



Lorena Emanuelle da Mata Terra
Engenheira Agrônoma
Ma. em Produção Vegetal
Técnica de Apoio em Pesquisa



INSETICIDAS: MODO DE AÇÃO



INTERAÇÃO entre molécula e o alvo, provocando alterações bioquímicas e fisiológicas.



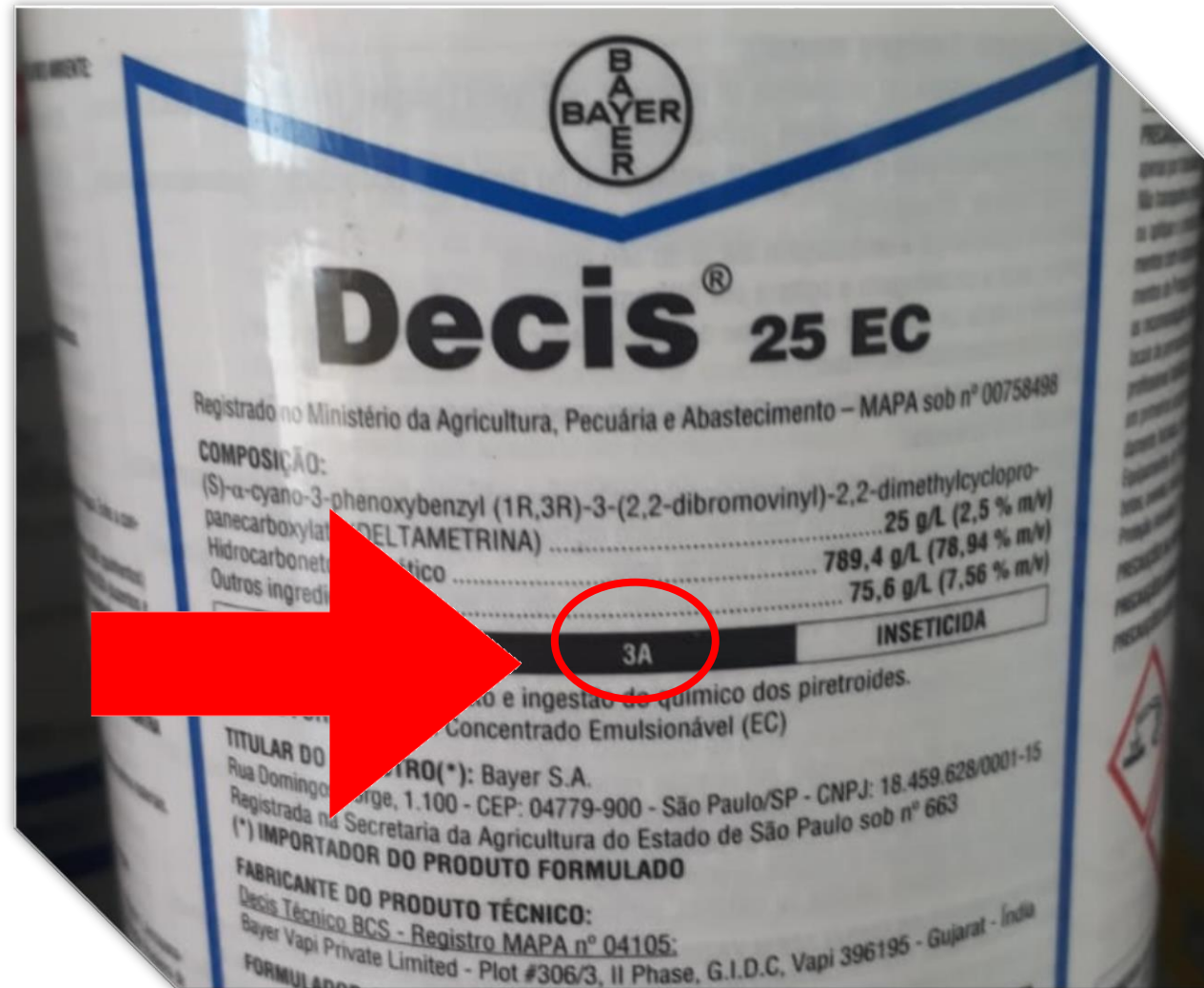
NOMENCLATURA

- ▶ NOMENCLATURA : IRAC (Comitê de ação a resistência a inseticidas)
- ▶ **NÚMERO** – Grupo químico ou sítio de ação
- ▶ **LETRA** – Subgrupo ou rota metabólica

- ▶ **Ex.: 3A (Piretroides – moduladores dos canais de sódio)**



NOMENCLATURA



LEPIDOPTERA - Classificação de Inseticidas por MoA

Sistema Nervoso & Muscular

1. Inibidores da acetilcolinesterase
1A Carbamatos, 1B Organofosforados
2. Antagonistas de canais de cloro mediados pelo GABA
2A Ciclodienos, 2B Fenilpirazóis (fiproles)
3. Moduladores de canais de sódio
3A Piretroides, Piretrinas
4. Moduladores alostéricos de receptores nicotínicos da acetilcolina
4A Neonicotinóides
5. Moduladores alostéricos de receptores nicotínicos da acetilcolina
5 Spinosinas
6. Moduladores alostéricos de canais de cloro mediados pelo glutamato
6A Avermectinas e Milbemicinas
14. Bloqueadores de canais dos receptores nicotínicos da acetilcolina
14 Análogos de nereistoxina
22. Bloqueadores de canais de sódio dependentes da voltagem
22A Indoxacarb, 22B Metaflumizone
28. Moduladores de receptores de rianodina
28 Diamidas
32. Moduladores alostéricos de receptores nicotínicos da acetilcolina

Sistema digestivo

11. Disruptores microbianos da membrana do mesêntero
11A *Bacillus thuringiensis*
31. Disruptores virais da membrana peritrofica do intestino médio
31 Baculovirus

Crescimento e Desenvolvimento

7. Mímicos do hormônio juvenil
7A Análogos do hormônio juvenil
7B Fenoxycarb
15. Inibidores da biosíntese de quitina, tipo 0, Lepidoptera
15 Benzotriurêias
18. Agonistas receptores de ecdisteróides
18 Diacilhidrazinas

Respiração Celular

13. Desacopladores da fosforilação oxidativa via interrupção do gradiente de próton
13 Chlorfenapyr
21. Inibidores do Complexo I da cadeia de transporte de elétrons na mitocôndria
21A Tolifenpyrad

Compostos com modo de ação desconhecido ou incerto

Azadirachtin, Pyridalyl



ÁCAROS - Classificação de Inseticidas por MoA

Sistema Nervoso & Muscular

1. Inibidores da acetilcolinesterase
1A Carbamatos,
1B Organofosforados
2. Bloqueadores de canais de cloro mediados pelo GABA
2A Ciclodienos,
2B Fenilpirazóis (fiproles)
3. Moduladores de canais de sódio
3A Piretroides, Piretrinas
6. Moduladores alostéricos de canais de cloro mediados pelo glutamato
6A Avermectinas e Milbemicinas
19. Agonistas de receptores de octopamina
19 Amitraz
32. Moduladores alostéricos de receptores nicotínicos da acetilcolina



Crescimento e Desenvolvimento

10. Inibidores de crescimento de ácaros
10A Clofentezine Hexythiazox, Diflovidazin
10B Etoxazole
15. Inibidores da biosíntese de quitina, tipo 0, Lepidoptera
15 Benzotriurêias
23. Inibidores da acetil CoA carboxilase
23 Derivados de ácido tetrônico

Compostos com modo de ação desconhecido ou incerto

Benzoximate, Dicofof, Chinomethionat

Respiração Celular

12. Inibidores de ATP sintetase mitocondrial
12A Diafenthuron, 12B Organoestânicos,
12C Propargite
13. Desacopladores da fosforilação oxidativa via interrupção do gradiente de próton
13 Chlorfenapyr, DNOC, Sulfuramid
20. Inibidores do Complexo III da cadeia de transporte de elétrons na mitocôndria
20B Acequinoil
20C Fluacrypyrim
20D Bifenazato
21. Inibidores do Complexo I da cadeia de transporte de elétrons na mitocôndria
21A Acaricidas METI
25. Inibidores do Complexo II da cadeia de transporte de elétrons na mitocôndria
25A Cyenopyrafen, Cyflumetofen
25B Pyflubumide

IRAC

Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas
Brasil

Fonte: IRAC - BR

PULGÕES, MOSCAS-BRANCAS E CIGARRINHAS

Classificação de Inseticidas por MoA

Sistema Nervoso & Muscular

1. Inibidores da acetilcolinesterase
1A Carbamatos, 1B Organofosforados
2. Antagonistas de canais de cloro mediados pelo GABA
2A Ciclodienos, 2B Fenilpirazois (fiproles)
3. Moduladores de canais de sódio
3A Piretroides, Piretrinas
4. Moduladores competitivos de receptores nicotínicos da acetilcolina
4A Neonicotinoides, 4C Sulfoxaflor, 4D Flupyradifurone, 4E Triflumezopyrim
9. Moduladores de canais TRPV de órgãos cordonotais
9B Derivados de piridina de azometina, 9D Pyropenes
22. Bloqueadores de canais de sódio dependentes da voltagem
22A Oxadiazinas, 22B Semicarbazonas
28. Moduladores de receptores de rianodina
28 Diamidas (Cyantraniliprole)
29. Moduladores de órgãos cordonotais - alvo de ação indefinido
29 Flonicamid
30. Moduladores alostéricos de canais de cloro mediados pelo GABA
30 Metadiazinas

Respiração Celular

12. Inibidores de ATP sintetase mitocondrial
12A Diafenthiuron
21. Inibidores do Complexo I da cadeia de transporte de elétrons na mitocôndria
21A Pyridaben, Tolfenpyrad

Crescimento e Desenvolvimento

7. Mímicos do hormônio juvenil
7A Kinoprene, 7B Fenoxicarb, 7C Pyriproxifen
15. Inibidores da biosíntese de quitina, tipo 0, Lepidoptera
15 Benzoilureias
16. Inibidores da biosíntese de quitina, tipo 1, Hemiptera
16 Buprofezin
23. Inibidores da acetil CoA carboxilase
23 Derivados de ácido tetrônico e tetrâmico

Compostos com modo de ação desconhecido ou incerto

Pyrifluquinazon



Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas

Brasil

Fonte: IRAC - BR

IMPORTANT!

PRESSÃO DE SELEÇÃO

Aplicação do produto A



Após a aplicação



Aplicação do produto B



Após a aplicação




Aplicação do produto C

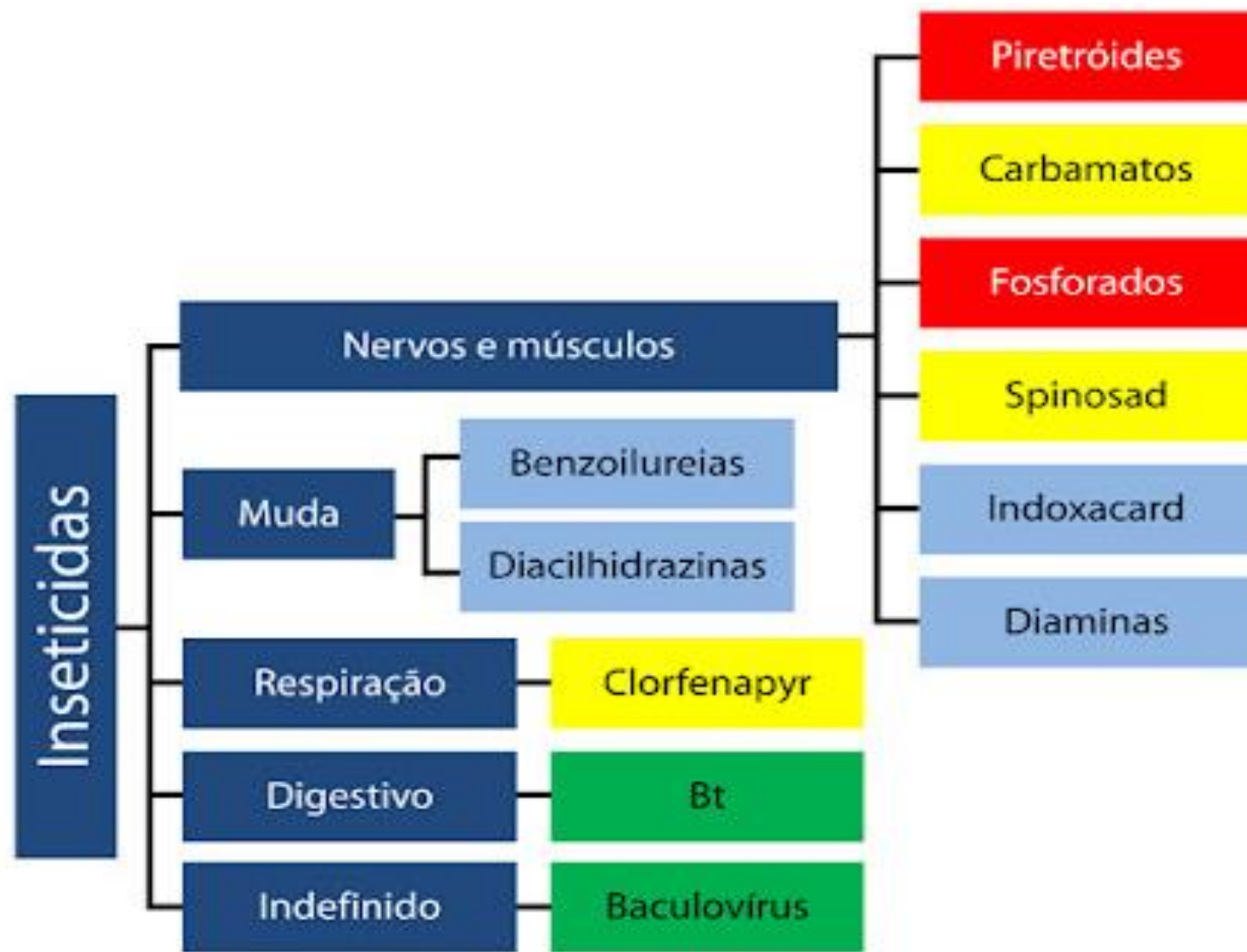


Após a aplicação



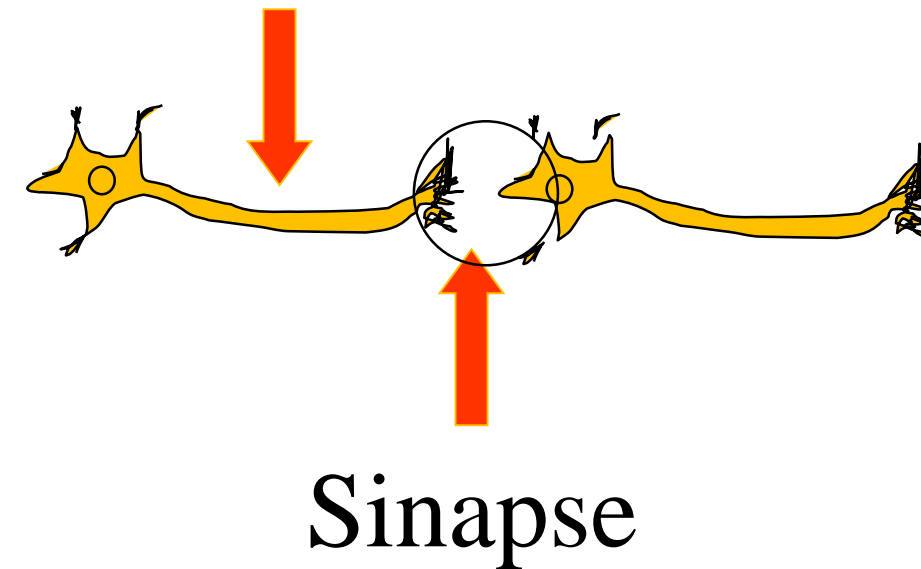
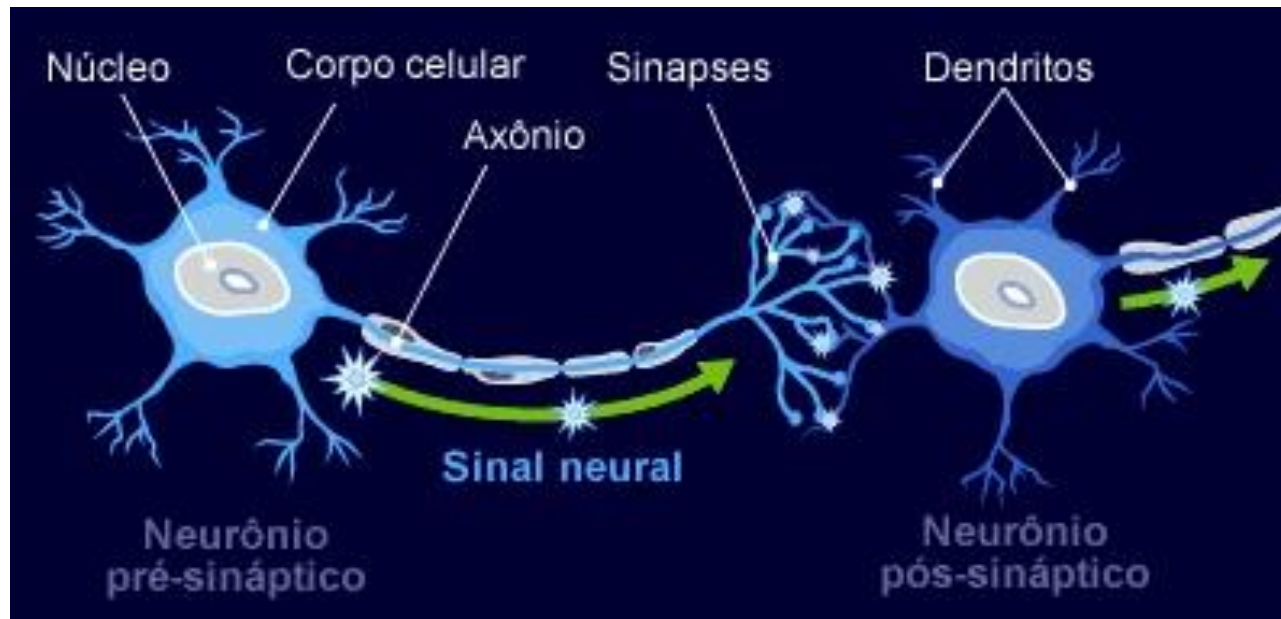
( = indivíduo suscetível;  = indivíduo resistente ao produto A;  = indivíduo resistente ao produto B;  = indivíduo resistente ao produto C).

Fonte: Mais soja



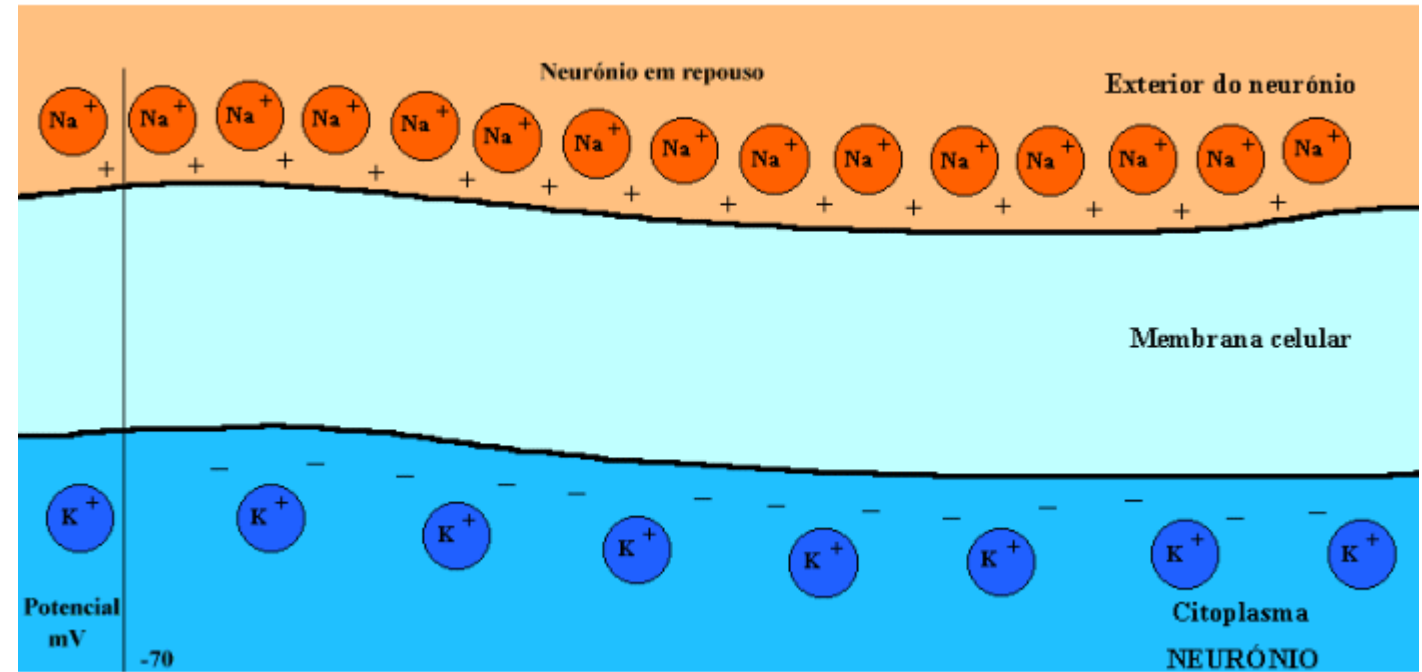
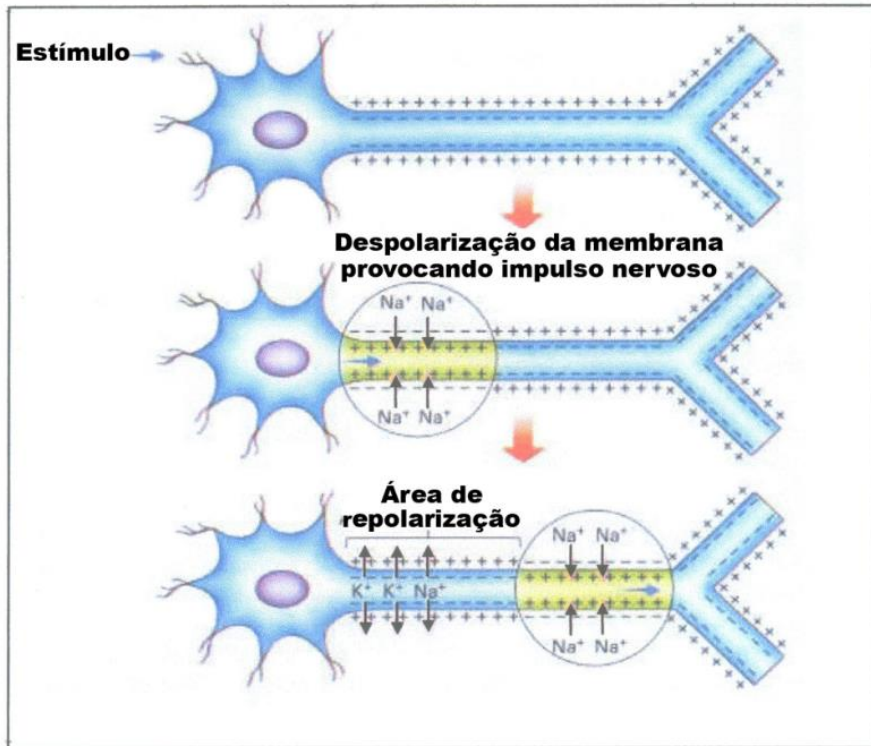
Fonte: IRAC - BR

SISTEMA NERVOSO: FUNCIONAMENTO



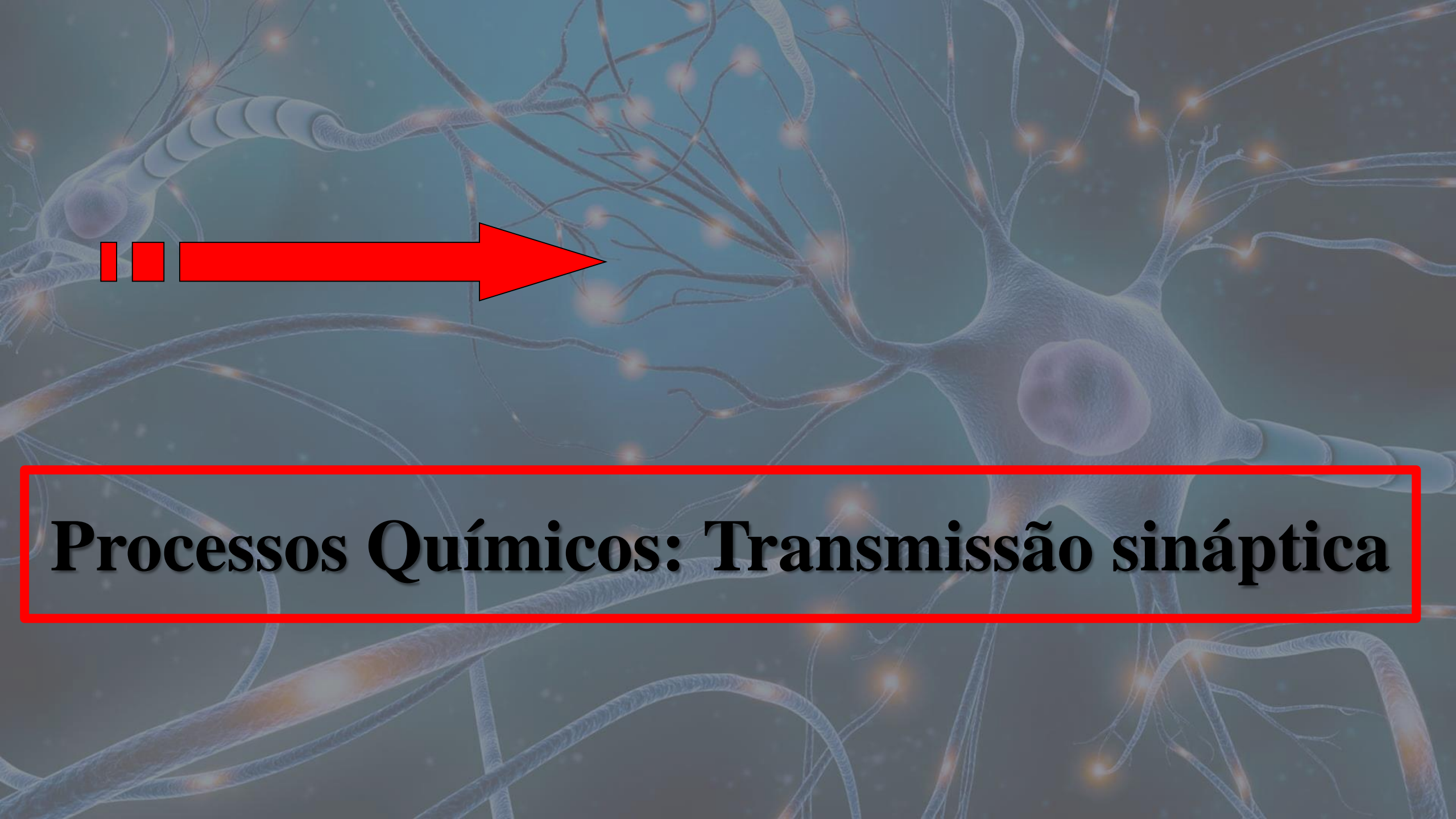
Fonte: Só biologia

MODO DE AÇÃO: - NEUROTRANSMISSORES



Condições normais

Fonte: Só biologia



Processos Químicos: Transmissão sináptica

MODO DE AÇÃO: - NEUROTRANSMISSORES

> **Inibidores da Acetilcolinesterase**

Organofosforados e Carbamatos

> **Agonistas da Acetilcolina**

Neonicotinoide e Espinosinas

> **Antagonistas da Acetilcolina**

Bis tiocarbamato

> **Agonistas do GABA**

Avermectinas e Milbemicinas

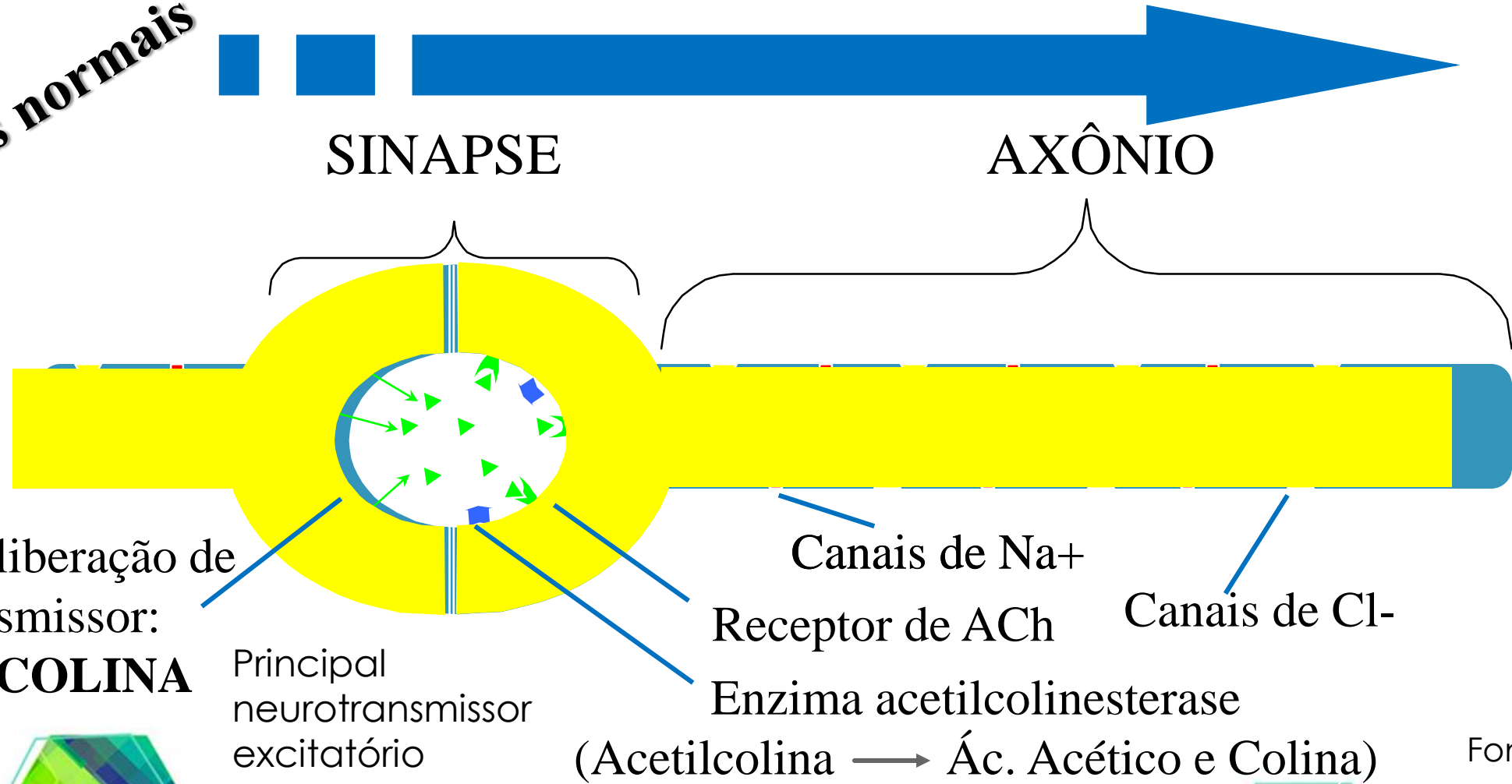
> **Antagonistas do GABA**

Ciclodienos e Fenilpirazóis



Transmissão do Impulso

Condições normais

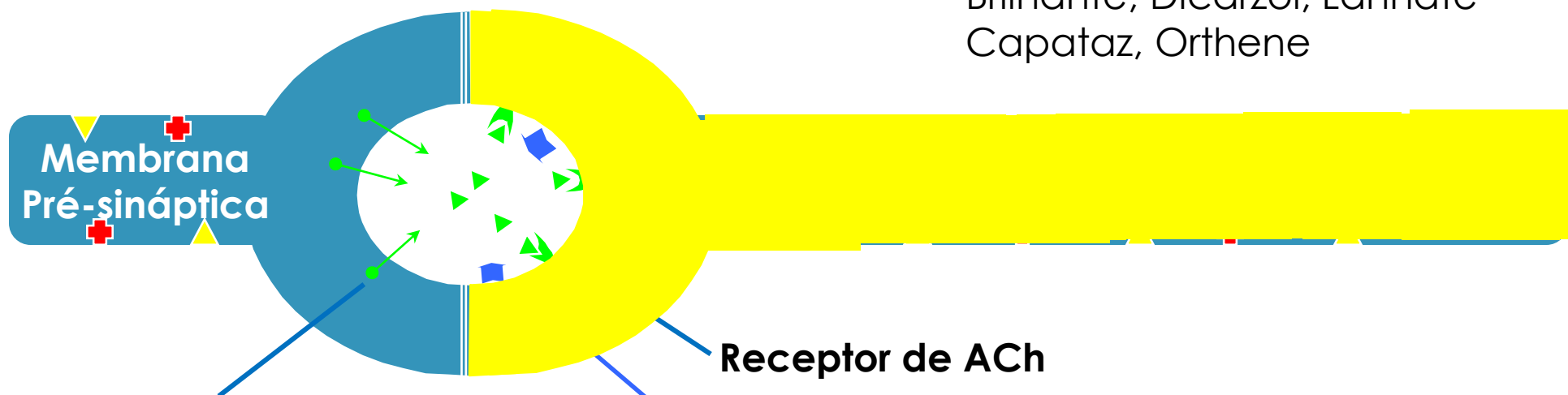


Fonte: Slide Player

Inibidores da Acetilcolinesterase

excitação - tremores - morte

Brilhante, Dicarzol, Lannate
Capataz, Orthene



**Síntese e liberação
de neurotransmissor :
Acetilcolina**

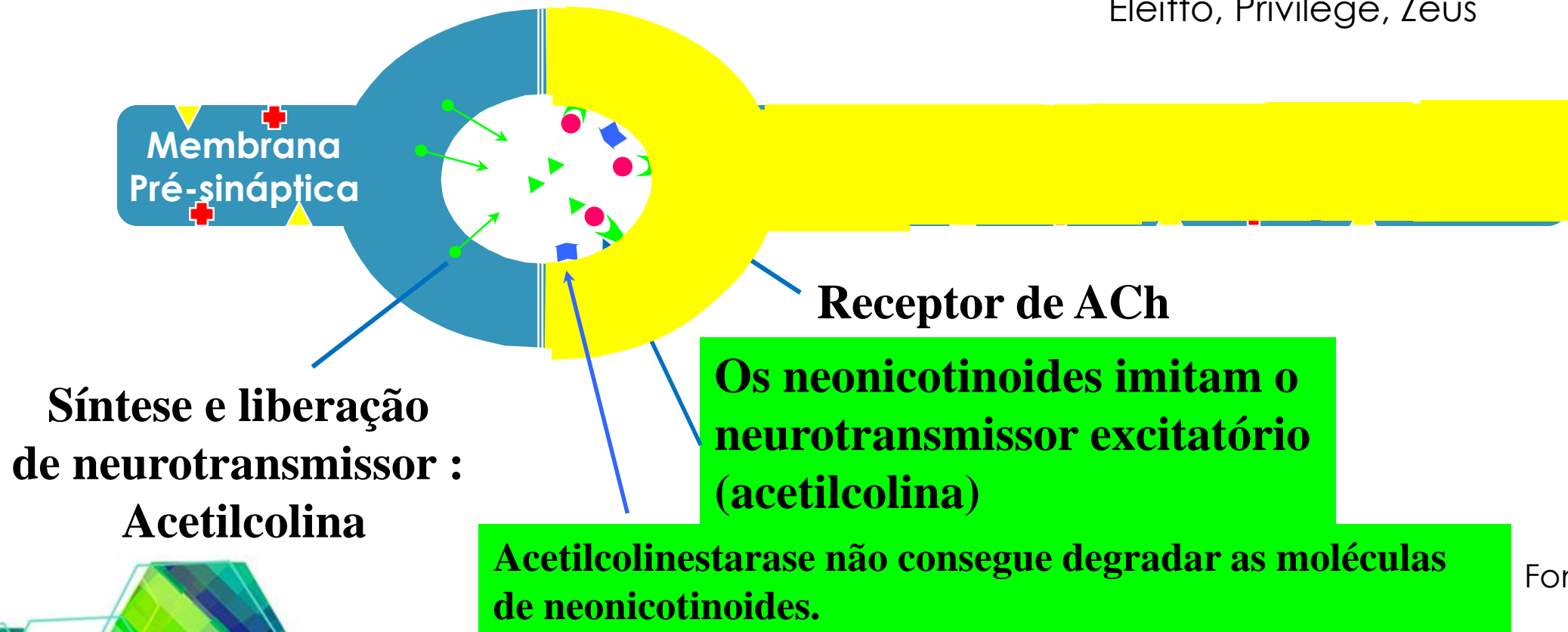
**Carbamatos e Organofosforados
ligam-se à Acetilcolinesterase, inibindo
a sua ação**

Fonte: Slide Player

Agonistas da Acetilcolina

excitação - tremores - morte

Mospilan, Evidence, Granary
Eleitto, Privilege, Zeus

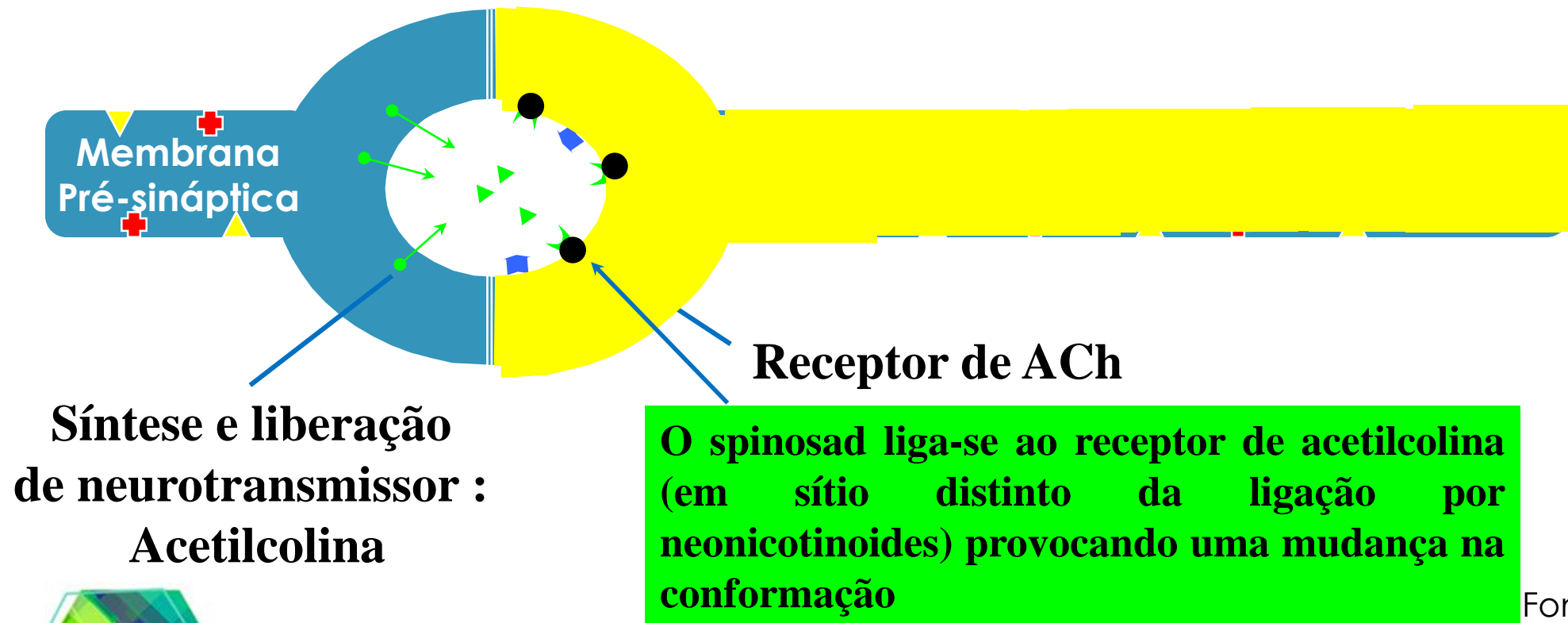


Fonte: Slide Player

Agonistas de Acetilcolina

excitação - tremores - morte

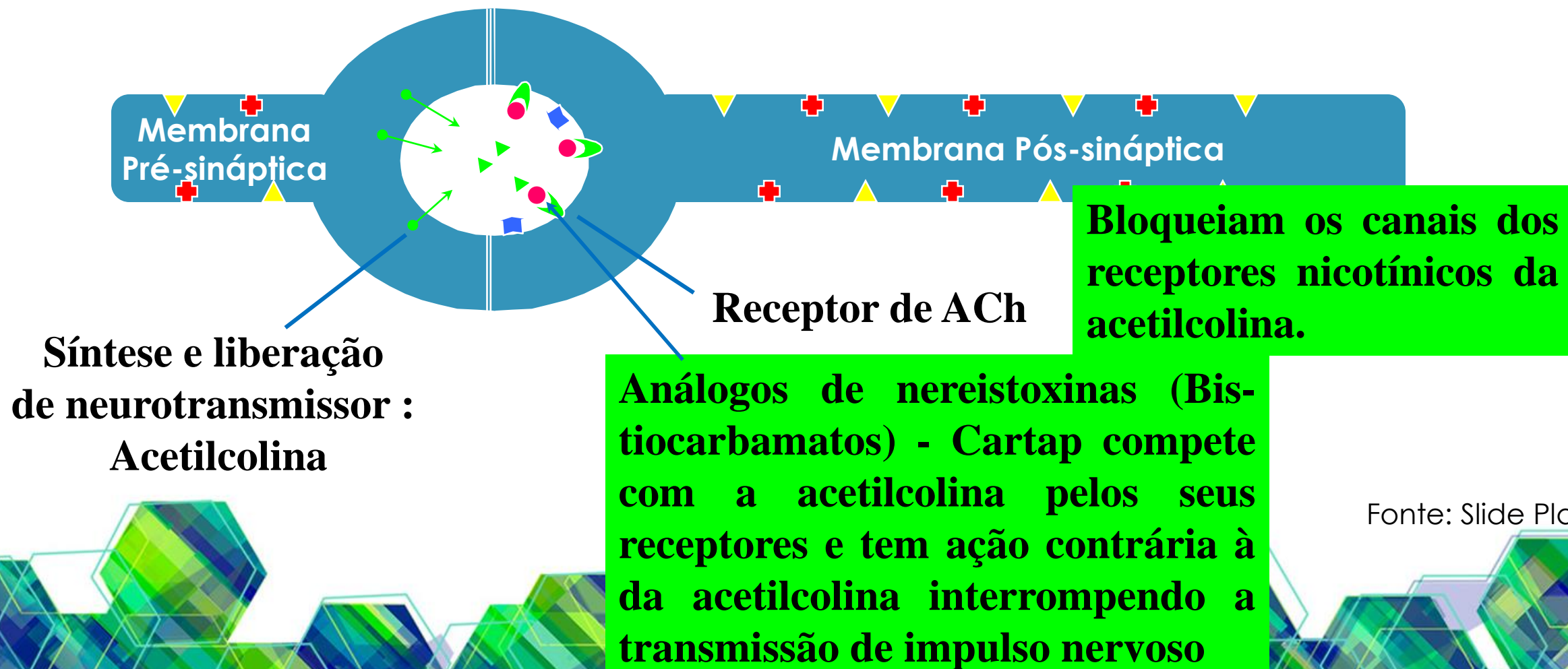
Delegate



Fonte: Slide Player

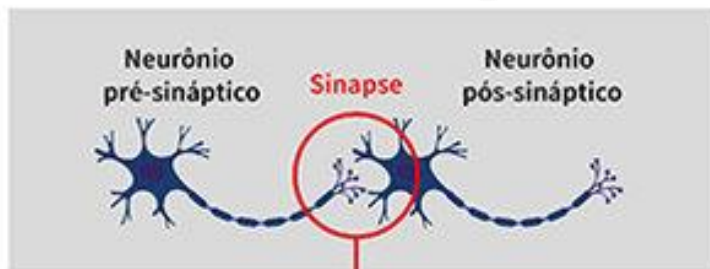
Antagonista da Acetilcolina

paralisia e eventual morte



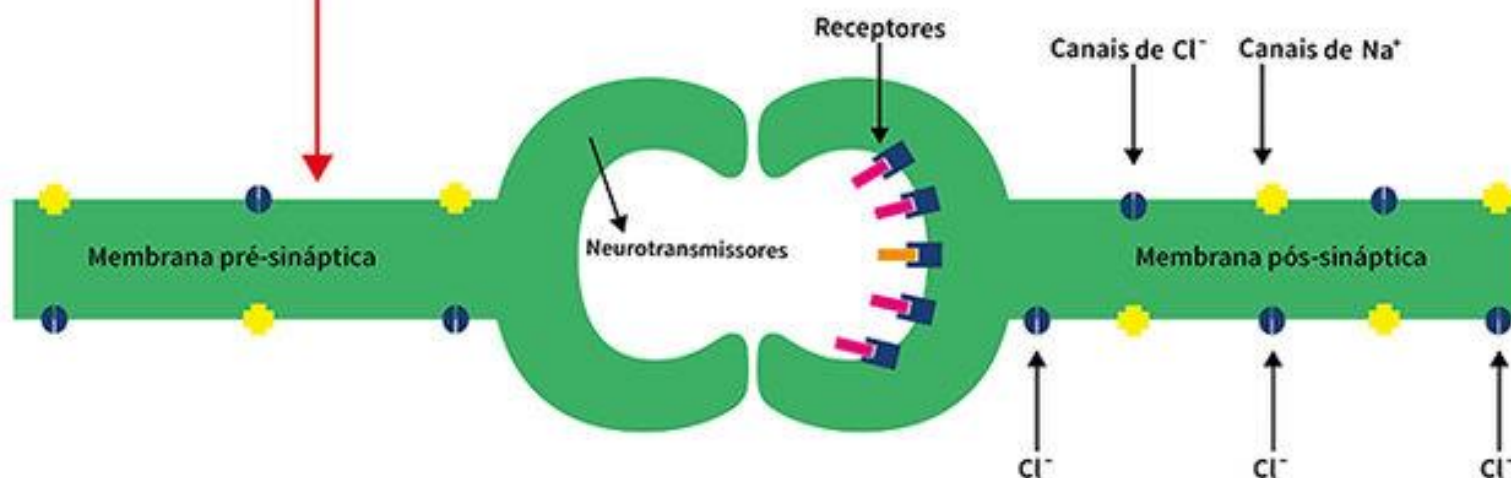
Agonistas do GABA

Principal neurotransmissor de inibição



Avermectinas e Milbemicinas

Abamectin, Abamex
Milbeknock

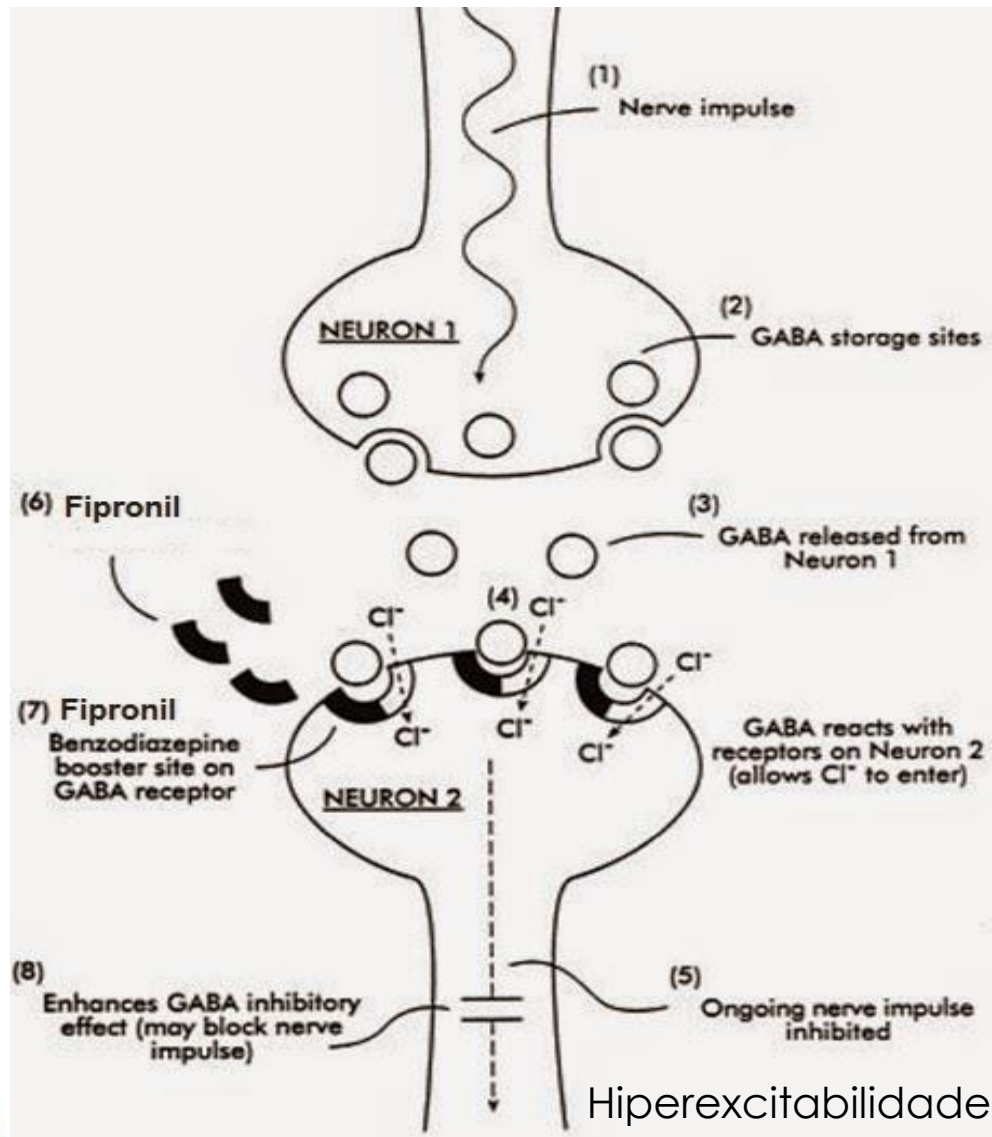


■ GABA ■ Benzoato de emamectina ■ Receptores de GABA

Fonte: Elevagro

paralisa e eventual morte

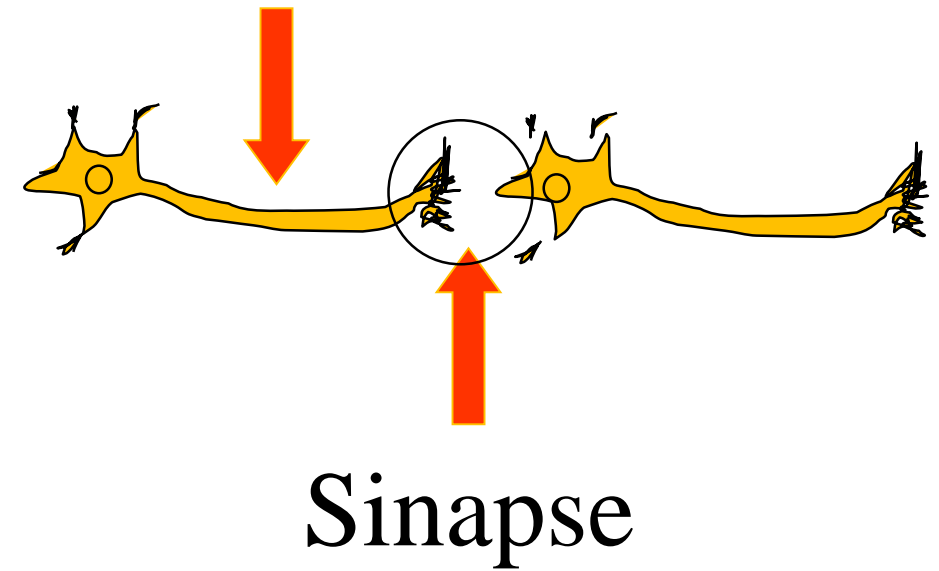
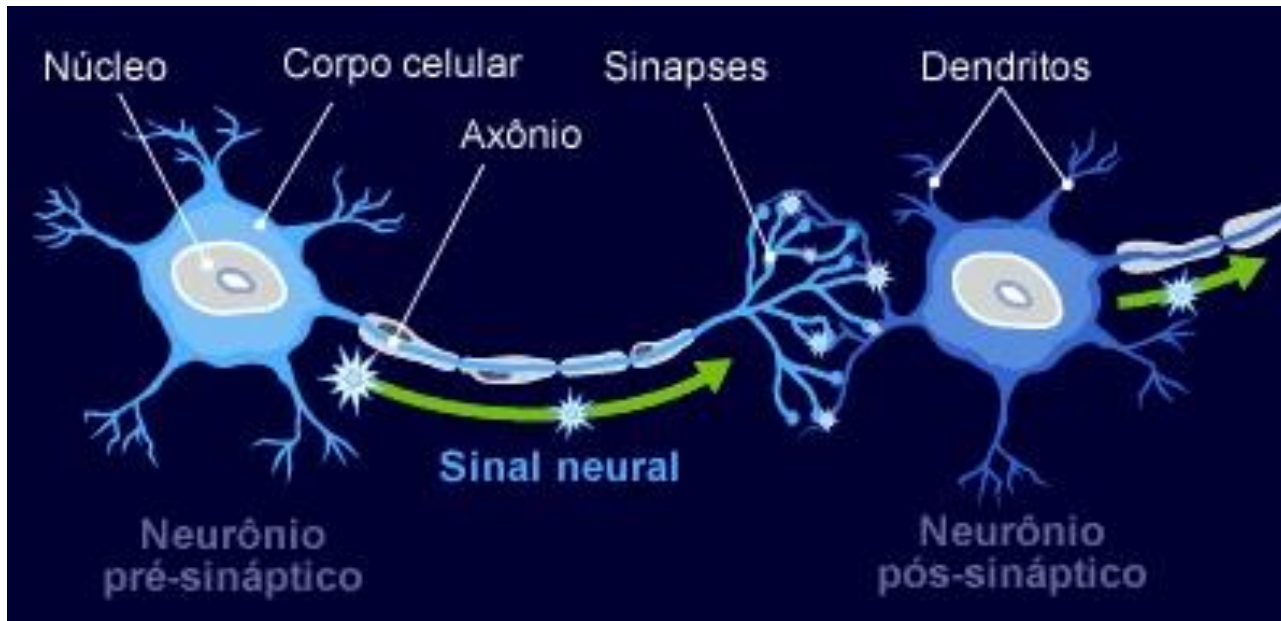
Antagonistas do GABA



Ciclodienos e Fenilpirazois

Fonte:
<https://www.pragaseeventos.com.br/como-agem-os-inseticidas-nos-insetos/>

MODO DE AÇÃO: - NEUROTRANSMISSORES



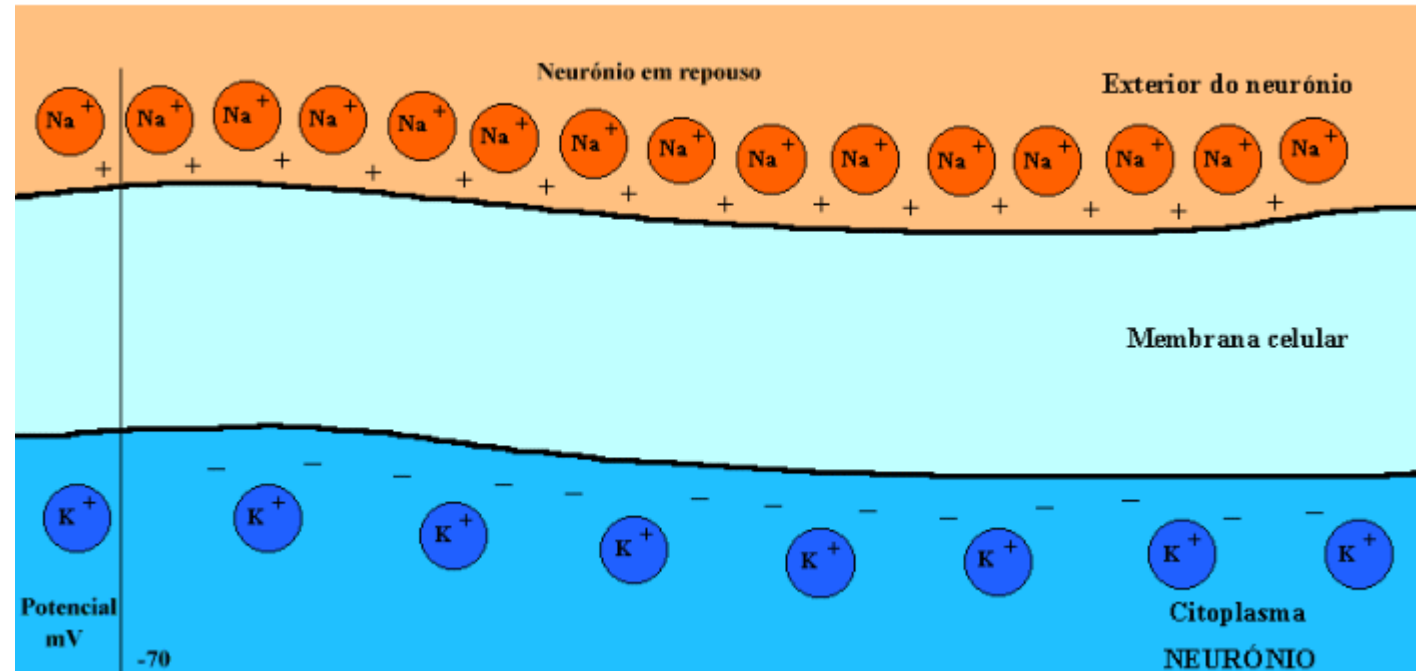
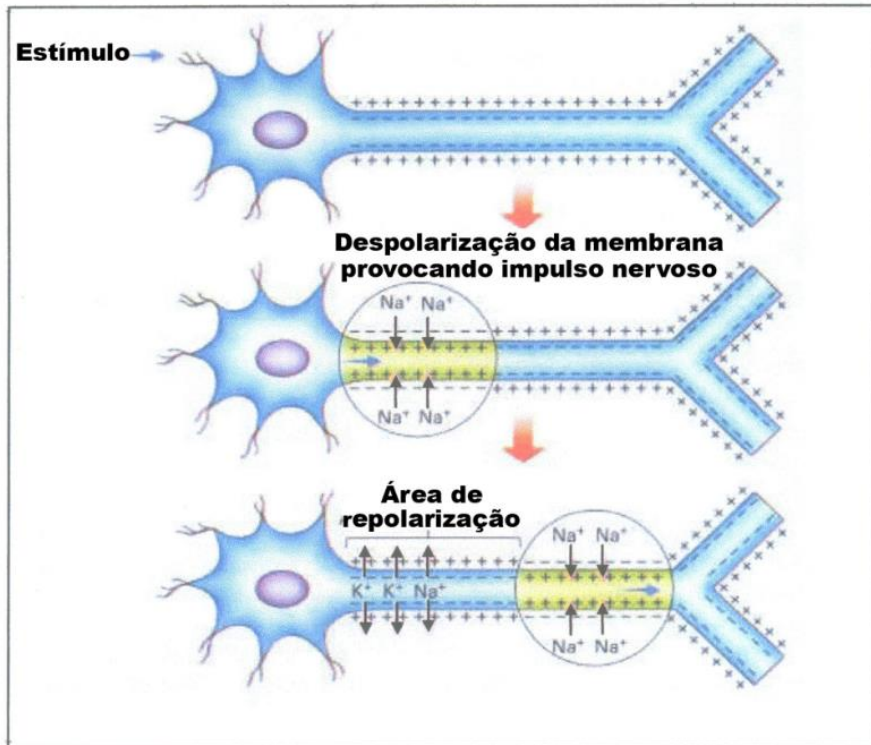
Fonte: Só biologia



Processos Elétricos: Transmissão axônica



MODO DE AÇÃO: - NEUROTRANSMISSORES



Condições normais

Fonte: Só biologia

MODO DE AÇÃO: - NEUROTRANSMISSORES

- **Moduladores dos canais de Na**

Piretroides

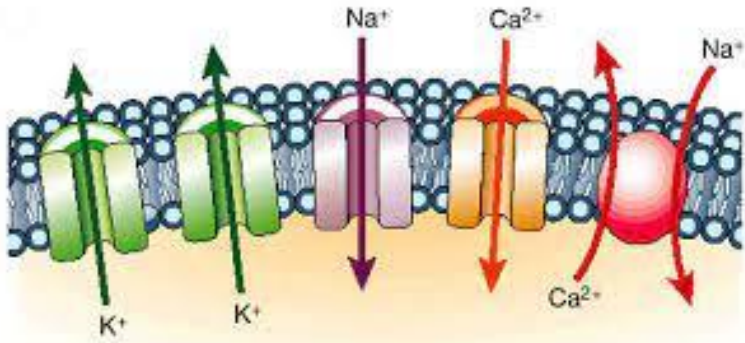
- **Bloqueadores dos canais de Na**

Oxadiazinas



Moduladores dos canais de Na

Cyprin, Decis, Fastac, Kaiso
Imunit, Zeus

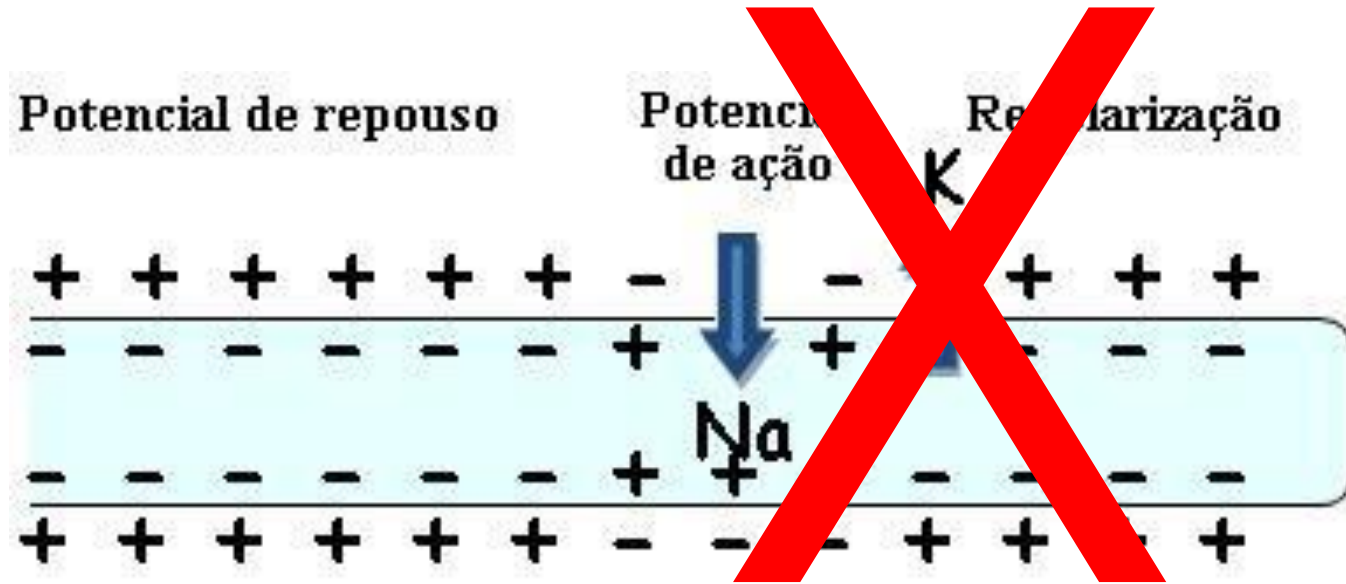


Hiperexcitação → Morte



Fonte: Castilho, 2018

Bloqueadores dos canais de Na



Mantém canais de sódio fechado, impedindo o fluxo do íon e consequentemente a passagem do impulso nervoso.

Oxadiazinas

Fonte: Brasil escola

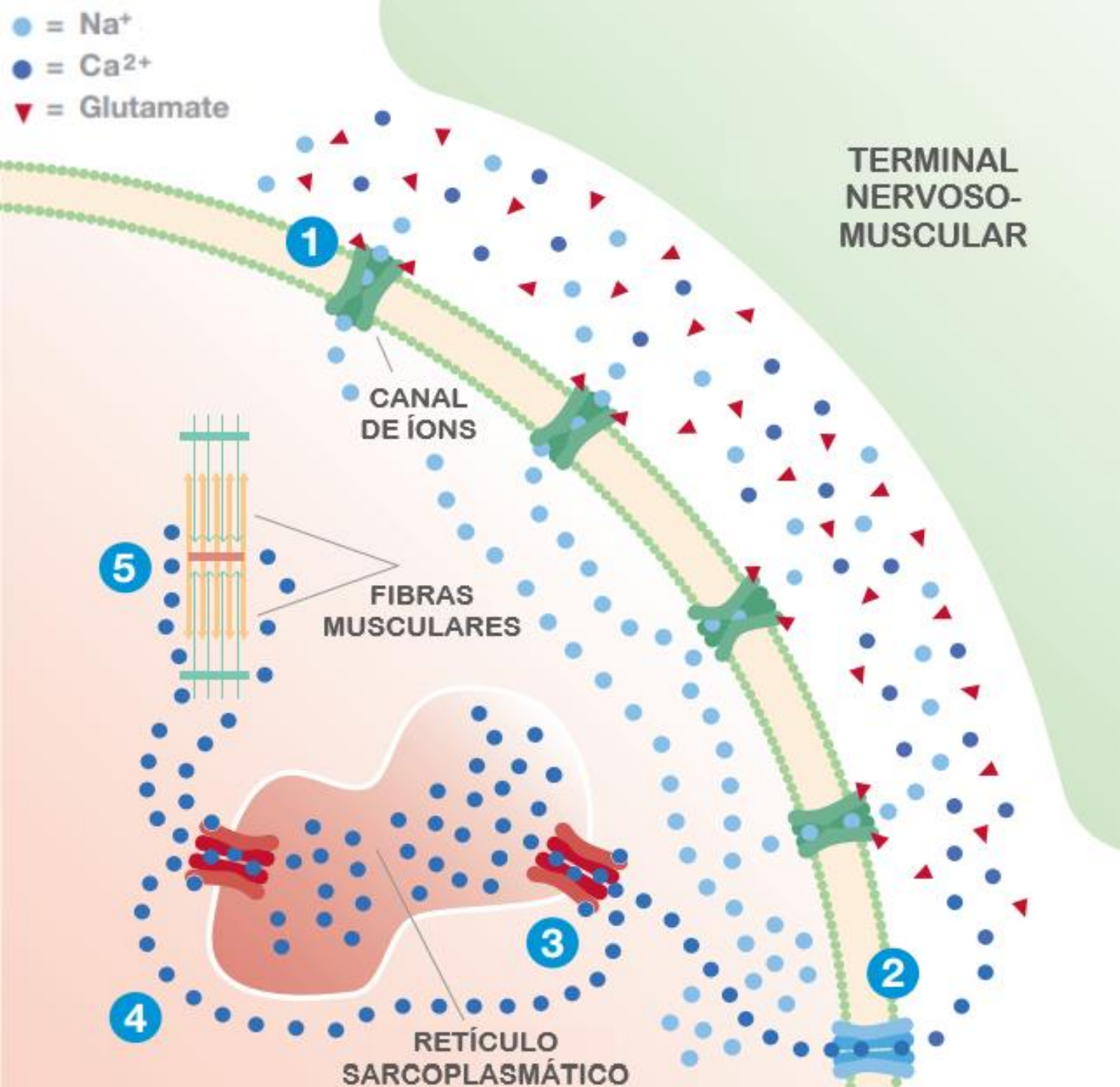
MODO DE AÇÃO: SISTEMA MUSCULAR

> **Ativador dos receptores de rianodina**

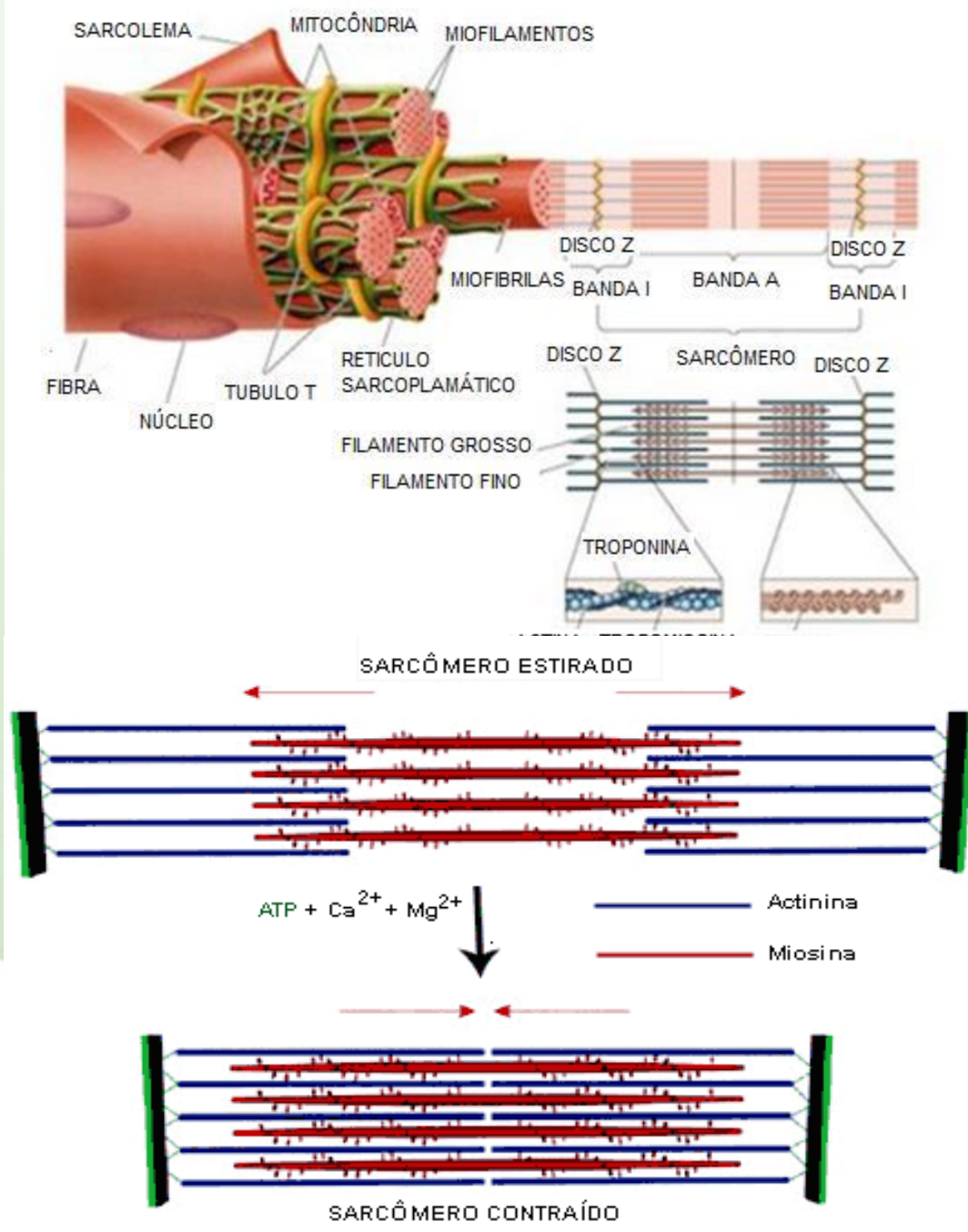
DIAMIDAS - Flubendiamida, Ciantraniliprole, Clorantraniliprole

Premio





ORGANIZAÇÃO DA FIBRA MUSCULAR Fonte: Salgado, 2013



MODO DE AÇÃO: REGULADORES DE CRESCIMENTO

- **Inibidores da síntese de quitina**

Benzoilfeniluréias, buprofezin, ciromazina

- **Agonistas do hormônio juvenil**

Juvenóides

- **Agonistas de ecdisteróides**

Tebufenozide, methoxyfenozide



MODO DE AÇÃO: REGULADORES DE CRESCIMENTO

Forma de crescimento dos insetos



QUITINA - Principal componente do exoesqueleto dos insetos

Ecdise - Metamorfose



Muda periódica



Ecdisona e Hormônio Juvenil

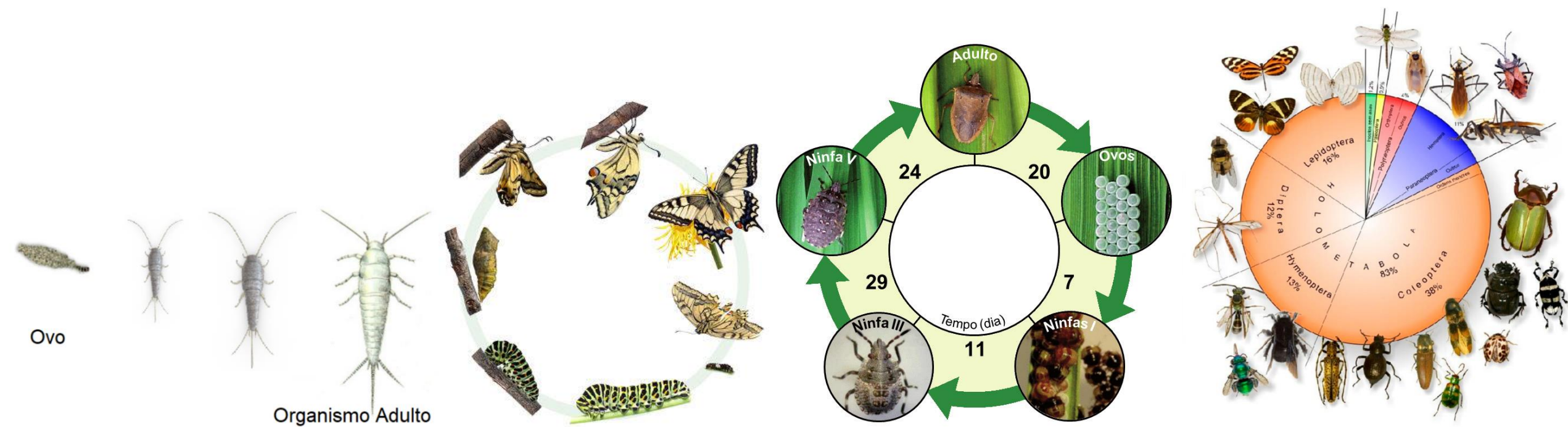


Comandada por hormônios

Ametábolos – Crescimento em tamanho;

Holometábolos – Metamorfose completa (Mudança drástica em tamanho e forma);

Homometábolos – Metamorfose incompleta (Mudança gradual).



Inibidores da síntese de quitina - Lepdópteras

- * Bloqueiam a síntese de quitina através das membranas das células epidérmicas.
- * Produto = Muda sem formação do tegumento.
- * Morte por perda de água.

Ex.: Benzoilureia (teflubenzuron, triflumuron, novaluron, flufenoxuron)

Imunit



Inibidores da síntese de quitina - Hemípteras

* Bloqueiam a síntese de quitina.

Ex.: Buprofezim



Fonte: by Nathan [Mundhenk](#),
in [Centerville, Ohio](#) USA July 30 2007.

Disruptores da ecdise - Dípteras

- * Afetam a muda ou a eliminação do exoesqueleto antigo.
- * Inibe o endurecimento da quitina.

Ex.: Cyromazine



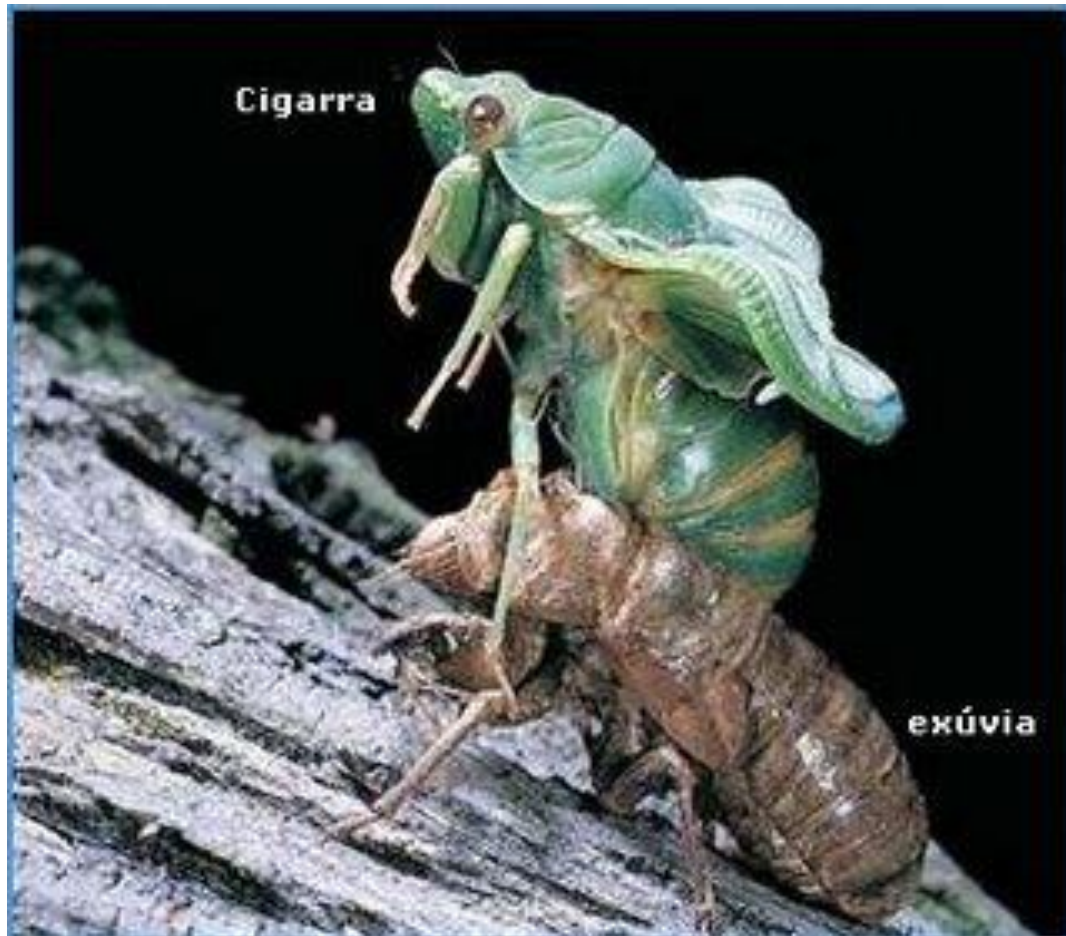
Agonistas de ecdisteróides

* Imitam a atuação do hormônio ecdisona – Provoca ecdise imatura.

* Mudança de instar – Cutícula deformada, produzida abaixo da cutícula velha.

Ex.: Tebufenozone, methoxyfenozide





Inseto se desprendendo da cutícula velha.
Fonte: Brasil escola



Inseto se desprendendo da cutícula velha.
Fonte: Brasil escola



Agonistas do hormônio juvenil

- * Imitam a ação do hormônio Juvenil (HJ).
- * Impede que o inseto passe para a fase adulta.



Afeta a metamorfose dos insetos imaturos. (Ex.: Impedem que lagartas empupem).

E.: Juvenóides (Metoprene, piriproxifen)

BLOQUEADORES SELETIVOS DA ALIMENTAÇÃO

* Provoca paralisação da alimentação por bloquear as glândulas salivares

Ex.: Pymetrozine – ação em insetos sugadores

Chess



MODO DE AÇÃO: METABOLISMO ENERGÉTICO

> Inibidores da síntese de ATP

Organoestânicos, Dinitrofenóis –

> Inibidores do transporte de elétrons

Fenpyroximate, Rotenona, Acequinocyl -

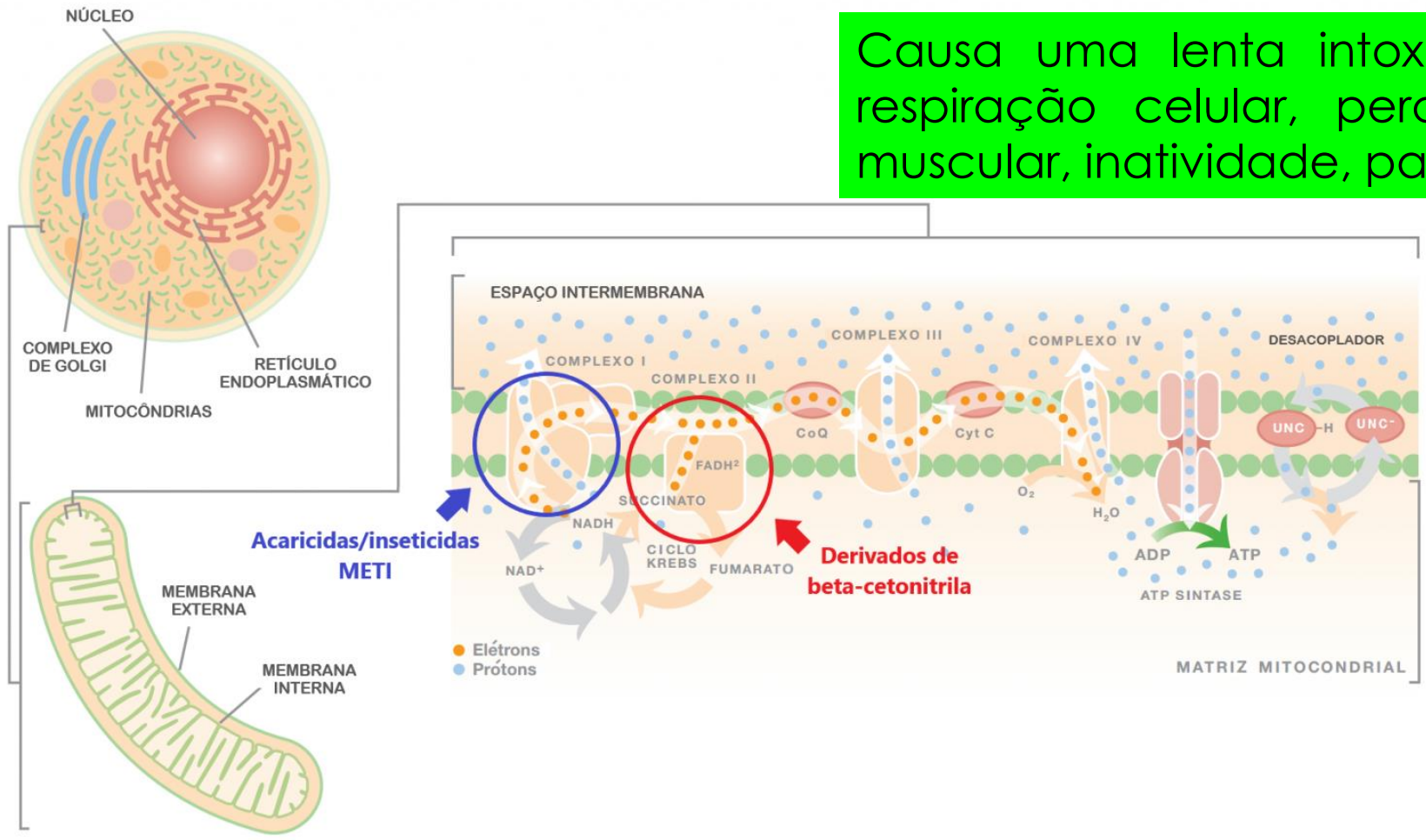
> Inibidores da ATPase

Propargite, Diafentiuron -



Inibidores do transporte de elétrons

Causa uma lenta intoxicação afetando a respiração celular, perda de coordenação muscular, inatividade, paralisia e morte.



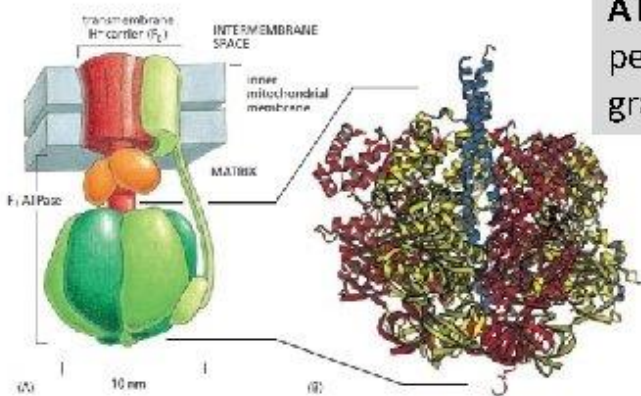
Okay

Fonte: Salgado, 2013



Inibidores da síntese de ATP

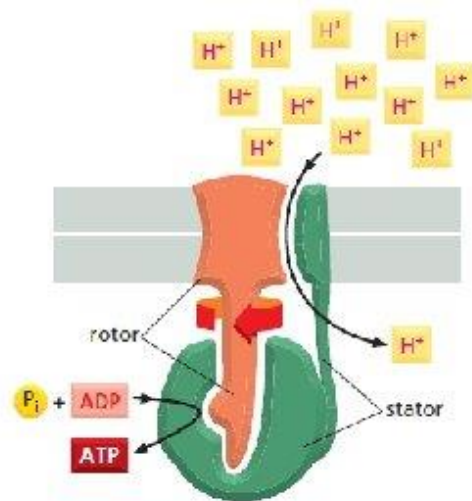
O gradiente de prótons promove a síntese de ATP
– fosforilação oxidativa



ATP sintase cria uma rota hidrofílica que permite aos prótons fluir a favor do seu gradiente eletroquímico.

O movimento dos prótons através do carreador causa uma rotação na haste dentro da cabeça e induz a produção de ATP.

Transporte acoplado ao fluxo de H⁺



(A) ATP SYNTHESIS

* Impede que a membrana mitocondrial crie um gradiente de prótons

Chlorfenapyr

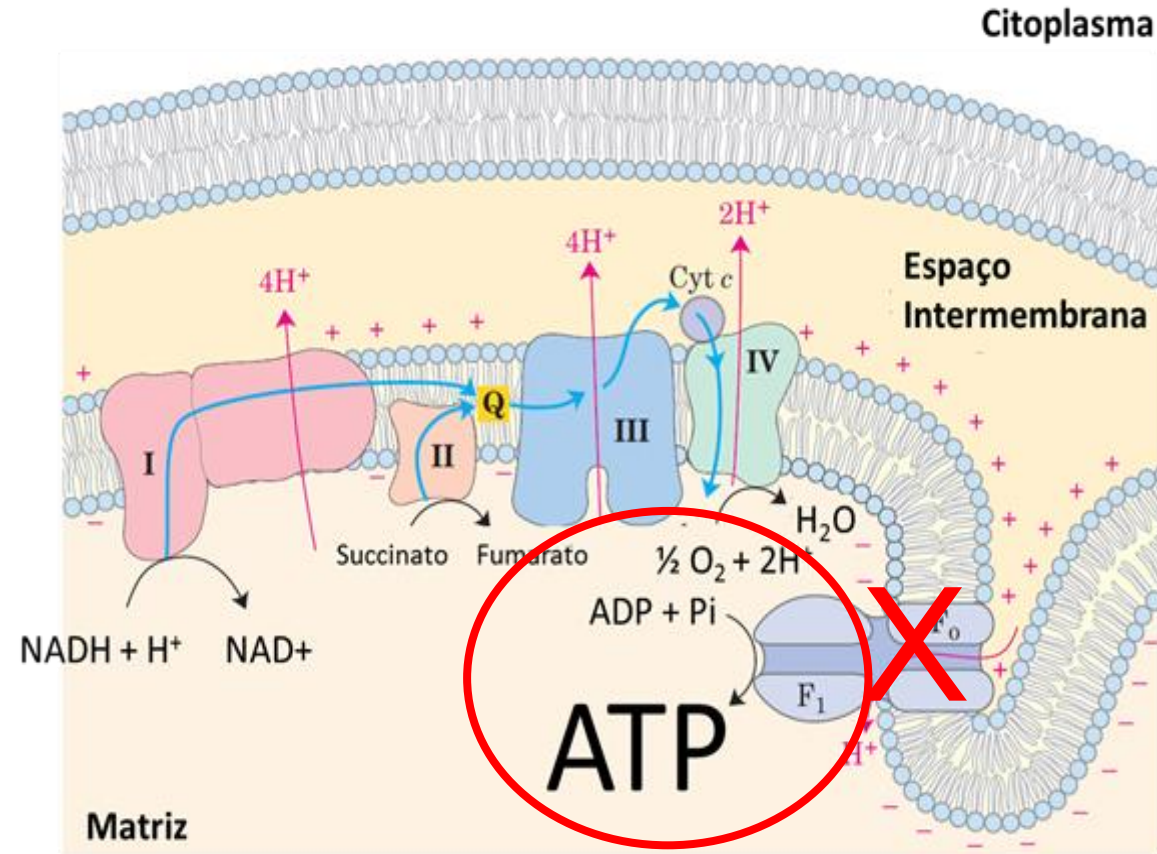
Fonte: Arfelli, 2019

Inibidores da ATPase

* Inseticidas acaricidas de amplo espectro.

* Bloqueia a passagem de prótons na subunidade F₀ da ATP-sintase e interrompe o seu funcionamento.

Diafentiuron



MODO DE AÇÃO: OUTROS – DESCONHECIDOS OU NÃO ESPECIFICADOS

* **Azadiracthina** - Nim indiano – Ação fagodeterregente e desregulador de crescimento por apresentar semelhança ao hormônio ecdisona.

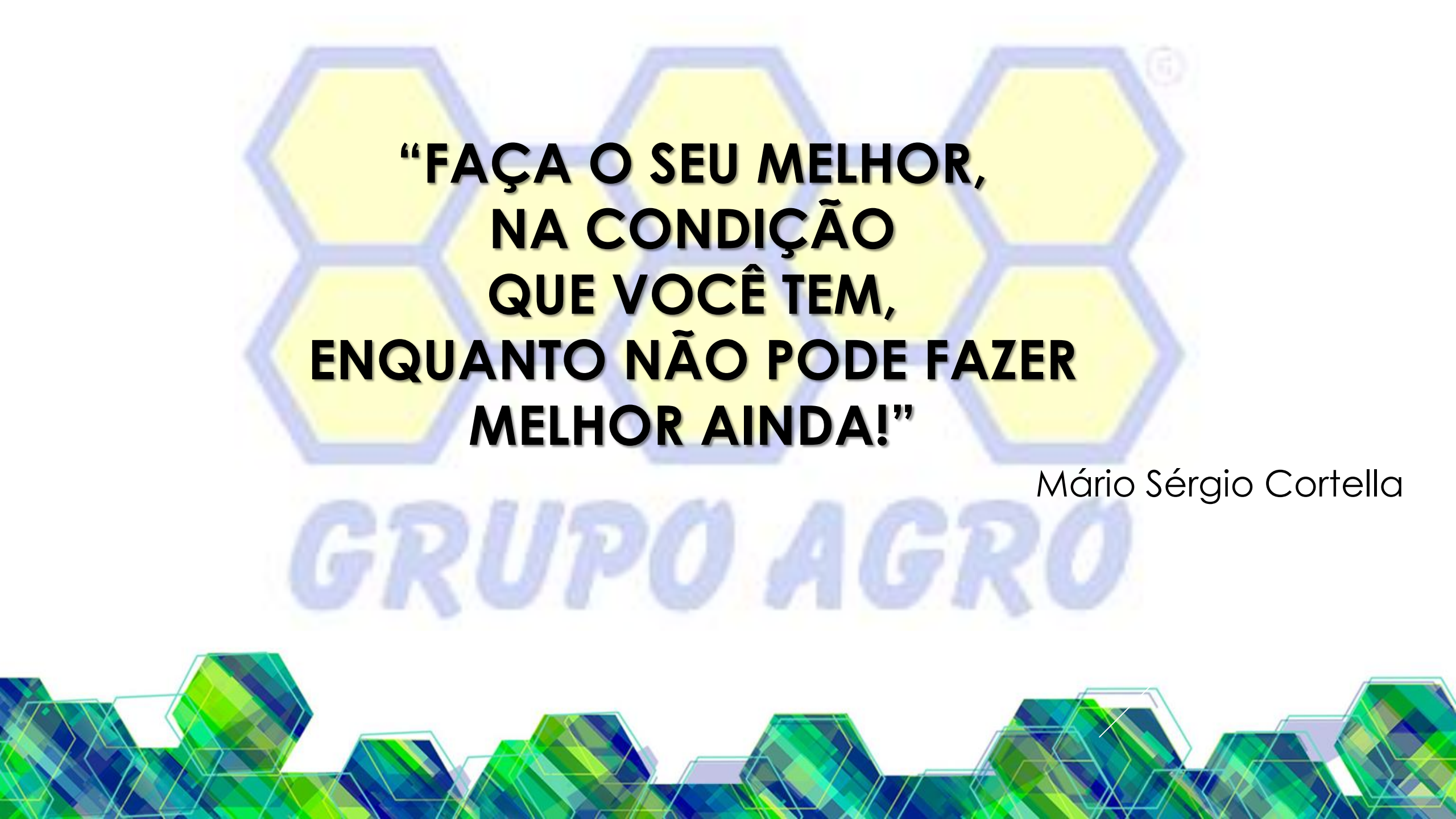
* Maior atividade tóxica

* Encontra-se em maior quantidade nos frutos

Fonte: CPT, 2006

Causa bloqueio





**“FAÇA O SEU MELHOR,
NA CONDIÇÃO
QUE VOCÊ TEM,
ENQUANTO NÃO PODE FAZER
MELHOR AINDA!”**

Mário Sérgio Cortella

GRUPO AGRO

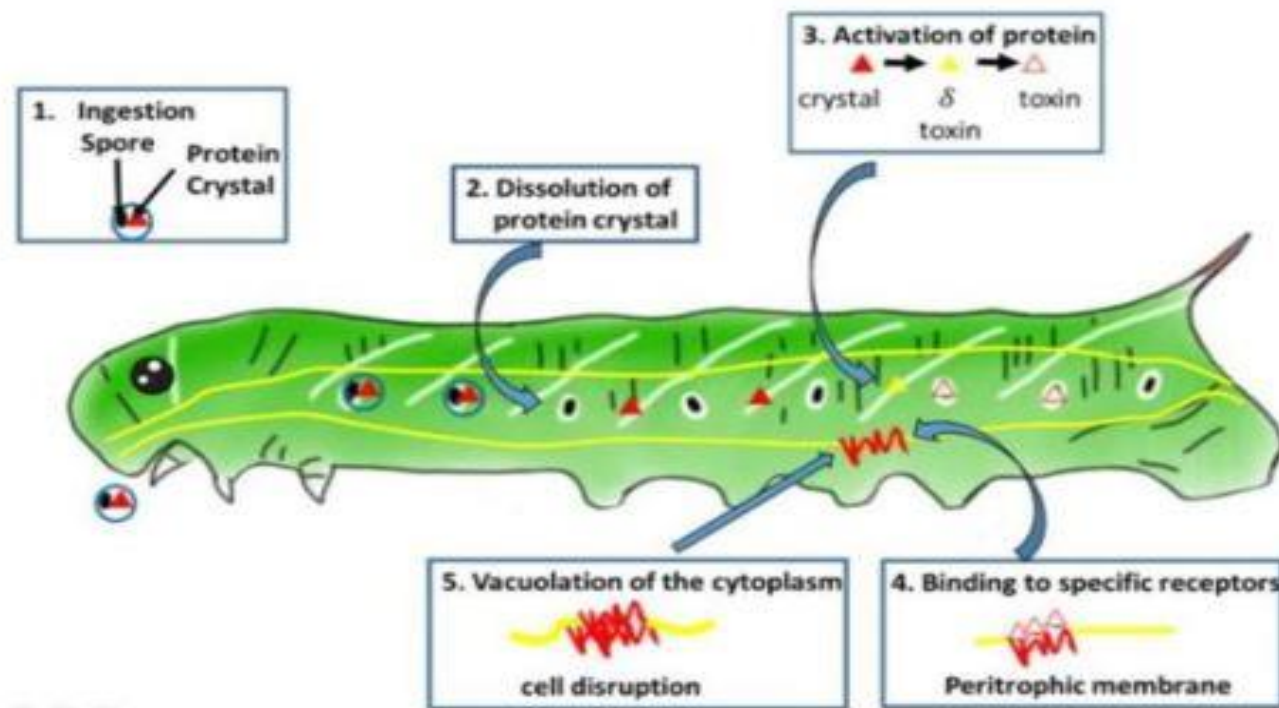


Lorena Emanuelle da Mata Terra
Engenheira Agrônoma
Ma. em Produção Vegetal
Técnica de Apoio em Pesquisa



BIOLÓGICOS

* *Bacillus thuringiensis* – Proteínas **Cry** que causam paralisia do aparelho digestório. Inanição, Septicemia, Paralisia geral dos músculos.



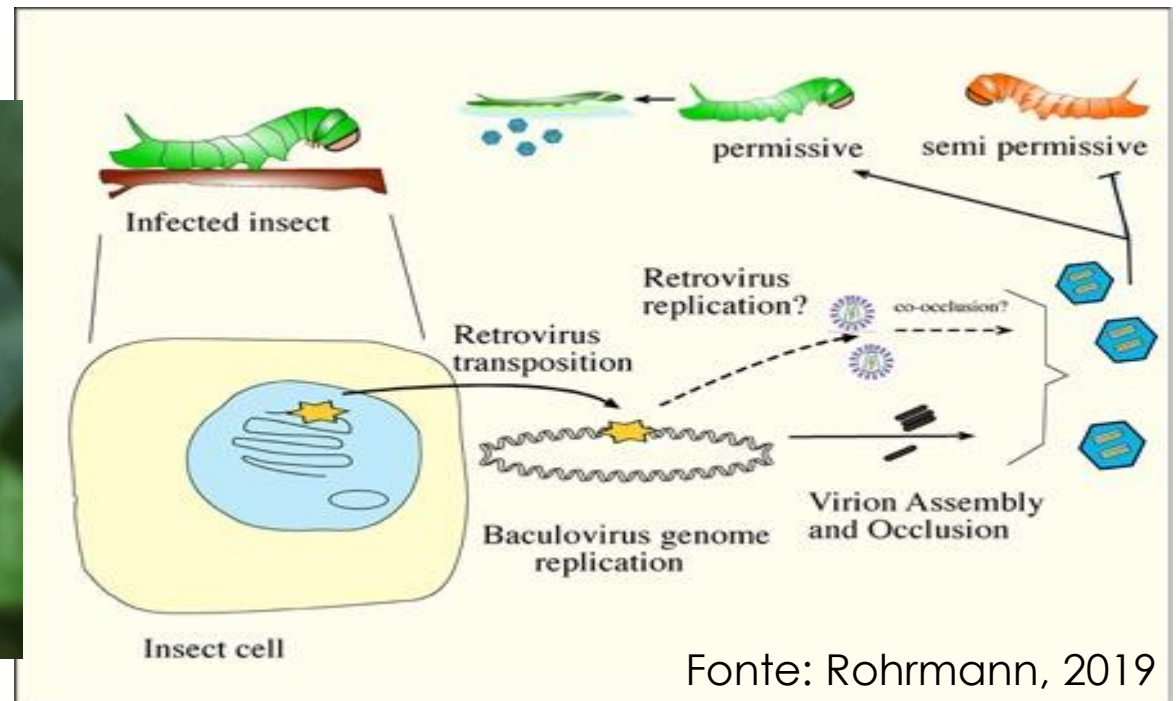
Fonte: Daquila, 2019

BIOLÓGICOS

* *Baculovirus anticarsia* – Vírus (Poliedrose nuclear – VPNs) provoca a morte em no máximo 7 dias. Utilização de lagartas mortas, para próxima aplicação.



Fonte: AgBiTech



Fonte: Rohrman, 2019

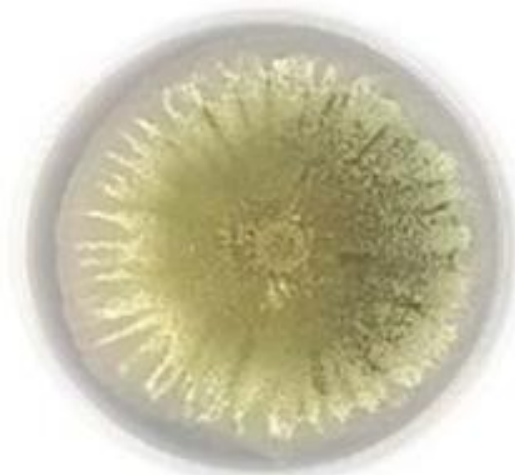
BIOLÓGICOS

* *Bauvéria bassiana* – Fungo, se nutre e libera toxinas no inseto após a entrada no inseto.



BIOLÓGICOS

* *Metharrizium* - são capazes de degradar, penetrar e assimilar a cutícula do inseto usando uma combinação de enzimas que degradam a cutícula. Liberam toxinas que afetam a motilidade do inseto.



Metarhizium

Infection
Process →



Green Muscardine Disease

Fonte: González-Hernández et al., 2020

MANEJO DE PRAGAS

MILHO
BANANEIRA
CITROS

MANEJO DE PRAGAS - MILHO

	JANELA DE PRÉ-PLANTIO	JANELA 1	JANELA 3	JANELA 2	JANELA 4
Milho Bt		 OU 			
Milho não-Bt		 OU 			
Refúgio (10% da área)		 OU 			
	PRÉ-PLANTIO	VEGETATIVO		REPRODUTIVO	

Milho Bt

	Janela de pré-plantio	Janela 1	Janela 2	Janela 3	Janela 4
 LAGARTAS		 - ou - 			
 PERCEVEJOS		 - ou - 			
	pré-plantio	vegetativo		reprodutivo	

Legenda

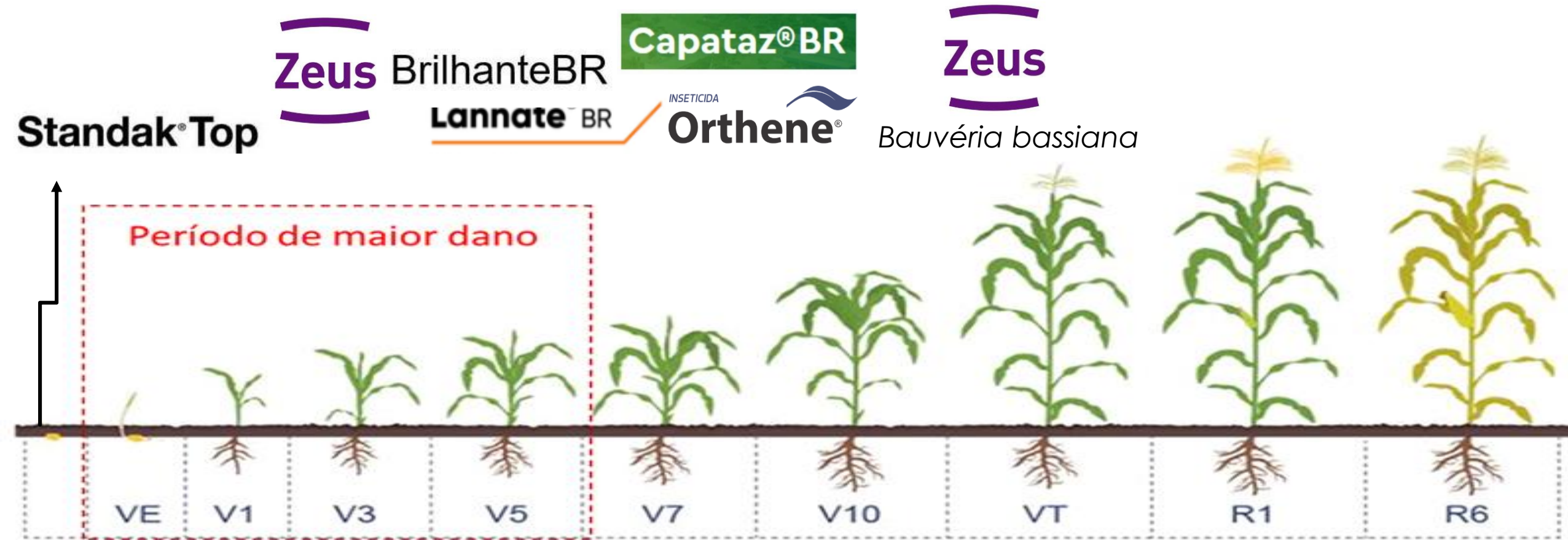
- Inseticida foliar
- Inseticida aplicado em tratamento de sementes
- Grupos de Modo de Ação (códigos fictícios)
- Mistura pronta de produtos de grupos de modos de ação diferentes (códigos fictícios)



CIGARRINHA DO MILHO



MANEJO NO CONTROLE DE CIGARRINHA DO MILHO



Maior monitoramento e controle de pragas



MANEJO DE PRAGAS - BANANEIRA

CONTROLE:

Broca do rizoma – Adulto Moleque da Bananeira
(*Cosmopolites sordidus*)

Tripes da erupção e da ferrugem
(*Frankliniella* spp., *Caliothrips bicinctus*,
Chaetanaphothrips orchidii, *Bradinothrips musae*)

MANEJO DE PRAGAS - BANANEIRA

Moleque da bananeira

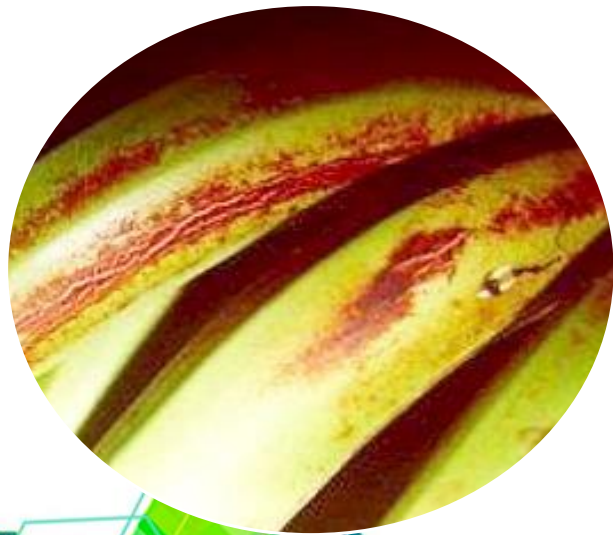
* Fêmeas depositam ovos na inserção da bainha das folhas. O ataque das larvas provocam obstrução dos vasos condutores



MANEJO DE PRAGAS - BANANEIRA



Tripes da erupção – afeta a qualidade visual dos frutos. A medida que os frutos se desenvolvem aparecem pústulas ásperas.



Tripes da ferrugem – Afeta a exportação. Frutos apresentam manchas esbranquiçadas que se evoluem para manchas avermelhadas – perda da elasticidade da epiderme da casca.



MANEJO NO CONTROLE DE TRIPES E BROCA DO RIZOMA

Despistilagem

Cobrir os cachos com sacos, banhados ou não em inseticidas

Armadilhas



Bauvéria bassiana

Imersão das mudas em inseticidas



Inseticidas na cova de plantio



MANEJO DE PRAGA - CITROS

Psílídeos – *Diaphorina citri*, vetores do GREENING
(*Candidatus liberibacter*)

Folhas amareladas quando jovens

Folhas maduras com manchas irregulares

Frutos com amadurecimento precoce, pequenos,
amarelados e assimétricos

Árvores novas afetadas não produzem

Árvores adultas em produção sofrem queda
prematuro dos frutos e morrem com o tempo.



MANEJO DE PRAGA - CITROS



Cochonilhas
(*Orthezia praelonga*)

Folhas manchadas e encarquilhadas
Queda de frutos e folhas em ataques severos
Morte de ramos novos
Podem ser vetores da Tristeza dos citros
Fumagina



MANEJO DE PSILÍDEOS E COCHONILHAS EM CITROS

Danimen 300 EC

Evidence® 700 WG

cross link **DICARZOL**®
INSETICIDA - ACARICIDA 500 SP

Privilege

Mospilan WG

Plantas Jovens

*Fase
Vegetativa*

*Fase
Pré Florada*

*Fase
Florada*

*Chumbinho e
Enchimento
do Fruto*

Maturação



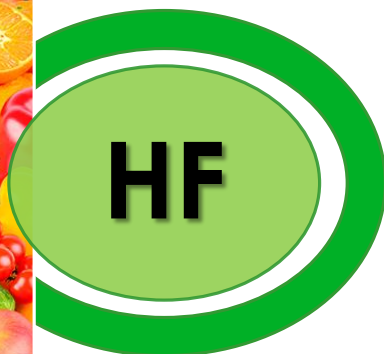
Delegate™

Dose: Variável
de 12 a 80g p.c. / 100 L
de água

Espinetoram _____ 250g/kg
Não sistêmico de origem biológica

Período de carência: entre 1 e 3 dias

Custo: Em torno de
R\$1000,00/
pacote de 500 g



Brocas
Lagartas
Traças
Larva minadora
Tripes



cross
link

DICARZOL[®]

INSETICIDA - ACARICIDA

500 SP

Tripes

Cloridrato de formetanato _____ 582 g/kg
Metilcarbamato de fenila



Dose: Pode variar de 20 a 125g p.c.
para 100 litros de água, a
depender da cultura

Período de carência: de 3 (pimentão) a
80 dias (manga)

Custo: R\$320,00/ pacote de 500 g



SADDLER® 350 SC

Inseticida Tiodicarbe

Thiocarb _____ 350 g/L

Ação por ingestão – limitada ação de contato

TS

Cigarrinha das pastagens

Broca do colo

Cupim de montículo

Meloidogyne javanica

Pratylenchus brachyurus

Dose: 2,5 L/ ha – Cana de açúcar no sulco de plantio de 0,8L a 2,5 L/ 100 Kg de sementes

Período de carência: ND

Custo: R\$155,00/L



TARSSUS GREEN

Extratos Vegetais, Extratos Cítricos,
Tensoativos, Nitrogênio, Óleos Vegetais

INSETICIDA DE CONTATO

Ação inseticida e acaricida, Modo de ação semelhante à organofosforatos e carbonatos (inibidores de Acetilcolinaesterase), Atinge o inseto adulto (trípes, ácaros, cochonilhas, mosca branca, psilídeos, etc.), Zero resíduo.

Dose: HF: 150 - 250 ml/100 (foliar);
CEREIAS: 800 ml/ha (foliar);
CAFÉ: 0,8 - 1,0 L/ha (foliar);

Composição: 1% de N
2% de Mn
1% de S
35% de COT

Período de carência: Zero



FICHA DE SEGURANÇA DO PRODUTO – SEÇÃO 9

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS BÁSICAS

Estado da matéria

Estado físico

pH

Cor

Odor

Solubilidade em água

Densidade

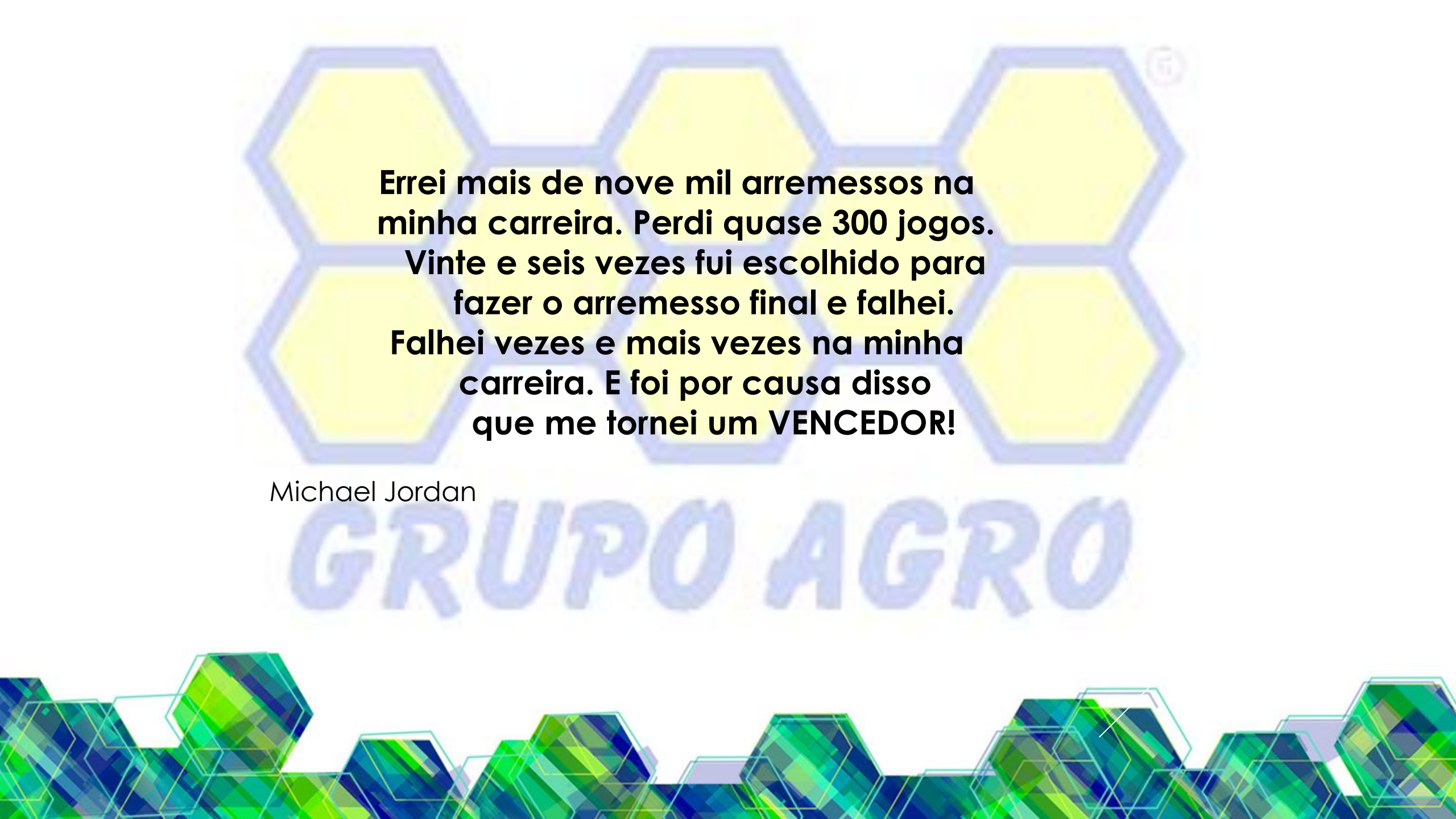
Tamanho partícula

Ponto de fusão

Ponto de ebulição

Viscosidade





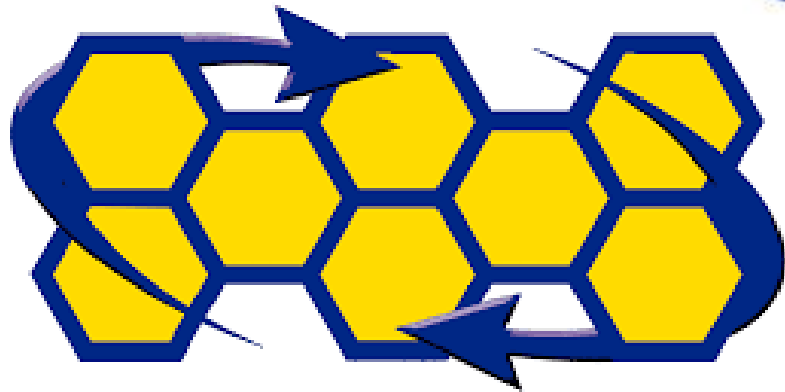
**Errei mais de nove mil arremessos na
minha carreira. Perdi quase 300 jogos.
Vinte e seis vezes fui escolhido para
fazer o arremesso final e falhei.
Falhei vezes e mais vezes na minha
carreira. E foi por causa disso
que me tornei um VENCEDOR!**

Michael Jordan

GRUPO AGRO

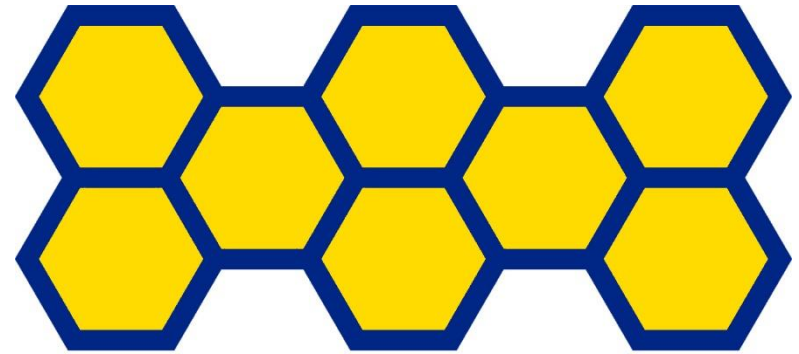


GRUPO AGRO



SIGA

SOLUÇÕES INTEGRADAS GRUPO AGRO



AGRO SHOP

