

Clasificación del Modo de Acción de Insecticidas y Acaricidas IRAC

Versión actualizada, febrero 2021

basada en la Versión 9.4 de IRAC internacional

Elaborado por: IRAC España - Grupo de Trabajo MdA

© Copyright 2021 IRAC

CONTENIDO:

1. Ámbito	3
2. Objetivo	3
3. ¿Qué es la resistencia?	3
4. Modo de Acción (Mda) . Resistencia en el punto de acción y resistencia cruzada	3
5. Uso de alternancia o secuencias de diferentes Mda	4
6. Mecanismos de resistencia no basados en el punto de acción	4
7. La clasificación por Modo de Acción (Mda)	5
7.1. Normas para la inclusión de un compuesto en la lista de Mda	5
7.2. Tabla de clasificación	6
7.3. Criterios para la descripción de la calidad de la información del Mda	11
7.4. Notas sobre los subgrupos	11
7.5. 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. Ámbito

La clasificación de IRAC pretende incluir todas las materias, químicos, biológicos u otros que se utilizan para controlar insectos o ácaros en cultivos, en estructuras o en el medio ambiente, con registro actual o futuro en nuestro país. Algunos insecticidas y acaricidas también controlan nemátodos, pero los nematocidas selectivos no están incluidos en la clasificación. Los agentes modificadores del comportamiento (feromonas, repelentes, atrayentes,...) y los predadores de insectos/ácaros no están incluidos. Los productos utilizados sólo para aplicación directa a animales o humanos para el control de parásitos tampoco están incluidos.

2. Objetivo

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.

3. ¿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 Darwiniana de formas resistentes de la plaga y la consiguiente evolución de las poblaciones que se convierten en resistentes a ese insecticida o acaricida.

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

En muchos casos, la resistencia no sólo afecta negativamente al agente insecticida o acaricida sobre el que se genera, sino que también confiere resistencia cruzada a otros agentes estructuralmente relacionados. Esto es debido a que agentes con semejanza estructural 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 agente insecticida o acaricida y su punto de acción se ve afectada y el insecticida/acaricida pierde su eficacia. Puesto que todos los agentes insecticidas y acaricidas con semejanza estructural comparten un mismo MdA, hay un alto riesgo de que la resistencia en el punto de acción existente o desarrollada confiera automáticamente resistencia cruzada a todos los compuestos del mismo grupo. Este es el concepto de resistencia cruzada dentro de una familia de insecticidas o acaricidas estructuralmente relacionados y supone la base de la clasificación de MdA de IRAC.

5. 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 agentes insecticidas o acaricidas 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(s) 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 agentes insecticidas de un mismo MdA dentro de cada serie de aplicaciones, pero entonces las generaciones sucesivas de la plaga no deben ser tratadas con agentes insecticidas del mismo MdA.

Los grupos 8 (diversos inhibidores no específicos (multi-sitio)), 'UN', 'UNE', 'UNF' y 'UNM' (Compuestos de modo de acción desconocido o incierto) son una excepción, pues a priori no contienen compuestos que actúen sobre un punto de acción común, y por lo tanto, la alternancia de compuestos dentro del grupo estaría permitida.

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. 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.

7. La clasificación por modo de acción (MdA)

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

Los agentes insecticidas y acaricidas se clasifican en dos tipos de grupos de MdA: grupos numerados cuyos miembros se sabe o se cree que actúan en puntos de acción específicos, y grupos UN de modo de acción desconocido o indefinido. La única excepción es el grupo numerado 8, Diversos inhibidores no específicos (multi-sitio), que por razones históricas conserva su número de grupo heredado aunque no actúen en puntos de acción específicos. Sin embargo, es la intención del grupo de trabajo de MdA de IRAC de ahora en adelante asignar solo números de grupo donde haya buena evidencia de un punto de acción común.

Los compuestos insecticidas, agentes bacterianos, extractos y aceites crudos, agentes fúngicos, disruptores mecánicos, péptidos y virus de Modo de Acción desconocido se clasifican en los grupos UN, UNB, UNE, UNF, UNM, UNP y UNV, respectivamente.

7.1 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 Agricultura, Pesca y Alimentación** español (MAPA).
- 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 podrá utilizar el nombre de esta materia activa como indicativo del subgrupo.

7.2 Tabla de clasificación

Clasificación de MdA - IRAC España, febrero 2021		
Ver sección 7.4 para más información sobre subgrupos. Ver sección 7.3 sobre criterios para la descripción de la calidad de la información del MdA.		
Grupo principal y punto de acción primario	Subgrupo o materia activa representativa	Materias activas con registro en España
1 Inhibidores de la acetilcolinesterasa. Sistema nervioso. {Sólida evidencia de que la acción sobre esta proteína es responsable de efectos insecticidas}	1A Carbamatos.	Formetanato, oxamilo, pirimicarb.
	1B Organofosforados.	Fenamifós, fosmet, fostiazato, metil-pirimifós.
3 Moduladores del canal de sodio. Sistema nervioso. {Sólida evidencia de que la acción sobre esta proteína es responsable de efectos insecticidas}	3A Piretroides.	Acrinatrín, alfa-cipermetrín, betaciflutrín , cipermetrín, deltametrín, esfenvalerato, etofenprox, lambda-cihalotrín, tau-fluvalinato, teflutrín, zeta-cipermetrín .
	Piretrinas.	Piretrinas.
4 Moduladores competitivos del receptor nicotínico de la acetilcolina. Sistema nervioso. {Sólida evidencia de que la acción sobre una o más de esta clase de proteínas es responsable de efectos insecticidas}	4A Neonicotinoides.	Acetamiprid, imidacloprid .
	4C Sulfoximinas.	Sulfoxaflor.
	4D Butenolides.	Flupiradifurona.
5 Moduladores alostéricos del receptor nicotínico de la acetilcolina – sitio I. Sistema nervioso. {Sólida evidencia de que la acción sobre una o más de esta clase de proteínas es responsable de efectos insecticidas}	Spinosines.	Spinetoram, spinosad.
6 Moduladores alostéricos del canal de cloro dependiente de glutamato. Sistema nervioso y muscular. {Sólida evidencia de que la acción sobre una o más de esta clase de proteínas es responsable de efectos insecticidas}	Avermectinas, milbemicinas.	Abamectina, emamectina, milbemectina.

Clasificación de MdA - IRAC España, febrero 2021

Ver sección 7.4 para más información sobre subgrupos.

Ver sección 7.3 sobre criterios para la descripción de la calidad de la información del MdA.

Grupo principal y punto de acción primario	Subgrupo o materia activa representativa	Materias activas con registro en España
7 Miméticos de la hormona juvenil. Regulación del crecimiento. {La proteína objetivo responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}	7B Fenoxicarb.	Fenoxicarb.
	7C Piriproxifén.	Piriproxifén.
8 * Diversos inhibidores no específicos (multi-sitio).	8C Fluoruros.	Fluoruro de sulfurilo.
10 Inhibidores del crecimiento de ácaros afectando CHS1. Regulación del crecimiento. {Sólida evidencia de que la acción sobre una o más de esta clase de proteínas es responsable de efectos insecticidas}	10A Clofentezín, hexitiazox.	Clofentezín, hexitiazox.
	10B Etoxazol.	Etoxazol.
11 Disruptores microbianos de las membranas digestivas de insectos. Sistema digestivo. (incluye cultivos transgénicos que expresan toxinas de <i>Bacillus thuringiensis</i> , sin embargo la recomendación concreta para el manejo de la resistencia en cultivos transgénicos no se basa en la rotación de modos de acción)	11A <i>Bacillus thuringiensis</i> y las proteínas insecticidas que producen.	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>israelensis</i> (cepa AM65-52), <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i> (cepas GC-91, ABTS-1857), <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> (cepas ABTS-351, EG 2348, PB-54, SA-11, SA-12).
15 Inhibidores de la biosíntesis de quitina afectando CHS1. Regulación del crecimiento. {Sólida evidencia de que la acción sobre una o más de esta clase de proteínas es responsable de efectos insecticidas}	Benzoilureas.	Diflubenzurón, triflumurón.
16 Inhibidores de la biosíntesis de quitina, tipo 1. Regulación del crecimiento. {La proteína objetivo responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}	Buprofezín.	Buprofezín.

Clasificación de MdA - IRAC España, febrero 2021

Ver sección 7.4 para más información sobre subgrupos.

Ver sección 7.3 sobre criterios para la descripción de la calidad de la información del MdA.

Grupo principal y punto de acción primario	Subgrupo o materia activa representativa	Materias activas con registro en España
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.
20 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial III. Metabolismo de la energía. {Buena evidencia de que la acción sobre este complejo proteico es responsable de efectos insecticidas}	20B Acequinocil.	Acequinocil.
	20D Bifenazato	Bifenazato.
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. Sistema nervioso. {Buena evidencia de que la acción sobre este complejo proteico es responsable de efectos insecticidas}	22A Oxadiazinas.	Indoxacarb.
	22B Semicarbazonas.	Metaflumizona.
23 Inhibidores de la acetil CoA carboxilasa. Síntesis lipídica, regulación del crecimiento. {Buena evidencia de que la acción sobre esta proteína es responsable de efectos insecticidas}	Derivados de los ácidos tetrónico y tetrámico.	Spiromesifén, spirotetramat.
24 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial IV. Metabolismo de la energía. {Buena evidencia de que la acción sobre este complejo proteico es responsable de efectos insecticidas}	24A Fosfuros.	Fosfuro de aluminio, fosfuro de magnesio.

Clasificación de MdA - IRAC España, febrero 2021

Ver sección 7.4 para más información sobre subgrupos.

Ver sección 7.3 sobre criterios para la descripción de la calidad de la información del MdA.

Grupo principal y punto de acción primario	Subgrupo o materia activa representativa	Materias activas con registro en España
25 Inhibidores del transporte de electrones en el complejo mitocondrial II. Metabolismo de la energía. {Buena evidencia de que la acción sobre este complejo proteico es responsable de efectos insecticidas}	25A Derivados del beta-cetonitrilo.	Ciflumetofén.
28 Moduladores del receptor de la rianodina. Sistema nervioso y muscular. {Sólida evidencia de que la acción sobre este complejo proteico es responsable de efectos insecticidas}	Diamidas.	Ciantraniliprol, clorantraniliprol.
29 Moduladores de los órganos cordotonaes- sin punto de acción definido. Sistema nervioso. (La modulación de la función de los órganos cordotonaes se ha demostrado claramente, pero la proteína(s) específica responsable de la actividad biológica es diferente de la del Grupo 9 y aún no se ha definido)	Flonicamid.	Flonicamid.
31 Baculovirus. Virus patógenos ocluidos específicos del huésped. Sistema digestivo {Punto de acción en la membrana celular epitelial columnar del intestino medio - indefinido}	Granulovirus (GVs)	<i>Cydia pomonella</i> GV (aislados V15, V22, Mexicano y R5).
	Nucleopoliedrovirus (NPVs)	<i>Helicoverpa armigera</i> NPV (cepa HearNPV-BV0003), <i>Spodoptera littoralis</i> NPV (cepa SpliNPV-BV0005).
UN * Compuestos de modo de acción desconocido o incierto. {La proteína objetivo responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}	Azadiractín.	Azadiractín.
	Azufre.	Azufre.

Clasificación de MdA - IRAC España, febrero 2021

Ver sección 7.4 para más información sobre subgrupos.

Ver sección 7.3 sobre criterios para la descripción de la calidad de la información del MdA.

Grupo principal y punto de acción primario	Subgrupo o materia activa representativa	Materias activas con registro en España
UNE * Extractos y aceites (crudos o refinados) vegetales de MdA desconocido o incierto. {La proteína objetivo responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}	Aceites crudos.	Aceite de naranja.
	Mezcla de terpenoides.	Mezcla de terpenoides QRD 460.
	Sales potásicas de ácidos grasos vegetales.	Sales potásicas de ácidos grasos vegetales.
UNF * Hongos entomopatógenos de MdA desconocido o incierto. {La proteína objetivo responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}		<i>Beauveria bassiana</i> (cepas ATCC 74040, GHA, NPP111B005, 147). <i>Isaria fumosorosea</i> (cepa Apopka 97) (antes <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>). <i>Lecanicillium muscarium</i> (ahora <i>Akanthomyces muscarius</i> ; antes <i>Verticillium lecani</i>) (cepa Ve6). <i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>anisopliaea</i> (cepa F52). <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> (<i>Isaria fumosorosea</i>) (cepa FE 9901).
UNM * Disruptores mecánicos no específicos. {La proteína objetivo responsable de la actividad biológica es desconocida o no está caracterizada}		Aceites de parafina. Maltodextrina. Tierra de diatomeas.

Fisiología: ■ Nervioso y muscular ■ Crecimiento y desarrollo ■ Respiración ■ Digestivo ■ Desconocido o no específico

Notas a considerar en relación a esta clasificación:

- a. El esquema de color empleado asocia modos de acción con categorías generales basadas en las funciones fisiológicas afectadas, como una ayuda para la comprensión de la sintomatología, la rapidez de acción y otras propiedades de los insecticidas, y no para cualquier propósito de manejo de la resistencia. **Las rotaciones para el manejo de la resistencia deben basarse únicamente en los grupos numerados de modos de acción.**
- b. La inclusión de una sustancia en esta lista no significa que esté registrada en España.
- c. Se han eliminado los grupos que no poseen representantes actualmente autorizados en España, o que no estén en vías de registro.
- d. La asignación de un modo de acción implica por lo general la identificación de la proteína responsable del efecto biológico, aunque se pueden agrupar agentes insecticidas cuando comparten efectos fisiológicos característicos y están estructuralmente relacionados.
- e. Un agente insecticida con un modo de acción desconocido o controvertido o un modo de toxicidad desconocido se mantendrá en el grupo 'UN' o 'UNE', 'UNF', 'UNM' según corresponda hasta que se tengan evidencias que permitan clasificarlo en el grupo de modo de acción más apropiado.

- f. (*) Las sustancias de los grupos 8, 'UN', 'UNE', 'UNF' y 'UNM' se cree que no comparten un punto de acción común y por lo tanto pueden ser rotadas libremente entre sí a menos que haya razones para esperar resistencia cruzada.
- g. Los diferentes baculovirus que actúan contra distintos órdenes de insectos pueden ser usados juntos sin comprometer su manejo de la resistencia. La rotación entre ciertos baculovirus específicos puede resultar beneficiosa en el manejo de la resistencia para algunas plagas. Consulte las recomendaciones específicas del producto.

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

Sustancias en rojo: aquellas en proceso de cancelación en la fecha de publicación. Consulte a su distribuidor, técnicos locales o servicios oficiales las fechas límite para su utilización.

7.3 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 y, o resistencia debido a mutación / sobreexpresión / eliminación de esta proteína o correlación entre los efectos sobre la proteína y la actividad biológica para un grupo de agentes insecticidas relacionados.
{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.
{La proteína objetivo responsable de la actividad biológica es desconocida o no caracterizada}	Los agentes insecticidas pueden ser agrupados por la semejanza de estructura y el efecto fisiológico característico.

7.4 Notas sobre los subgrupos

Los subgrupos representan distintas clases de agentes insecticidas que se cree que poseen el mismo modo de acción, pero son lo suficientemente diferentes en su estructura o modo de interacción con la proteína diana (punto de acción) que la posibilidad de selección de resistencia cruzada, tanto metabólica como en el punto de acción, se reduce con respecto a los agentes insecticidas relacionados más cercanos. Los subgrupos también pueden diferenciar agentes insecticidas que son similares estructuralmente, pero se sabe que actúan de manera diferente en el punto de acción o que tienen selectividad diferencial entre múltiples puntos de acción. Se debe proporcionar la evidencia que respalde la falta de resistencia cruzada entre los compuestos existentes dentro del Grupo y la propuesta del nuevo ingrediente activo para respaldar el subgrupo. Esto debería incluir estudios basados en bioensayos y proporcionar ratios de resistencia cuantificables entre cepas susceptibles y resistentes.

La posibilidad de resistencia cruzada entre subgrupos es mayor que entre los distintos grupos, por lo que la rotación entre subgrupos debe ser evitada. En circunstancias excepcionales (es decir, cuando no haya disponibles insecticidas registrados eficaces de otro grupo de modo de acción), se podría considerar la rotación, previa consulta con técnicos expertos locales y cuando no exista resistencia cruzada. Estas excepciones no deben considerarse estrategias de manejo de resistencia sostenible, y se deben buscar opciones alternativas para mantener la susceptibilidad de plagas.

Las siguientes notas proporcionan información adicional sobre subgrupos particulares:

Subgrupos	Notas
4A, 4C y 4D	Aunque se cree que estos compuestos tienen el mismo punto de acción, los conocimientos actuales indican que el riesgo de resistencia cruzada metabólica entre subgrupos es bajo.
10A	Clofentezín y hexitiazox han sido agrupados puesto que muestran resistencia cruzada, a pesar de ser estructuralmente distintos, y se desconoce el punto de acción para estos compuestos.
11A	Diferentes productos de <i>Bacillus thuringiensis</i> que actúan contra distintos órdenes de insectos pueden ser usados juntos sin comprometer su manejo de resistencia. La rotación entre ciertos productos microbianos <i>Bt</i> específicos puede resultar beneficiosa en el manejo de resistencia para algunas plagas. Consulte las recomendaciones específicas del producto.
22A y 22B	A pesar de que se cree que estos compuestos tienen el mismo punto de acción, los conocimientos actuales indican que el riesgo de resistencia cruzada metabólica entre subgrupos es bajo.

7.5 Notas generales y actualizaciones de la clasificación MdA.

- Para más detalles sobre el grupo de clasificación del MdA consultar el apéndice 2.
- En el apéndice 3 se puede consultar una lista de los ingredientes activos por orden alfabético con su respectiva clasificación de MdA.
- 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 se estime necesario. La última versión está siempre disponible para ser consultada en la página web de IRAC (www.ircac-online.org/countries/spain/).
- 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 agentes insecticidas 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 ircac@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 (**M**anejo de **R**esistencia a **I**nsecticidas).
- 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 **M**odo de **A**cción (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 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 Moduladores competitivos del receptor nicotínico de la acetilcolina

Se unen al sitio de la acetilcolina en el receptor, provocando una serie de síntomas desde hiperexcitación a letargia y parálisis. La acetilcolina es el principal neurotransmisor excitador en el sistema nervioso central del insecto.

Grupo 5 Moduladores alostéricos del receptor nicotínico de la acetilcolina – Sitio I

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 Moduladores alostéricos del canal de cloro dependiente de glutamato.

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

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 nerviosos.

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.

Grupo 29 Moduladores de los órganos cordotonaes – sin punto de acción definido

Interrumpen la función de los órganos cordotonaes receptores de estiramiento, que son críticos para los sentidos de la gravedad, el equilibrio, la propiocepción y la cinestesia. Esto interrumpe la alimentación y otros comportamientos de los insectos. Al contrario que el grupo 9, los insecticidas del grupo 29 no se unen al complejo Nan-lav del canal TRPV.

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 afectando CHS1

Inhiben la enzima que cataliza la polimerización de quitina.

Grupo 15 Inhibidores de la biosíntesis de quitina afectando CHS1

Inhiben la enzima que cataliza la polimerización 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 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 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 específicas de lepidópteros (aplicadas mediante pulverización o expresadas en variedades de cultivos transgénicos) y baculovirus.

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.

Grupo 31 Virus patógenos ocluidos específicos del huésped

El complejo proteico PIF (Per os Infectivity Factor) propio de los baculovirus provoca la infección específica del huésped uniéndose a las células del intestino medio, que en última instancia conduce a la muerte del insecto. Se desconocen los sitios de unión de las PIF en el intestino medio pero se piensa que son específicos para cada tipo de baculovirus.

Modo de Acción desconocido 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)

Grupo UN - Compuestos de modo de acción desconocido o incierto

Grupo UNE - Extractos vegetales y aceites crudos de modo de acción desconocido o incierto

Grupo UNF - Hongos entomopatógenos de modo de acción desconocido o incierto

Grupo UNM - Disruptores mecánicos no específicos

APÉNDICE 3:

Ingredientes activos en orden alfabético con su Clasificación del MdA

Esta es la lista completa de consulta de insecticidas clasificados por IRAC. Si su ingrediente activo no está en esta lista y entra dentro del alcance de esta clasificación como se define en el apartado 1, por favor, póngase en contacto con IRAC como se indica en el apartado 7.5.

Ingrediente Activo	MdA N°
Abamectina	6
Aceite de naranja	UNE
Aceites de parafina	UNM
Acequinocil	20B
Acetamiprid	4A
Acrinatrín	3A
<i>Akanthomyces muscarius</i> (<i>Lecanicillium muscarium</i> = <i>Verticillium lecani</i>)	UNF
Alfa-cipermetrín	3A
Azadiractín	UN
Azufre	UN
<i>Bacillus thuringiensis</i>	11A
<i>Beauveria bassiana</i>	UNF
Betaciflutrín	3A
Bifenazato	20D
Buprofezín	16
Ciantraniliprol	28
Ciflumetofén	25A
Cipermetrín	3A
Clofentezín	10A
Clorrantraniliprol	28
<i>Cydia pomonella</i> GV	31
Deltametrín	3A
Diflubenzurón	15
Emamectina	6
Esfenvalerato	3A
Etofenprox	3A
Etoxazol	10B
Fenamifós	1B
Fenazaquín	21A
Fenoxicarb	7B
Fenpiroximato	21A
Flonicamid	29
Fluoruro de sulfurilo	8C
Flupiradifurona	4D
Formetanato	1A
Fosfuro de aluminio	24A
Fosfuro de magnesio	24A

Ingrediente Activo	MdA N°
Fosmet	1B
Fostiazato	1B
<i>Helicoverpa armigera</i> NPV	31
Hexitiazox	10A
Imidacloprid	4A
Indoxacarb	22A
<i>Isaria fumosorosea</i> (antes <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>)	UNF
Lambda-cihalotrín	3A
<i>Lecanicillium muscarium</i> (<i>Akanthomyces muscarius</i> = <i>Verticillium lecani</i>)	UNF
Maltodextrina	UNM
Metaflumizona	22B
<i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>anisopliae</i>	UNF
Metil-Pirimifós	1B
Metoxifenocida	18
Mezcla de terpenoides QRD 460	UNE
Milbemectina	6
Oxamilo	1A
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> (ahora <i>Isaria fumosorosea</i>)	UNF
Piretrinas	3A
Piridabén	21A
Pirimicarb	1A
Piriproxifén	7C
Sales potásicas de ácidos grasos vegetales	UNE
Spinetoram	5
Spinosad	5
Spiromesifén	23
Spirotetramat	23
<i>Spodoptera littoralis</i> NPV	31
Sulfoxaflor	4C
Tau-fluvalinato	3A
Tebufenocida	18
Tebufenpirad	21A
Teflutrín	3A
Tierra de diatomeas	UNM
Triflumurón	15
<i>Verticillium lecani</i> (<i>Akanthomyces muscarius</i> = <i>Lecanicillium muscarium</i>)	UNF
Zeta-cipermetrín	3A

IRAC



España

Comité de Acción contra la Resistencia a Insecticidas

CLASIFICACIÓN DEL MODO DE ACCIÓN DE INSECTICIDAS Y ACARICIDAS
 Revisado y reeditado en febrero 2021
 Basado en la clasificación de MoA de IRAC Internacional versión 9.4

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

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

Miembros de IRAC España





































Colaboradores: