



Comité de Acción para la Resistencia a los Insecticidas
www.irac-online.org
www.irac-online.org/countries/irac-spain/

Clasificación del Modo de Acción de Insecticidas y Acaricidas IRAC

Versión actualizada, octubre 2011

basada en la Versión 7.1 de IRAC internacional

Elaborado por: IRAC España - Grupo de Trabajo MdA

CONTENIDO:

1. Introducción	3
2. ¿Qué es la resistencia?	3
3. MdA. Resistencia en el punto de acción y resistencia cruzada	3
4. Uso de alternancia o secuencias de diferentes MdA	3
5. Mecanismos de resistencia no basados en el punto de acción	4
6. La clasificación por modo de acción (MdA)	4
6.1. Normas para la inclusión de un compuesto en la lista de MdA	5
6.2. Tabla de clasificación	6
6.3. Criterios para la descripción de la calidad de la información del MdA	11
6.4. Notas sobre los subgrupos	11
6.5. Notas generales y actualizaciones de la clasificación del MdA	12
APÉNDICE 1: Principios de MRI recomendados y aprobados por IRAC	13
APÉNDICE 2: Características de grupos de clasificación del MdA	14
APÉNDICE 3: Sustancias activas en orden alfabético con su clasificación de MdA	17

1. Introducción

La clasificación de modos de acción (MdA) de IRAC proporciona a los agricultores, productores, técnicos y profesionales de la protección de cultivos en general, una guía para seleccionar los insecticidas y/o acaricidas a usar en una estrategia de manejo de resistencia a insecticidas/acaricidas (MRI) eficaz y sostenible. Además de presentar la clasificación de MdA, este documento describe los antecedentes y los propósitos del listado de clasificación e informa de cómo debe utilizarse para un correcto MRI. Este documento de IRAC España presenta la adaptación a la situación española de los MdA propuestos por IRAC Internacional, incluyendo únicamente los grupos y las materias activas de uso actual o futuro en nuestro país. Esta lista es revisada y re-editada de forma periódica, según necesidades, aunque pueden darse cambios en los registros que no queden reflejados en ella.

2. ¿Qué es la resistencia?

La resistencia a insecticidas se define como *‘un cambio heredable en la sensibilidad de una población de una plaga que se refleja en repetidos fallos de un producto para alcanzar los niveles de control esperados al ser usado de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta para esa plaga’* (IRAC). Esta definición difiere ligeramente de otras publicadas, pero IRAC considera que representa la definición más precisa y práctica de cara a los agricultores y productores. A una situación de resistencia puede llegarse por el ‘uso abusivo’ o ‘mal uso’ de un insecticida o acaricida en el control de una plaga, que resulta en la selección de formas resistentes y la consiguiente evolución de las poblaciones que se convierten en resistentes a ese insecticida o acaricida.

3. MdA. Resistencia en el punto de acción y resistencia cruzada

En la mayoría de los casos, la resistencia no sólo afecta negativamente al compuesto sobre el que se genera, sino que a menudo también confiere resistencia cruzada a otros compuestos químicamente relacionados. Esto es debido a que productos de un mismo grupo químico suelen afectar a un punto de acción común, por lo que se considera que comparten un mismo MdA. Una causa habitual de desarrollo de resistencia es una modificación genética en dicho punto de acción. Cuando esto sucede, la interacción entre el compuesto y su punto de acción se ve afectada y el insecticida/acaricida pierde su eficacia. Puesto que todos los compuestos englobados dentro de un sub-grupo químico comparten un mismo MdA, hay un alto riesgo de que la resistencia desarrollada confiera automáticamente resistencia cruzada a todos los compuestos del mismo sub-grupo. Este es el concepto de resistencia cruzada dentro de una familia de insecticidas o acaricidas químicamente relacionados y supone la base de la clasificación de MdA de IRAC.

4. Uso de alternancia o secuencias de diferentes MdA

Las estrategias de Manejo de Resistencia a Insecticidas (MRI) tienen como objetivo prevenir o retrasar la evolución de resistencias a los insecticidas, o ayudar a que una población de insectos en la que ha aparecido resistencia retome su susceptibilidad. Un MRI eficaz es por tanto un elemento importante para mantener la eficacia de los insecticidas. Es importante reconocer que normalmente es más sencillo prevenir proactivamente la aparición de una resistencia que recuperar su susceptibilidad de forma reactiva. En cualquier caso, la clasificación del MdA de IRAC siempre proporcionará información valiosa para el diseño de estrategias eficaces de MRI.

La experiencia ha demostrado que todos los manejos de resistencia a insecticidas y acaricidas eficaces tratan de minimizar la selección de resistencia para cada tipo de insecticida o acaricida. En la práctica, las alternancias, secuencias o rotaciones de compuestos con diferentes grupos de MdA son una recomendación sostenible y eficaz en MRI, lo que minimiza la selección para cada grupo de MdA. La clasificación de IRAC proporcionada mediante este documento es una ayuda para seleccionar los insecticidas adecuados en estos tipos de estrategias de MRI.

Las aplicaciones se suelen agrupar en series o bloques de MdA que se definen por el estado de desarrollo del cultivo y la biología de la plaga en cuestión. El asesoramiento de expertos locales siempre debería ser tenido en cuenta con respecto a las series y tiempos de aplicación. Puede ser aceptable realizar varias aplicaciones repetidas con productos de un mismo MdA dentro de cada serie de aplicaciones, pero entonces las generaciones sucesivas de la plaga no deben ser tratadas con compuestos del mismo MdA.

5. Mecanismos de resistencia no basados en el punto de acción

Está demostrado que la resistencia de los insectos y ácaros a los insecticidas y acaricidas puede, y frecuentemente lo hace, ser el resultado de un incremento del metabolismo (actividad enzimática) de la plaga. Estos mecanismos de resistencia metabólica no están ligados a ningún punto de acción específico y, por tanto, pueden conferir resistencia a insecticidas de más de un grupo de MdA. Cuando se haya descrito este tipo de resistencia metabólica y se conozca el espectro de la resistencia cruzada, es posible que ciertas alternancias, secuencias o rotaciones de ciertos grupos de MdA no puedan utilizarse. Del mismo modo, existen mecanismos de penetración reducida del producto fitosanitario dentro del insecto o cambios en el comportamiento del insecto que también pueden conferir resistencia a múltiples grupos de MdA. Cuando se sabe que dichos mecanismos aportan resistencia cruzada entre grupos de MdA, el uso de los insecticidas deberá ser modificado convenientemente.

Cuando el o los mecanismos de resistencia no son conocidos, el uso inteligente de alternancias, secuencias o rotaciones de compuestos de diferentes clases de MdA sigue siendo una técnica de manejo de resistencias plenamente válida, puesto que dicha práctica siempre minimizará las presiones de selección.

6. La clasificación por modo de acción (MdA)

El siguiente esquema de clasificación desarrollado y aprobado por IRAC se basa en los mejores datos disponibles acerca del modo de acción de los insecticidas. Los detalles del listado han sido acordados por las compañías de IRAC y aprobados por reconocidos toxicólogos y bioquímicos especializados en insectos, tanto a nivel académico como de la industria.

Nuestro objetivo es que los usuarios de insecticidas y acaricidas conozcan los grupos de MdA y que esto sea una de las bases para desarrollar, a lo largo de toda la campaña, un manejo sostenible de gestión de resistencias basado en alternancia, secuencias o rotaciones de insecticidas y/o acaricidas con diferente MdA. Para ayudar a retrasar la aparición de resistencias se recomienda encarecidamente que los agricultores y productores incluyan además otros métodos de control en los programas de manejo de insecticidas y/o acaricidas. Se proporcionan consejos adicionales en el apéndice 1.

6.1 Normas para la inclusión de un compuesto en el listado de MdA:

- La nomenclatura se basa en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino español.
- Para ser incluidos en el listado, los compuestos deben tener, o estar muy próximos a obtener, un mínimo de un uso registrado en España. Esta publicación no tiene carácter oficial sino simplemente divulgativo, por lo que la presencia de una materia activa en la lista no implica de forma explícita que esté disponible comercialmente en España.
- Si un subgrupo de la clasificación de MdA presenta más de una materia activa con uso autorizado, se utilizará el nombre químico del subgrupo para definirlo.
- Si un subgrupo de la clasificación de MdA sólo presenta una materia activa con uso autorizado, se utilizará el nombre de esta materia activa como indicativo del subgrupo.
- Cuando más de un subgrupo químico o materia activa representativa pertenezcan al mismo grupo MdA, se ordenarán siguiendo las reglas anteriores, con los subgrupos químicos precediendo a las materias activas específicas.



6.2 Tabla de clasificación

Clasificación de MdA - IRAC España octubre 2011 ¹		
Grupo principal y punto de acción primario	Subgrupo químico o materia activa representativa	Materias activas con registro en España
1* Inhibidores de la acetilcolinesterasa. Acción nerviosa. {Sólida evidencia de que la acción sobre esta proteína es responsable de efectos insecticidas} <i>*Ver notas a pie de tabla para más información sobre el uso de los compuestos entre subgrupos.</i>	1A Carbamatos.	Formetanato, metiocarb, oxamilo, pirimicarb.
	1B Organofosforados.	Clorpirifos, dimetoato, etoprofós, fenamifós, fosmet, fostiazato, (<i>malatión</i>), metil-clorpirifos, metil-pirimifós.
2 Antagonistas del receptor GABA en el canal cloro. Acción nerviosa. {Sólida evidencia de que la acción sobre esta proteína es responsable de efectos insecticidas}	2B Fenilpirazoles (Fiproles).	Fipronil.
3 Moduladores del canal de sodio. Acción nerviosa. {Sólida evidencia de que la acción sobre esta proteína es responsable de efectos insecticidas} <i>*Ver notas a pie de tabla para más información sobre el uso de los compuestos entre subgrupos.</i>	3A Piretroides, piretrinas.	Acrinatrín, alfa-cipermetrín, betaciflutrín, ciflutrín, cipermetrín, deltametrín, esfenvalerato, etofenprox, (<i>gamma-cihalotrín</i>), lambda-cihalotrín, tau-fluvalinato, teflutrín, zeta-cipermetrín. Piretrinas.
4 Agonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina. Acción nerviosa. {Sólida evidencia de que la acción sobre una o más de esta clase de proteína es responsable de efectos insecticidas}	4A Neonicotinoides.	Acetamiprid, clotianidina, imidacloprid, tiacloprid, tiametoxam.

Clasificación de MdA - IRAC España octubre 2011 ¹		
Grupo principal y punto de acción primario	Subgrupo químico o materia activa representativa	Materias activas con registro en España
5 Activadores del receptor alostérico nicotínico de la acetilcolina. Acción nerviosa. {Sólida evidencia de que la acción sobre esta proteína es responsable de efectos insecticidas}	Spinosines.	Spinosad.
6 Activadores del canal de cloro. Acción nerviosa y muscular. {Sólida evidencia de que la acción sobre esta proteína es responsable de efectos insecticidas}	Avermectinas, milbemectinas.	Abamectina, emamectina, milbemectina.
7 Miméticos de la hormona juvenil. Regulación del crecimiento. {La proteína responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}	7B Fenoxicarb.	Fenoxicarb.
	7C Piriproxifén.	Piriproxifén.
8 Diversos inhibidores no específicos (multi-sitio).	8B Cloropicrina.	Cloropicrina.
	8C Fluoruro de sulfúrico.	Fluoruro de sulfúrico.
9 Bloqueadores selectivos de la alimentación de homópteros. {La proteína responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}	9B Pimetrocina.	Pimetrocina.
	9C Flonicamid.	Flonicamid.
10 Inhibidores del crecimiento de ácaros. Regulación del crecimiento. {La proteína responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}	10A* Clofentezín, hexitiazox. <i>*Ver notas a pie de tabla para más información sobre este subgrupo.</i>	Clofentezín, hexitiazox.
	10B Etoxazol.	Etoxazol.

Clasificación de MdA - IRAC España octubre 2011 ¹		
Grupo principal y punto de acción primario	Subgrupo químico o materia activa representativa	Materias activas con registro en España
11 Disruptores microbianos de las membranas digestivas de insectos.	<i>Bacillus thuringiensis</i> o <i>Bacillus sphaericus</i> y las proteínas insecticidas que producen.	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>israelensis</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tenebrionis</i> .
12 Inhibidores de la ATP-sintasa mitocondrial. Metabolismo de la energía. {Los compuestos afectan al funcionamiento de esta proteína, pero no está claro que esto provoque la actividad biológica}	12B Acaricidas orgánicos de estaño.	Fenbutaestán.
	12C Propargita.	Propargita .
15 Inhibidores de la biosíntesis de quitina, tipo 0, Lepidópteros. Regulación del crecimiento. {La proteína responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}	Benzoilureas.	Diflubenzurón, flufenoxurón , lufenurón, teflubenzurón, triflumurón.
16 Inhibidores de la biosíntesis de quitina, tipo 1, Homópteros. Regulación del crecimiento. {La proteína responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}	Buprofezín.	(<i>Buprofezín</i>).
17 Disruptores de la muda, Dípteros. Regulación del crecimiento. {La proteína responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}	Ciromazina.	Ciromazina.
18 Agonistas del receptor de ecdisona. Regulación de crecimiento. {Sólida evidencia de que la acción sobre esta proteína es responsable de efectos insecticidas}	Diacilhidracinas.	Metoxifenocida, tebufenocida.

Clasificación de MdA - IRAC España octubre 2011 ¹		
Grupo principal y punto de acción primario	Subgrupo químico o materia activa representativa	Materias activas con registro en España
20 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial III (punto de acople II). Metabolismo de la energía. {Buena evidencia de que la acción sobre este complejo proteico es responsable de efectos insecticidas}	20B Acequinocil.	<i>(Acequinocil).</i>
21 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial I. Metabolismo de la energía. {Buena evidencia de que la acción sobre este complejo proteico es responsable de efectos insecticidas}	21A Acaricidas e insecticidas METI.	Fenazaquín, fenpiroximato, piridabén, tebufenpirad.
22* Bloqueadores del canal de sodio dependiente del voltaje. Acción nerviosa. {Buena evidencia de que la acción sobre este complejo proteico es responsable de efectos insecticidas} <i>*Ver notas a pie de tabla para más información sobre los subgrupos.</i>	22A Indoxacarb.	Indoxacarb.
	22B Metaflumizona.	<i>(Metaflumizona)</i>
23 Inhibidores de la acetil CoA carboxilasa. Síntesis lipídica, regulación de crecimiento. {Buena evidencia de que la acción sobre esta proteína es responsable de efectos insecticidas}	Derivados de los ácidos tetrónico y tetrámico.	Spirodiclofén, spiromesifén, <i>(spirotetramat)</i> .
24 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial IV. Metabolismo de la energía. {Buena evidencia de que la acción sobre esta proteína es responsable de efectos insecticidas}	24A Fosfinas.	Fosfuro de aluminio, fosfuro de magnesio.

Clasificación de MdA - IRAC España octubre 2011 ¹		
Grupo principal y punto de acción primario	Subgrupo químico o materia activa representativa	Materias activas con registro en España
28 Moduladores del receptor de la rianodina. Acción nerviosa y muscular. {Buena evidencia de que la acción sobre este complejo proteico es responsable de efectos insecticidas}	Diamidas.	Clorantraniliprol, flubendiamida.
un Compuestos de modo de acción desconocido o incierto². {La proteína responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}	Azadiractín.	Azadiractín.
	Bifenazato.	Bifenazato.

Notas a considerar en relación a esta clasificación:

La asignación de un modo de acción implica por lo general la identificación de la proteína responsable del efecto biológico, aunque se pueden agrupar compuestos cuando comparten efectos fisiológicos característicos y tienen estructuras químicas relacionadas.

(*Sustancias en gris entre paréntesis*): Aquellas presentadas para su registro en España pero todavía sin autorización de uso concedida.

Sustancias en azul subrayadas: en proceso de retirada con fecha límite de comercialización (30/06/2012).

¹ La inclusión de una sustancia en esta lista no significa que esté registrada en España. Se han eliminado los grupos que no poseen representantes actualmente autorizados en España, o que no estén en vías de registro.

² Una sustancia con un modo de acción desconocido o incierto o un modo de toxicidad desconocido se mantendrá en la categoría "un" hasta que se tengan evidencias que permitan clasificarlo en el grupo de modo de acción más apropiado.

6.3 Criterios para la descripción de la calidad de la información del MdA

{Sólida evidencia de que la acción sobre esta proteína (o complejo proteico) es responsable de efectos insecticidas}	Efectos potentes sobre la función de la proteína objetivo <u>y</u> , o resistencia debido a mutación / sobreexpresión / eliminación de esta proteína <u>o</u> correlación entre los efectos sobre la proteína y la actividad biológica para un grupo de análogos.
{Buena evidencia de que la acción de esa proteína (o complejo proteico) es responsable de los efectos insecticidas}	Efectos altamente potentes sobre la función de la proteína combinado con efectos fisiológicos claramente compatibles.
{Los compuestos afectan la función de esa proteína, pero no está claro que esto sea lo que lleva a la actividad biológica}	Los compuestos (o sus metabolitos) tienen un efecto moderado o bajo sobre la función de la proteína, y hay pocas o ninguna evidencia que asocie este efecto con la actividad biológica. Los compuestos pueden ser agrupados por la semejanza de estructura y el efecto fisiológico característico.
{La proteína objetivo responsable de la actividad biológica es desconocida o no caracterizada}	Los compuestos pueden ser agrupados por la semejanza de estructura y el efecto fisiológico característico.

6.4 Notas sobre los subgrupos

Los subgrupos representan distintas clases estructurales para las que se cree que poseen el mismo modo de acción. En principio proporcionan un nivel de diferenciación útil entre compuestos que pueden actuar sobre el mismo punto de acción pero que, sin embargo, estructuralmente son suficientemente diferentes para que el riesgo de resistencia cruzada metabólica sea menor que para los análogos químicos más cercanos. Los subgrupos tienen una alta probabilidad de ser metabolizados por diferentes enzimas y pueden actuar en el punto de acción de manera suficientemente diversa para que la posibilidad de selección para ambos tipos de resistencia, metabólica y en el punto de acción, se vea reducida con respecto a los compuestos análogos. En ausencia de otras alternativas, podrían rotarse compuestos de diferentes subgrupos si se sabe que no existen mecanismos de resistencia cruzada en las poblaciones de insectos a controlar. Por definición, los subgrupos se establecen para representar distintas clases o familias químicas con un MdA común. El que deban ser rotados o no dependerá del conocimiento y la experiencia que se tenga de los patrones de resistencia cruzada y los mecanismos de resistencia, además de la plaga, el cultivo y la región considerados.

Número del subgrupo	Notas
1A y 1B	Si no hay otras alternativas, los compuestos de los grupos 1A y 1B pueden alternarse en situaciones donde se conoce la ausencia de mecanismos de resistencia cruzada en las poblaciones de insectos tratados.
10A	Clofentezín y hexitiazox han sido agrupados puesto que muestran una resistencia cruzada común a pesar de ser estructuralmente distintos, y además se desconoce el punto de acción para ambos compuestos.
22A y 22B	A pesar de que se cree que estos compuestos tienen el mismo punto de acción, han sido sub-agrupados porque son químicamente distintos y los conocimientos actuales indican que el riesgo de resistencia metabólica es bajo.

6.5 Notas generales y actualizaciones de la clasificación MdA.

- Para más detalles sobre el grupo de clasificación del MdA consultar el apéndice 2.
- Este documento ha sido preparado utilizando la información más actualizada disponible por parte de IRAC. Se proporciona a grupos de usuarios, organizaciones de productores, personal relacionado, autoridades y toda aquella persona u organización implicada en el manejo de resistencia, a modo de declaración definitiva acordada por parte de la industria de agroquímicos sobre los modos de acción de los insecticidas y acaricidas actualmente en uso.
- La clasificación de MdA de IRAC es revisada y reeditada periódicamente según sea necesario. La última versión está siempre disponible para ser consultada en la página web de IRAC (www.irac-online.org).
- La presentación de nuevas materias activas junto con las recomendaciones para su inclusión en un determinado grupo ya sea nuevo o existente, junto con las citas o pruebas para su clasificación deben enviarse a IRAC a través de su página web.
- Las compañías miembro de IRAC revisan borradores preliminares antes de acordar la versión final actualizada a publicar. Además se consulta con reconocidos toxicólogos y bioquímicos internacionales especializados en insectos para añadir, retirar o realizar otros cambios en el listado.
- No figuran en el listado aquellos compuestos ilegales, obsoletos o retirados para los que actualmente no existe ningún uso registrado, a excepción de aquellos que están en proceso de registro, y que se presentan entre paréntesis y cursiva.
- En un esfuerzo continuo por perfeccionar la lista, se solicita cortésmente a los lectores que informen a IRAC de posibles errores u omisiones encontrados. Dicha comunicación debe dirigirse a IRAC a través de su correo electrónico irac@aepla.es. Las sugerencias de mejora serán igualmente bienvenidas.

APÉNDICE 1:

Principios de MRI recomendados y aprobados por IRAC

- a. Consulte a los Servicios Oficiales o Técnicos de su zona para conocer los programas recomendados de Producción Integrada y de MRI (Manejo de Resistencia a Insecticidas).
- b. Considere las opciones disponibles para minimizar el uso de insecticidas, seleccionando variedades tolerantes a plagas o de maduración temprana.
- c. Combine medidas de control biológico y cultural, que estén en armonía con programas efectivos de MRI. Adopte todas las técnicas no-químicas conocidas para controlar o eliminar las poblaciones plaga, incluyendo la aplicación de productos biológicos como Bt, variedades resistentes, acotar áreas de refugio (zonas no tratadas) y rotación de cultivos.
- d. Cuando sea posible, seleccione insecticidas y otras herramientas de control que respeten la fauna útil.
- e. Use los productos a la dosis exacta recomendada en la etiqueta. El uso de dosis menores (sub-letales) selecciona rápidamente poblaciones medianamente tolerantes, mientras que dosis mayores a las recomendadas pueden imponer presiones de selección excesivas, favoreciendo también la aparición de resistencias.
- f. Para aplicar insecticidas, utilice equipos apropiados y en buen estado de mantenimiento. Siga las recomendaciones de volumen de caldo, presión de aplicación y temperaturas óptimas para conseguir la mejor cobertura posible de la vegetación.
- g. Cuando se controlen estadios larvarios, procure tratar contra los primeros, ya que suelen ser mucho más susceptibles y, por lo tanto, mucho mejor controlados por los insecticidas que estadios posteriores.
- h. Utilice los umbrales económicos adecuados así como los intervalos de aplicación.
- i. Siga las recomendaciones de la etiqueta o los consejos de técnicos expertos para decidir sobre la alternancia o las secuencias entre productos de distinto modo de acción como parte de una estrategia de MRI.
- j. Cuando se realicen múltiples aplicaciones por año o campaña, alterne productos con distinto Modo de Acción (MdA).
- k. En caso de fallo de control, no vuelva a usar el mismo producto y cambie a un producto perteneciente a otro grupo con diferente MdA que no tenga resistencia cruzada conocida con el inicial.
- l. Las mezclas pueden contribuir a solucionar los problemas de falta de control a corto plazo, pero es esencial asegurar que cada componente de la mezcla pertenece a un grupo distinto según su MdA, y que cada componente se usa a su dosis completa.
- m. Debe considerarse el seguimiento de la incidencia de aparición de resistencias en situaciones comercialmente importantes y medir los niveles de control obtenidos.
- n. Si aparecen resistencias a un producto, una estrategia adecuada (cuando existan suficientes alternativas químicas que permitan mantener un control efectivo) puede ser dejar de usar dicho producto hasta que se recupere la susceptibilidad al mismo.

APÉNDICE 2:

Características de grupos de clasificación del MdA

Acción sobre el Sistema Nervioso o Muscular

La mayoría de los insecticidas actúan sobre el sistema nervioso o muscular. Generalmente suelen ser de acción rápida.

Grupo 1 Inhibidores de la acetilcolinesterasa

Inhiben la acetilcolinesterasa, causando hiperexcitación. La acetilcolinesterasa es la enzima que finaliza la acción de excitación neurotransmisora de la acetilcolina en la sinapsis nerviosa.

Grupo 2 Antagonistas del receptor GABA en el canal de cloro

Bloquean el canal cloro activado por GABA, provocando hiperexcitación y convulsiones. GABA es el principal neurotransmisor inhibitorio en los insectos.

Grupo 3 Moduladores del canal de sodio

Mantienen abiertos los canales de sodio, causando hiperexcitación y, en algunos casos, bloqueo nervioso. Los canales de sodio están implicados en la propagación de potenciales de acción a lo largo de los axones nerviosos.

Grupo 4 Agonistas del receptor nicotínico de la acetilcolina

Imitan la acción agonista de la acetilcolina en el receptor, provocando hiperexcitación. La acetilcolina es el principal neurotransmisor excitador en el sistema nervioso central del insecto.

Grupo 5 Activadores del receptor alostérico nicotínico de la acetilcolina

Activan alostéricamente los receptores, provocando la hiperexcitación del sistema nervioso. La acetilcolina es el principal neurotransmisor excitador en el sistema nervioso central del insecto.

Grupo 6 Activadores del canal de cloro

Activan alostéricamente el glutamato en canales de cloro, causando parálisis. El glutamato es un importante neurotransmisor inhibitorio en insectos.

Grupo 9 Bloqueadores selectivos de la alimentación de homópteros

MdA no definido completamente, causa inhibición selectiva en la alimentación de pulgones y mosca blanca.

Grupo 22 Bloqueadores del canal de sodio dependiente del voltaje

Bloquean los canales de sodio, causando el colapso del sistema nervioso y parálisis. Los canales de sodio están implicados en la propagación de potenciales de acción a lo largo de los axones del nervio.

Grupo 28 Moduladores del receptor de la rianodina

Activan los receptores musculares de la rianodina, lo que provoca contracción y parálisis. Los receptores de la rianodina intervienen en la liberación de calcio en el citoplasma desde las reservas intracelulares.

Acción sobre el Crecimiento y Desarrollo

El desarrollo de los insectos está controlado por el equilibrio de dos hormonas principales: la hormona juvenil y la ecdisona. Los reguladores del crecimiento de los insectos actúan imitando una de estas hormonas o perturbando directamente la formación/deposición de la cutícula o la biosíntesis de lípidos. Los insecticidas que actúan sobre los distintos objetivos de este sistema, son generalmente de acción lenta a moderadamente lenta.

Grupo 7 Miméticos de la hormona juvenil

Aplicados en el estadio premetamórfico, estos compuestos interrumpen e impiden la metamorfosis.

Grupo 10 Inhibidores del crecimiento de ácaros

MdA no completamente definido que provoca inhibición del crecimiento.

Grupo 15 Inhibidores de la biosíntesis de quitina, tipo 0

MdA no completamente definido que causa inhibición de la biosíntesis de quitina.

Grupo 16 Inhibidores de la biosíntesis de quitina, tipo 1

MdA no completamente definido que causa inhibición de la biosíntesis de quitina en una serie de insectos, incluyendo mosca blanca.

Grupo 17 Disruptores de la muda, Dípteros

MdA no completamente definido que causa interrupción de la muda.

Grupo 18 Agonistas del receptor de ecdisona

Imitan la hormona de la muda, la ecdisona, induciendo una muda precoz.

Grupo 23 Inhibidores de la acetil CoA carboxilasa

Inhiben la coenzima acetil A carboxilasa, que forma parte del primer paso de la biosíntesis de los lípidos, causando la muerte del insecto.

Acción sobre la Respiración

La respiración mitocondrial produce ATP, la molécula que da energía a todos los procesos celulares vitales. En las mitocondrias, una cadena de transporte de electrones almacena la energía generada por la oxidación en forma de un gradiente de protones, lo que genera la síntesis de ATP. Varios insecticidas son conocidos por interferir en la respiración mitocondrial mediante la inhibición del transporte de electrones y/o la fosforilación oxidativa. Los insecticidas que actúan sobre los distintos puntos de este sistema son generalmente de acción rápida a moderadamente rápida.

Grupo 12 Inhibidores de la ATP- sintasa mitocondrial

Inhiben la enzima que sintetiza ATP.

Grupo 20 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial III

Inhiben el transporte de electrones en el complejo III, impidiendo el uso de la energía por las células.

Grupo 21 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial I

Inhiben el transporte de electrones en el complejo I, impidiendo el uso de la energía por las células.

Grupo 24 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial IV

Inhiben el transporte de electrones en el complejo IV, impidiendo el uso de la energía por las células.

Grupo 25 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial II

Inhiben el transporte de electrones en el complejo II, impidiendo el uso de la energía por las células.

Acción sobre el Sistema Digestivo

Toxinas microbianas de lepidópteros específicos que se pulverizan o se expresan en variedades de cultivos transgénicos.

Grupo 11 Disruptores microbianos de las membranas digestivas de insectos

Toxinas de proteínas que se unen a receptores en la membrana del intestino medio e inducen la formación de poros, provocando desequilibrio iónico y septicemia.

Modo de Acción no conocido o incierto

Varios insecticidas que afectan a funciones o puntos de acción de un modo menos conocido, o actúan inespecíficamente sobre varios puntos.

Grupo 8 Diversos inhibidores no específicos (multi-sitio)

APÉNDICE 3:

Ingredientes activos en orden alfabético con su Clasificación del MdA

Ingrediente Activo del MdA	Nº
Abamectina	6
(Acequinocil)	20B
Acetamiprid	4A
Acrinatrín	3A
Alfa-cipermetrín	3A
Azadiractín	UN
<i>Bacillus thuringiensis</i>	11
Betaciflutrín	3A
Bifenazato	UN
(Buprofezín)	16
Ciflutrín	3A
Cipermetrín	3A
Ciromazina	17
Clofentezín	10A
Clorantraniliprol	28
Cloropicrina	8B
Clorpirifos	1B
Clotianidina	4A
Deltametrín	3A
Diiflubenzurón	15
Dimetoato	1B
Emamectina	6
Esfenvalerato	3A
Etofenprox	3A
Etoprofós	1B
Etoxazol	10B
Fenamifós	1B
Fenazaquín	21A
Fenbutaestán	12B
Fenoxicarb	7B
Fenpiroximato	21A
Fipronil	2B
Flonicamid	9C
Flubendiamida	28
Flufenoxurón	15
Fluoruro de sulfurilo	8C
Formetanato	1A

Ingrediente Activo del MdA	Nº
Fosfuro de aluminio	24A
Fosfuro de magnesio	24A
Fosmet	1B
Fostiazato	1B
(Gamma-cihalotrín)	3A
Hexitiazox	10A
Imidacloprid	4A
Indoxacarb	22A
Lambda-cihalotrín	3A
Lufenurón	15
(Malatión)	1B
(Metaflumizona)	22B
Metil-Clorpirifos	1B
Metil-Pirimifós	1B
Metiocarb	1A
Metoxifenocida	18
Milbemectina	6
Oxamilo	1A
Pimetrocina	9B
Piretrinas	3A
Piridabén	21A
Pirimicarb	1A
Piriproxifén	7C
Propargita	12C
Spinosad	5
Spirodiclofén	23
Spiromesifén	23
(Spirotetramat)	23
Tau-fluvalinato	3A
Tebufenocida	18
Tebufenpirad	21A
Teflubenzurón	15
Teflutrín	3A
Tiacloprid	4A
Tiametoxam	4A
Triflumurón	15
Zeta-cipermetrín	3A



Comité de acción contra la resistencia a Insecticidas

CLASIFICACIÓN DEL MODO DE ACCIÓN DE INSECTICIDAS Y ACARICIDAS

Revisado y reeditado en octubre 2011

Basado en la clasificación de MoA de IRAC Internacional versión v7.1

Para más información contacte con las páginas web de IRAC Internacional o IRAC España en:

www.irc-online.org
www.irc-online.org/countries/irc-spain/

