Agrícolas
Agronomia – Controle de Pragas
Prof. Jader Braga Maia

Planta transgenica	gene introduzido	Inseto afetado
Algodão	Bt	<i>Helicoverpa zea</i> , <i>Spodoptera exigua</i> , <i>richoplusia ni</i>
Arroz	Bt	<i>Chilo suppressalis</i> e <i>Cnaphalocrosis medinalis</i>
Batata	Bt	<i>Phthorimaea operculella</i>
	P-lec	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>
Fumo	Bt	<i>Manduca sexta</i>
	CpTi	<i>Heliothis virescences</i> e <i>M. sexta</i>
	α A1-Pv	<i>Tenebrio molitor</i>
Ervilha	α A1-Pv	<i>Callosobruchus maculatus</i> e <i>C. chinenses</i>
Batata-doce	CpTi	<i>Euscepes postifaciatus</i>

Bt (*Bacillus thuringiensis*), P-lec (lectina), CpTi (inibidor de tripsina), α -A1-Pv (inibidor de alfa-amilase)

Plantas transgênicas

Métodos de Controle de Pragas Agrícolas
Agronomia – Controle de Pragas
Prof. Jader Braga Maia

Tóxicas a lagartas de alguns insetos – ação por ingestão - intestino

✓ Fonte de resistência

Bacillus thuringiensis (Bt)

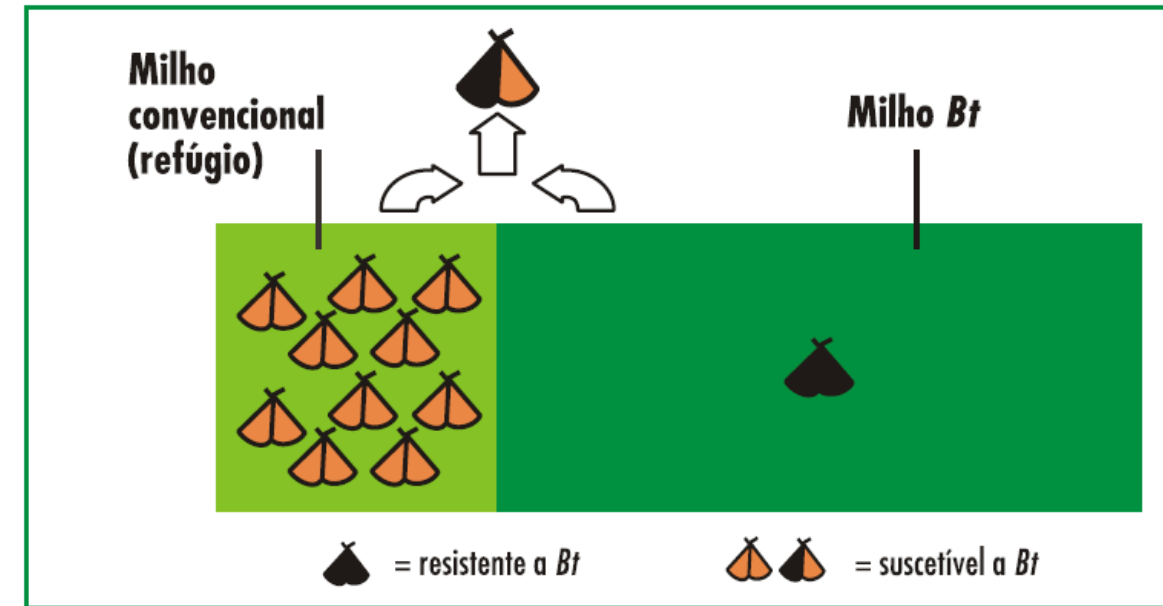
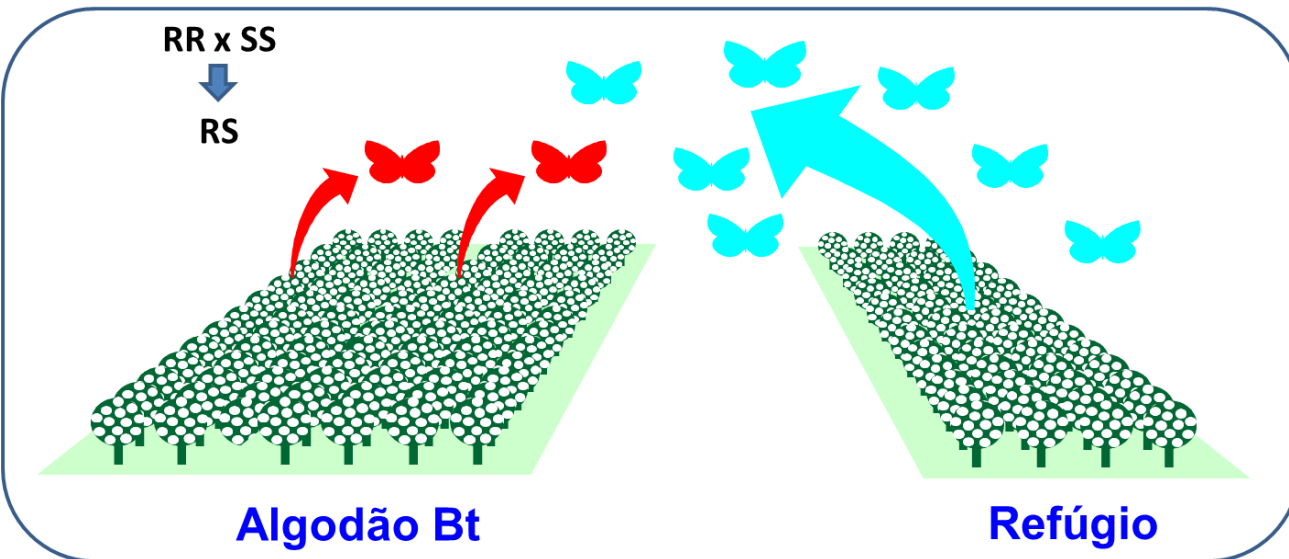


Estratégias para minimizar o desenvolvimento da resistência em plantas Bt.

• Plantas transgênicas Bt

Adoção de refúgio

- A função da área de refúgio é fornecer insetos suscetíveis para acasalar com os insetos resistentes originários da cultura Bt;
- Utilizar o MIP nesta área;
- O objetivo é retardar a evolução da resistência.



Estratégias para minimizar o desenvolvimento da resistência em milho Bt

1. **Tamanho da área de refúgio:** o refúgio deve ser no mínimo 10% da área total de milho plantada.
2. **Proximidade do refúgio:** o refúgio deve ser plantado, no máximo a uma distancia de 800m da lavoura de milho *Bt*.
3. **Uso de inseticidas:** o refúgio não deve ser pulverizado com inseticidas biológicos que contenham o *Bt*.
Inseticidas químicos podem ser utilizados caso necessário.
4. **Manejo do refúgio:** o refúgio deve ser plantado na mesma época que o milho *Bt* e com híbridos de ciclo semelhante.
5. **Monitoramento da lavoura:** deve ser constante.

Estruturas da Área de Refúgio

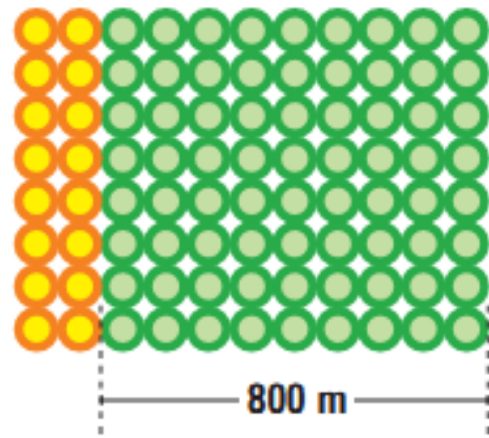


Milho Bt

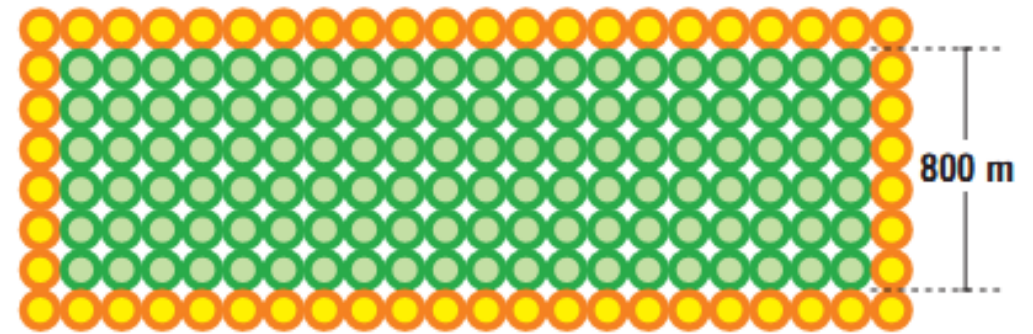
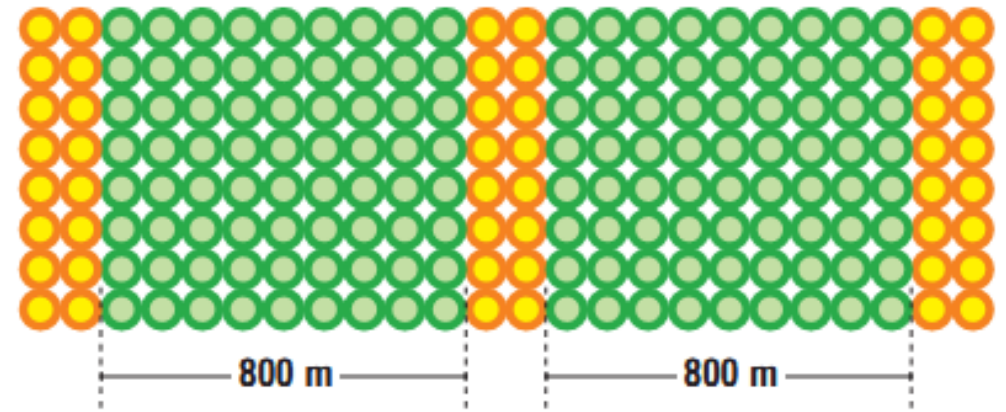


Milho não Bt

- 1_ As plantas de milho não Bt da área de refúgio devem estar no máximo a 800 m de distância das plantas;



- 2_ Para obedecer a essa regra, o plantio pode ser feito no perímetro da lavoura ou em faixas, dentro da área de cultivo;



• Plantas transgênicas Bt

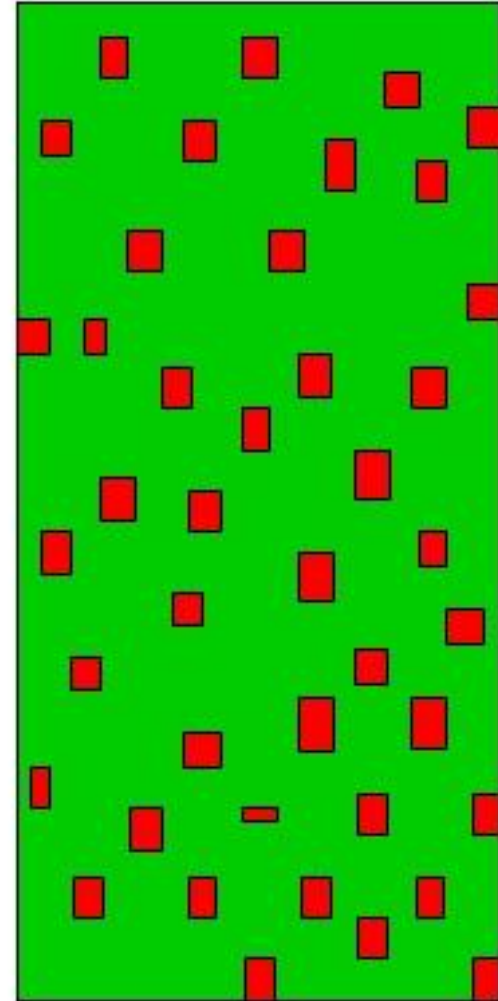
Mistura de semente no saco ou RIB:
“Refuge in the Bag”

- 95% de sementes do Híbrido Bt e 5% do Híbrido não Bt para eventos piramidados;
- não foi liberado ainda no Brasil;
- USA: polinização cruzada causou acentuada mortalidade nas larvas da lagarta da espiga, *Helicoverpa zea* (Yang et al., 2014)

Refúgio no Saco/“mistura de semente”

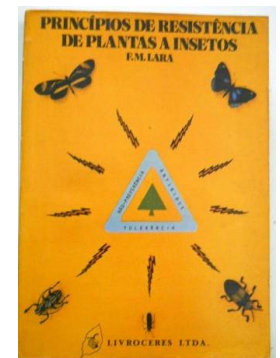
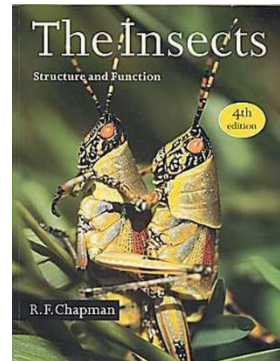
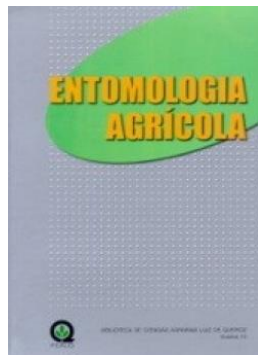


- Mistura de sementes milho **Bt** e **não-Bt** no mesmo saco e foi aprovado nos EUA para 2012
- Dificuldades operacionais/Empresa
- Facilidade para o semeio/produtor
- Efetividade do uso do refúgio
- Distribuição uniforme do refúgio
- Inviabilidade controle químico
- Redução da área de refúgio
- Melhor distribuição IN na área
- Movimento de lagartas (+/-)



BIBLIOGRAFIA

Métodos de Controle de Pragas Agrícolas
Agronomia – Entomologia Agrícola
Prof. Jader B. Maia





Obrigado pela atenção!!

Continuamos na próxima aula!