

# MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

Modos de Ação de Inseticidas



## BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS

# ÍNDICE

**03** – Contexto

**04** – O que são modos de ação?

**05** – Por que é preciso conhecer os modos de ação?

**06** – Classificação de modos de ação de inseticidas

# CONTEXTO

Se já não bastassem os prejuízos causados por insetos, que podem aumentar em 18% até 2050 devido à elevação da temperatura média do planeta, a seleção de indivíduos resistentes dificulta ainda mais o manejo nas lavouras.

Para isso, é importante o Manejo Integrado de Pragas (MIP), um conjunto de medidas que objetiva reduzir os danos causados pelas pragas em lavouras e evitar ou retardar a seleção de insetos resistentes.

Neste panorama, a Corteva Agriscience desenvolveu este e-book com a apresentação de diferentes modos de ação de inseticidas para que você faça a rotação e associação correta dos produtos.



# O QUE SÃO MODOS DE AÇÃO?

O modo de ação é a maneira como cada defensivo agrícola age biologicamente nas pragas, causando diversas reações do início ao fim da atuação do produto.

Os inseticidas são divididos em 5 grandes grupos conforme o seu sítio de ação:

- 1. Atuam sobre o sistema nervoso e/ou a musculatura.**
- 2. Afetam o crescimento ou o desenvolvimento.**
- 3. Atuam no intestino médio.**
- 4. Atuam sobre o metabolismo respiratório.**
- 5. Modo de ação desconhecido ou inespecífico.**

Os insetos possuem uma sensibilidade especial no sistema nervoso. Por isso, os inseticidas geralmente atuam nessa área, provocando o rompimento temporário do sistema nervoso e causando danos irreversíveis.



# POR QUE É PRECISO CONHECER OS MODOS DE AÇÃO?

Uma das principais estratégias de manejo da resistência de pragas é a rotação e a associação de defensivos agrícolas. Conhecer os diferentes modos de ação dos inseticidas é essencial para não aplicar repetidamente produtos com o mesmo modo de ação sobre uma mesma praga-alvo, pois essa prática causa a seleção de indivíduos resistentes e afeta a eficiência do ingrediente ativo.

Quando surgem populações de insetos resistentes, as consequências são duras para o manejo na lavoura e para o agronegócio, ocasionando o aumento da frequência das aplicações de inseticidas e da dose do produto aplicado e a provável substituição por outro defensivo. Nos Estados Unidos, gasta-se cerca de 1 bilhão de dólares no controle de lagartas e besouros.

A lagarta *Helicoverpa armigera*, por exemplo, é uma das principais pragas de diversas culturas no mundo. Um dos grupos de inseticidas indicados para ação emergencial contra essa praga é o dos piretroides (grupo 3A). Contudo, há relatos de resistência desse inseto a esse princípio ativo e a outros grupos de inseticidas pelo Brasil e pelo mundo.



# CLASSIFICAÇÃO DE MODOS DE AÇÃO DE INSETICIDAS

A seguir, são apresentados os grupos de inseticidas de acordo com os seus modos de ação:

## INIBIDORES DE ACETILCOLINESTERASE (AChE)

Ao ligarem-se à enzima acetilcolinesterase, impedem que ela se una a outra enzima, a acetilcolina. Assim, há um acúmulo da acetilcolina na sinapse causando hiperexcitabilidade devido à transmissão contínua e descontrolada dos impulsos nervosos. Ocorre paralisação dos músculos, impedindo a respiração e provocando a morte.

## ANTAGONISTAS DE CANAIS DE CLORO MEDIADOS PELO GABA

Contrapõem a ação do neurotransmissor inibitório GABA (ácido gama-aminobutírico) de modo que, após uma transmissão normal de um impulso nervoso, não aconteça o processo normal de inibição que restabelece o estado de repouso do sistema nervoso central do inseto. Assim, provocam tremores, convulsões e, ocasionalmente, morte.



## MODULADORES DE CANAIS DE SÓDIO

Atuam na desregulação da entrada e saída de sódio (Na) e potássio (K) na célula nervosa. Em condições normais, o sódio entra na célula para desencadear a transmissão de impulso nervoso. No caso dos piretroides, há uma entrada permanente de sódio na célula, causando impulsos repetitivos e levando à exaustão e à morte.

## AGONISTAS DE RECEPTORES NICOTÍNICOS DA ACETILCOLINA

Em condições normais, a enzima acetilcolinesterase une-se a outra enzima, a acetilcolina. Os neonicotinoides simulam o efeito da acetilcolina, ligando-se constantemente à acetilcolinesterase. Assim, mantém a ativação duradoura da acetilcolina provocando hiperexcitabilidade do sistema nervoso central devido à transmissão contínua e descontrolada de impulsos nervosos. Ocorrem tremores, convulsões e, ocasionalmente, morte.

## ATIVADORES ALOSTÉRICOS DE RECEPTORES NICOTÍNICOS DA ACETILCOLINA

A acetilcolina é um neurotransmissor liberado na sinapse, o qual, ao se ligar aos receptores no neurônio pós-sináptico, faz com que os impulsos nervosos sejam transmitidos. O sítio-alvo desse mecanismo são essas proteínas receptoras de acetilcolina. Portanto, vão atuar como moduladores alostéricos, ou seja, alteram a conformação da proteína receptora e, com isso, a tornam mais ativa. O resultado é a ativação prolongada das proteínas receptoras de acetilcolina, causando a transmissão contínua e descontrolada dos impulsos nervosos, induzindo no inseto excitação e tremores contínuos. Após longos períodos de excitação, os insetos ficam paralisados pela fadiga muscular e, posteriormente, morrem.



## ATIVADORES DE CANAIS DE CLORO

Ativam o glutamato nos canais de cloro, que são comuns nos músculos e nas células nervosas dos insetos. Eles são moduladores alostéricos positivos que atuam no local de ligação da lactona macrocíclica nesses canais. Competem com o GABA, ligando-se ao seu receptor na membrana pós-sináptica e estimulando o fluxo de íon cloro. A ativação do glutamato nos canais de cloro é inibitória, levando à paralisia flácida.

## MÍMICOS DO HORMÔNIO JUVENIL

O hormônio juvenil é importante no controle da muda/metamorfose dos insetos. Os agonistas de hormônio juvenil realizam a mesma função, fazendo com que os insetos continuem na fase larval mesmo que já estejam prontos para se transformarem em adultos, impedindo que eles se reproduzam e se desenvolvam, levando-os à morte.

## MISCELÂNEA – INIBIDORES NÃO ESPECÍFICOS (MÚLTIPLOS SÍTIOS)

Em contraste com os inseticidas discutidos anteriormente, a maioria interage seletivamente com apenas uma proteína específica, os inseticidas desse grupo são compostos reativos que modificam proteínas quimicamente de uma maneira específica que pode afetar vários alvos.

## BLOQUEADORES SELETIVOS DA ALIMENTAÇÃO

Bloqueiam a alimentação de insetos sugadores, paralisando a glândula salivar dos afídeos (pulgões ou piolhos-das-plantas).





## INIBIDORES DE CRESCIMENTO DE ÁCAROS

Interfere no crescimento e/ou no desenvolvimento.

## DISRUPTORES MICROBIANOS DA MEMBRANA DO MESÊNTERO

Produzido por bactérias, a proteína inseticida conecta-se a receptores na parede do intestino médio dos insetos, impossibilitando a absorção de alimentos e gerando poros na membrana do mesêntero, o que provoca sua destruição.

## INIBIDORES DE ATP SINTETASE MITOCONDRIAL

Os inseticidas/acarecidas deixam morrer de fome as células de energia, inibindo a ATP sintase.

## DESACLOPADORES DA FOSFORILAÇÃO OXIDATIVA VIA DISRUPÇÃO DO GRADIENTE DE PRÓTON

Ocorre o rompimento do acoplamento entre o transporte de elétrons e a ATP (adenosina trifosfato) sintase. Os desacopladores agem pela dissipação do gradiente de prótons por meio da membrana mitocondrial interna.

## BLOQUEADORES DE CANAIS DOS RECEPTORES NICOTÍNICOS DA ACETILCOLINA

Possuem ação contrária à da enzima acetilcolina e disputam seus receptores. Rompem a transmissão de impulso nervoso no inseto provocando paralisia e, eventualmente, morte.



## INIBIDORES DA BIOSÍNTESE DE QUITINA, TIPO 0, LEPIDOPTERA

A quitina é o principal componente do exoesqueleto de insetos. Há o impedimento do transporte do açúcar N-acetilglucosamina, o que interfere no metabolismo de ecdisteroides e dificulta a formação do exoesqueleto quitinoso. Assim, não ocorre a geração de nova cutícula e o inseto não se liberta do antigo exoesqueleto, dessecando-se pela perda de umidade ou entrando em processo de inanição.

## INIBIDORES DA BIOSÍNTESE DE QUITINA, TIPO 1, HEMIPTERA

Interferem na formação de quitina durante a muda, resultando em um exoesqueleto macio e fraco e apêndices e órgãos sexuais deformados. O alvo molecular dos inibidores da biossíntese da quitina não é conhecido.

## DISRUPTORES DA ECDISE, DIPTERA

Afetam a muda ou eliminação do exoesqueleto, inibindo o endurecimento da quitina.

## AGONISTAS DE RECEPTORES DE ECDISTEROIDES

Provocam aceleração no processo de ecdise, o que gera insetos deformados.



## AGONISTAS DE RECEPTORES DE OCTOPAMINA

Unem-se aos receptores de octopamina – neurotransmissor excitatório do sistema nervoso central e periférico de insetos. Essa ligação aumenta o estado de excitação do organismo da praga.

## INIBIDORES DO COMPLEXO III DA CADEIA DE TRANSPORTE DE ELÉTRONS NA MITOCÔNDRIA

A hidrometilação inibe o transporte de elétrons da cadeia no complexo III por um mecanismo desconhecido.

## INIBIDORES DO COMPLEXO I DA CADEIA DE TRANSPORTE DE ELÉTRONS NA MITOCÔNDRIA

Inseticidas e acaricidas inibem o complexo I de transporte de elétrons mitocondriais, levando à rápida paralisia e morte.

## BLOQUEADORES DE CANAIS DE SÓDIO DEPENDENTES DA VOLTAGEM

A entrada de sódio na célula promove a transmissão de impulsos nervosos. Com o bloqueio dos canais, não há fluxo de sódio para o interior da célula e, conseqüentemente, também não ocorre a transmissão de impulsos nervosos, o que provoca paralisia e morte do inseto.



## INIBIDORES DA ACETIL-CoA CARBOXILASE

Interfere no crescimento e/ou no desenvolvimento do inseto. Inibe a acetil coenzima A carboxilase, a enzima que catalisa o primeiro passo na biossíntese de ácidos graxos. Componentes importantes da membrana da célula, ácidos graxos são necessários para o crescimento e desenvolvimento do inseto.

## INIBIDORES DO COMPLEXO IV DA CADEIA DE TRANSPORTE DE ELÉTRONS NA MITOCÔNDRIA

Inibe o transporte do complexo mitocondrial de elétrons IV, o último complexo no transporte de elétrons da cadeia, que usa elétrons do citocromo C para reduzir o oxigênio molecular à água.

## INIBIDORES DO COMPLEXO II DA CADEIA DE TRANSPORTE DE ELÉTRONS NA MITOCÔNDRIA

Inibe o transporte de elétrons mitocondriais complexo II, levando à rápida paralisia e morte devido à falta de energia celular.



## MODULADORES DE RECEPTORES DE RIANODINA

Ligam-se definitivamente aos canais de cálcio das fibras musculares, que permanecem abertos permitindo que os íons de cálcio ocupem o interior das fibras, levando à contração dos músculos esqueléticos e provocando paralisia muscular. Após o contato com a substância, a alimentação, o movimento e a reprodução do inseto são interrompidos gradualmente.

## MODULADORES DOS ÓRGÃOS CORDOTONAIS LOCAL ALVO INDEFINIDO

Atua sobre sistema nervoso e musculatura.

## COMPOSTOS DE MoA DESCONHECIDOS OU INCERTOS

Os compostos deste grupo têm um modo de ação desconhecido ou incerto, porque a proteína responsável pela atividade biológica é desconhecida ou não caracterizada.





ESSE É O COMPROMISSO  
**DA CORTEVA AGRISCIENCE**  
COM O PRODUTOR E AS  
**BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS.**



0800 772 2492 | [corteva.com.br](http://corteva.com.br)

<sup>TM</sup> Marca registrada da Dow AgroSciences, DuPont ou Pioneer  
e suas empresas afiliadas ou seus respectivos proprietários. © 2020 CORTEVA