



Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas  
Brasil

## MANEJO DA RESISTÊNCIA A INSETICIDAS E PLANTAS Bt

*Spodoptera frugiperda*  
*Helicoverpa armigera*  
*Chrysodeixis includens*



## MANEJO DA RESISTÊNCIA A INSETICIDAS E PLANTAS Bt

*Spodoptera frugiperda*  
*Helicoverpa armigera*  
*Chrysodeixis includens*

## DESCRIÇÃO

As espécies *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Helicoverpa armigera* (Hübner) e *Chrysodeixis includens* (Walker) são os principais lepidópteros-praga de diversas culturas agrícolas no Brasil. Apresentam hábito polífago, atacando mais de 70 plantas hospedeiras, dentre as quais milho, soja, algodão, feijão, arroz, sorgo entre outras. Os problemas fitossanitários com essas espécies estão se agravando à medida que as mesmas táticas de controle têm sido adotadas, sem o uso de boas práticas agrícolas para evitar ou retardar a evolução da resistência. Com a intensificação da agricultura brasileira, os cultivos sucessivos de plantas hospedeiras e deficiente manejo no período de entressafra têm possibilitado a sobrevivência de elevadas populações dessas espécies e o fluxo contínuo de mariposas entre diferentes plantas cultivadas, o que ocasiona infestações constantes, independentemente da fase de desenvolvimento das plantas e época de cultivo.

# DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO

## • *Spodoptera frugiperda* (Lagarta-do-cartucho)

As fêmeas realizam a postura em camadas nas folhas, aproximadamente 200 a 500 ovos por postura. No entanto, cada fêmea tem a capacidade de ovipositar mais de 1000 ovos. Os ovos são, geralmente, acinzentados. As lagartas apresentam um "Y" invertido na parte frontal da cabeça e três linhas longitudinais dorsais branco-amareladas, com pontos pretos no corpo. A lagarta é canibal e, por esse motivo, é comum ser encontrada apenas uma lagarta grande por planta no milho, ou uma por botão floral no algodão. O período larval varia de 15 a 25 dias, dependendo da temperatura, planta hospedeira, sexo e biótipo. As lagartas, inicialmente raspam as folhas, mas com o aumento no tamanho passam a fazer orifícios nas folhas e estruturas reprodutivas. As pupas ficam abrigadas no solo. Os adultos são mariposas com asas anteriores de coloração cinza-escuro e posteriores branco-acinzentadas. O ciclo de ovo a adulto é relativamente curto, de 25 a 30 dias.

fotos por: André Shimohiro e Bayer S.A



fotos por: André Shimohiro e Bayer S.A

## • *Helicoverpa armigera* (Lagarta helicoverpa)

Os ovos são depositados isoladamente nas folhas e estruturas reprodutivas. Apresentam coloração branco-amarelada e próximo à eclosão adquirem a coloração marrom-escuro. As fêmeas têm grande capacidade de oviposição (até 1000 ovos). As lagartas apresentam diversas colorações, de branco-amarelada a verde, com cabeça de coloração marrom-escuro a preta, apresentando listras laterais de diversas cores laterais nos diversos segmentos. Uma característica para a identificação das lagartas é a presença, a partir do quarto ínstar, de tubérculos abdominais escuros e bem visíveis na região dorsal do primeiro segmento abdominal, dispostos na forma de semicírculo. Ainda possuem micropêlos que podem ser observados com uma lupa de bolso, e que saem de pintas salientes do 1º, 2º e 8º segmentos abdominais. As lagartas ocasionam desfolha e danos às estruturas reprodutivas. As pupas ficam abrigadas no solo. Na fase adulta, as fêmeas apresentam as asas anteriores amareladas, enquanto as dos machos são cinza-esverdeadas com uma pequena mancha escurecida no centro da asa. O ciclo de ovo a adulto varia de 25 a 45 dias.

# O CONTROLE

O controle de lagartas das espécies *S. frugiperda*, *H. armigera* e *C. includens* não tem se mostrado uma tarefa fácil. Os inseticidas, com frequência, têm apresentado falhas de controle, devido a problemas na tecnologia de aplicação, hábito dessas pragas e, em alguns casos, ao aumento na frequência de indivíduos resistentes, em consequência das pulverizações frequentes de inseticidas com mesmo modo de ação. Por outro lado, algumas plantas Bt tem apresentado uma boa eficácia no controle dessas pragas. No entanto, para *S. frugiperda*, a maioria das tecnologias de milho e algodão Bt tem apresentado baixo controle, devido à evolução da resistência a proteínas Cry. Nesse cenário, a implementação de estratégias de manejo da resistência assume vital importância para garantir a durabilidade de qualquer tática de controle de pragas.

QUADRO 1. Nível de ação para lagartas em milho, com foco em *Spodoptera frugiperda*.

MILHO	NÍVEL DE AÇÃO DE CONTROLE
Milho não-Bt	Nível de ação recomendado pela Embrapa 20% plantas com notas Davis $\geq 3$
Refúgio estruturado	Nível de ação recomendado pelo IRAC - 20% plantas com notas Davis $\geq 3$ , com no máximo 2 aplicações até V6
Bt com Vip3A	4% plantas com notas Davis $\geq 3$
Bt sem Vip3A	10% plantas com notas Davis $\geq 3$

QUADRO 2. Nível de ação para lagartas em soja.

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	NÍVEL DE AÇÃO DE CONTROLE PERÍODO VEGETATIVO (V1-VN)	NÍVEL DE AÇÃO DE CONTROLE PERÍODO REPRODUTIVO (R1-R6)
Lagarta da soja	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	30% de desfolha 20 lagartas/m	15% de desfolha 20 lagartas/m
Falsa medeieira	<i>C. includens</i> <i>Rachiplusia nu</i> <i>Trichoplusia ni</i>	30% de desfolha 20 lagartas/m	15% de desfolha 20 lagartas/m
Lagarta das maçãs e Helicoverpa	<i>Chloridea virescens</i> <i>Helicoverpa</i> spp.	30% de desfolha 4 lagartas/m	15% de desfolha 2 lagartas - 10% vagens atacadas/m
Complexo <i>Spodoptera</i>	<i>S. eridania</i> <i>S. cosmioides</i> <i>S. frugiperda</i>	30% de desfolha 10 lagartas/m	15% de desfolha 10% vagens atacadas 10 lagartas/m

## • *Chrysodeixis includens* (Falsa-medideira)

As mariposas colocam ovos de coloração verde-clara passando a marrom-clara próximo a eclosão. Cada fêmea oviposita até 700 ovos, os quais são depositados isoladamente na parte de baixo das folhas. As lagartas são de coloração verde, com algumas linhas longitudinais brancas sobre o dorso. Elas se locomovem como se estivessem medindo palmas. A fase de lagarta tem duração de 13 a 20 dias. As lagartas pequenas e grandes são frequentemente encontradas no terço inferior das plantas de soja e algodão e têm grande capacidade de desfolha, podendo consumir de 64 a 200 cm<sup>2</sup> de folha. A injúria é distinta de outras desfolhadoras, caracterizada por deixar a folha com aspecto rendilhado. Ao final do último ínstar, a lagarta tece uma teia na folha, onde se prende e se abriga até a fase adulta. A mariposa apresenta coloração marrom-acinzentada, com duas manchas prateadas no primeiro par de asas.

fotos por: André Shimohiro

QUADRO 3. Nível de ação para lagartas em algodão

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	NÍVEL DE AÇÃO DE CONTROLE PERÍODO VEGETATIVO (V1-VN)	NÍVEL DE AÇÃO DE CONTROLE PERÍODO REPRODUTIVO (R1-R6)
Lagarta da maçã Lagarta do cartucho e <i>Helicoverpa</i>	<i>C. virescens</i> <i>S. frugiperda</i> <i>Helicoverpa spp.</i>	6-8% de plantas infestadas com lagartas maior ou igual a 3 mm	6-8% de plantas infestadas com lagartas maior ou igual a 3 mm
Falsa medideira, Curuquerê do algodão, e complexo <i>Spodoptera</i>	<i>C. includens</i> <i>Alabama argillacea</i> <i>S. eridania</i> <i>S. cosmioides</i>	2 lagartas/m (maior ou igual a 3 mm) ou 10% de desfolha na planta	2 lagartas/m (maior ou igual a 3 mm) ou 25% de desfolha no ponteiro ou 10% de desfolha na planta
Lagarta rosada	<i>Pectinophora gossypiella</i>	10 adultos capturados por armadilha de feromônio por duas noites ou 3-5% de maçãs com dano	10 adultos capturados por armadilha de feromônio por duas noites ou 3-5% de maçãs com dano

## MANEJO DA RESISTÊNCIA

Para o manejo da resistência de *S. frugiperda*, *H. armigera* e *C. includens* a inseticidas e plantas Bt, há necessidade de planejamento do sistema de produção de cultivos em cada região. O intuito é estabelecer períodos com ausência de plantas hospedeiras das pragas, para assim reduzir o tamanho populacional e a pressão de seleção em favor dos resistentes. O planejamento do sistema de produção é particularmente importante, pois o controle dessas espécies numa cultura pode ser influenciado pelo controle desse inseto na cultura anterior e das práticas adotadas no período de entressafra. Portanto, deve-se fazer o planejamento do uso de inseticidas para evitar a evolução da resistência. Nesse sentido, a rotação de produtos com modo de ação distinto é primordial para reduzir a pressão de seleção em favor dos resistentes (Quadro 4; Figura 1). Ainda, deve-se usar as doses recomendadas no rótulo ou bula de cada inseticida e priorizar o uso de inseticidas seletivos para a preservação de inimigos naturais, os quais irão contribuir no controle dos insetos remanescentes.

## RECOMENDAÇÕES PARA O MANEJO DA RESISTÊNCIA

Siga os princípios básicos do Manejo Integrado de Pragas (MIP):

- amostragem e monitoramento de pragas
- integração de diferentes táticas de controle
- preservação de inimigos naturais

Faça uso eficaz das opções disponíveis para controle de insetos, utilizando os níveis de ação aprovados localmente para o manejo de pragas;

Evite a semeadura paralela ou sequencial de culturas hospedeiras dos mesmos insetos-praga;

Somente aplique inseticidas em culturas se a população ultrapassar o nível de dano econômico;

Utilize janelas de pulverização de inseticidas, adotando-se a rotação de inseticidas com diferentes modo de ação;

Evite inseticidas para os quais há casos documentados de resistência;

Utilize as plantas Bt como uma das ferramentas no manejo de lagartas, com adoção de áreas de refúgio (não-Bt);

Sempre usar sementes certificadas;

Siga sempre as recomendações dos fabricantes e produtores de sementes relativas à semeadura do refúgio, dose de bula de inseticidas e uso de equipamentos de aplicação adequados;

Siga as orientações dos fornecedores das sementes sobre os limites para pulverização foliar na plantação Bt e no refúgio;

Use período livres de culturas (pousio) para quebrar o ciclo das pragas – vazio fitossanitário;

Quando do cultivo de plantas Bt, a semeadura de áreas de refúgio é essencial para a preservação da suscetibilidade da praga as proteínas Bt e, conseqüentemente, da durabilidade das tecnologias (Quadro 5). As áreas de refúgio devem ser manejadas, com o uso de pulverizações de inseticidas ou a adoção de outros métodos de controle, sempre que as populações das pragas atingirem o nível de ação com base no monitoramento. Se necessário o uso de inseticidas recomenda-se seguir o esquema de "janelas de pulverização" (cada janela tem duração de  $\pm$  30 dias - período de uma geração da praga) para minimizar a exposição das gerações seguintes da praga a inseticidas com mesmo modo de ação (Figura 1).

## ORIENTAÇÕES PARA A SEMEADURA E MANEJO DA ÁREA DE REFÚGIO

O tamanho da área refúgio depende do total cultivado com a cultura Bt. É indicada a adoção de 20% de área de refúgio para a cultura do algodão ou soja e 10% para a cultura do milho, que devem ser cultivadas com híbridos ou variedades não-Bt;

É recomendável que o refúgio seja plantado com um híbrido ou variedade de ciclo vegetativo similar, o mais próximo possível e ao mesmo tempo que a cultura Bt;

O refúgio deve ser formado por um bloco de plantas não-Bt que se encontre a menos de 800 metros da área com o cultivo Bt, portanto, a distância máxima entre qualquer planta Bt e uma planta da área de refúgio (não-Bt) não deve ser superior a 800 metros;

O cultivo de faixas de refúgio dentro do campo com cultivo Bt é recomendável para aumentar a eficácia do refúgio em evitar ou retardar a evolução da resistência;

O refúgio deve ser plantado na mesma propriedade do cultivo da cultura Bt e ser manejado pelo mesmo agricultor, garantindo a produção de indivíduos suscetíveis;

Seguir as orientações dos fornecedores das sementes sobre os limites para pulverização foliar no refúgio:

- Milho: não exceder 2 pulverizações de inseticidas, as quais deverão ser realizadas até o estágio V6;
- Algodão e soja: seguir as recomendações de nível de ação.

Não deve ser realizada a mistura de sementes Bt e não-Bt.

Outras boas práticas agrícolas também podem favorecer o manejo dessas espécies. Para o controle de infestações iniciais, o uso de tratamento de sementes com inseticidas (TS) pode oferecer controle satisfatório de pragas nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura e reduzir a pulverização de inseticidas foliares. O manejo de plantas daninhas e voluntárias ("tigueras") antes da semeadura e depois da colheita também é importante no manejo da resistência de insetos. A dessecação antecipada da palhada (15 a 20 dias antes da semeadura) contribui para a redução de populações de pragas iniciais. Isso diminui a necessidade de uso de inseticidas para lagartas que atacam a cultura no início do ciclo. Entretanto, em casos de alta infestação de lagartas remanescentes da palhada, recomenda-se pulverização de inseticidas no pré-plantio, pois lagartas grandes são menos suscetíveis a inseticidas e proteínas Bt. As estratégias de manejo da resistência serão mais efetivas quando implementadas no âmbito regional. Então, o trabalho envolvendo universidades, institutos de pesquisa, empresas químicas e de biotecnologia, agricultores, extensionistas e órgãos de regulamentação é fundamental na implementação de estratégias de manejo da resistência.

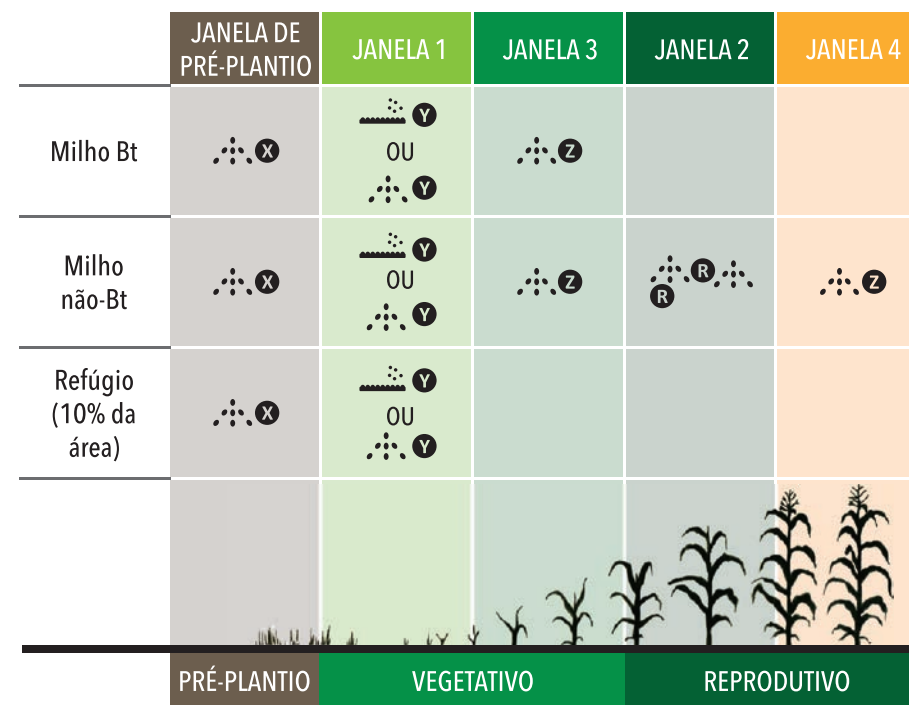









































FIGURA 1 - Orientações para o manejo da resistência de lagartas a inseticidas em milho, soja e algodão (Fonte IRAC-BR, Janeiro, 2018)

	JANELA DE PRÉ-PLANTIO	JANELA 1	JANELA 3	JANELA 2	JANELA 4
Soja Bt	 W	 Y OU  Y	 Z	 X	
Soja não-Bt	 W	 Y OU  Y	 Z  Z	 X	 Z
Refúgio (20% da área)	 W	 Y OU  Y	 Z		
					
	PRÉ-PLANTIO	VEGETATIVO		REPRODUTIVO	

	JANELA DE PRÉ-PLANTIO	JANELA 1	JANELA 3	JANELA 2	JANELA 4	JANELA 5
Algodão Bt	 Z		 Y	 R	 X	
Algodão não-Bt	 Z		 W	 Y  Y	 X  R	
Refúgio (20% da área)	 Z		 Y	 R	 X	
						
	PRÉ-PLANTIO	VEGETATIVO		REPRODUTIVO		

LEGENDA:		
		
INSETICIDA FOLIAR	INSETICIDA APLICADO EM TRATAMENTO DE SEMENTES	GRUPO DE MODO DE AÇÃO (CODIGOS FICTÍCIOS)

QUADRO 4 - Inseticidas registrados para o controle de *S. frugiperda*, *H. armigera* e *C. includens* (Fonte: Agrofit, Agosto, 2018).

SÍTIO DE AÇÃO	GRUPO QUÍMICO	INGREDIENTE ATIVO		
Inibidores de acetilcolinesterase	Carbamato (1A)	Carbofurano Carbosulfano Metomil Tiodicarbe Acefato Clorpirifós Malationa		
	Organofosforado (1B)	Parationa-Metílica Profenofós Piridafentiona Triazofós		
Moduladores dos canais de sódio	Piretroide (3A)	Alfa-Cipermetrina Beta-Ciflutrina Beta-Cipermetrina Bifentrina Cipermetrina Deltametrina Esfenvalerato Etofenproxi Fenpropatrina Gama-Cialotrina Lambda-Cialotrina Permetrina Zeta-Cipermetrina		
		Agonistas de receptores nicotínicos da acetilcolina	Neonicotinoide (4A)	Acetamiprido Imidacloprido Tiametoxam
		Ativadores alostéricos de receptores nicotínicos da acetilcolina	Espinosina (5)	Espinosade Espinetoram
		Moduladores alostéricos de canais de cloro mediados pelo glutamato	Avermectinas e milbemicinas (6)	Benzoato de emamectina
		Disruptores microbianos da membrana do mesêntero	Biológico (11A)	<i>Bacillus thuringiensis</i>
		Desacopladores da fosforilação oxidativa via ruptura do gradiente de próton H	Clorfenapir (13)	Clorfenapir
		Inibidores da formação de quitina, tipo 0	Benzoiluréia (15)	Cloflazurom Diflubenzurom Lufenurom Novalurom Teflubenzurom Triflumuro
				Agonistas de receptores de ecdisteroides
		Bloqueadores de canais de sódio dependentes da voltagem	Oxadiazina (22A)	Indoxacarbe
			Semicarbazonas (22B)	Metaflumizona
Moduladores de receptores de rianodina	Diamida (28)	Clorantraniliprole Flubendiamida Ciantraniliprole		
		Disruptores virais da membrana peritrófica do intestino médio	Baculovírus (31)	Vírus da Poliedrose Nuclear (VPN) Vírus da Granulose (VG)
Compostos com modo de ação desconhecido ou incerto	Azadiractina (UN)	Azadiractina		

\*Recomendações detalhadas para cada espécie em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)

CULTURA	PROTEÍNA Bt
Algodão	Cry1Ac
	Cry1Ac/Cry1F
	Cry1Ac/Cry2Ab2
	Cry1Ab/Cry2Ae
	Cry1Ab/Cry2Ae/Vip3Aa
Milho	Cry1Ab
	Cry1F
	Cry1A.105/Cry2Ab2
	Cry1Ab/Vip3Aa20
	Cry1A.105/Cry2Ab2/Cry1F
	Cry1Ab/Cry1F
	Cry1A.105/Cry2Ab2/Cry3Bb1
	Cry1Ab/Cry1F/Vip3Aa20
Cry1A.105/Cry2Ab2/Cry1F/Vip3Aa	
Soja	Cry1Ac

QUADRO 5 - Tecnologias de algodão, milho e soja Bt comercialmente disponíveis para cultivo comercial no Brasil para controle de insetos praga (Fonte: CTNBio, Janeiro, 2018).

\*Mais informações sobre áreas de refúgio em: [www.irac-br.org](http://www.irac-br.org)

## PARA MAIS INFORMAÇÕES:

IRAC-BR Caixa Postal, 226 - 13800-970 - Mogi Mirim/SP - Fax (19) 3022 5736  
[www.irac-br.org](http://www.irac-br.org)

### PROGRAMA IRAC-BR

Manejo da resistência de *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa armigera* e *Chrysodeixis includens* a inseticidas e plantas Bt  
 Versão 1 - autores: Oderlei Bernardi, Celso Omoto



## MEMBROS DO IRAC:

- Adama Brasil S/A
- Arysta LifeScience
- BASF S/A
- Bayer CropScience
- Corteva Agriscience
- FMC Química do Brasil Ltda
- ISK BioSciences
- Iharabras S.A. Indústrias Químicas
- Longping High Tech
- Nichino do Brasil
- Nufarm
- UPL do Brasil
- Ourofino Agrociência
- Sumitomo Chemical do Brasil
- Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / CFA

## CONSULTORES:

- Prof. Dr. Celso Omoto – ESALQ/USP
- Prof. Dr. Oderlei Bernardi – UFSM
- Prof. Dr. Raul N. C. Guedes – UFV



Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas  
Brasil