





Para más información contacte con:

Antonio López • Syngenta Agro, S.A.
C/Ribera del Loira, 8 - 10 • 28042 Madrid
Tel.: 91 387 64 10 • Fax: 91 735 01 80
E-mail: antonio.lopez@syngenta.com

Virginia Gil-Albert • Agrodan, S.A.
C/ Almansa, 105 • 28040 Madrid
Tel.: 91 553 01 04 • Fax: 91 553 88 59
E-mail: vgilalbert@agrodan.es





ESPAÑA

Disponer de un conocimiento actualizado del modo de acción de insecticidas/acaricidas permite a los agricultores, prescriptores y profesionales de la protección de los cultivos en general, una mejor selección de los insecticidas/acaricidas dentro de una estrategia de gestión de la resistencia (MRI, Manejo de Resistencias en Insecticidas, del inglés IRM -Insecticide Resistance Management-). Este documento, además de presentar los modos de acción propuestos por IRAC Internacional con las materias activas asociadas, adjunta la descripción de diversos conceptos básicos en resistencia a productos fitosanitarios y las bases para la correcta gestión de insecticidas/ acaricidas.

¿QUE ES 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 eficacia del producto al ser usado de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta para esa plaga (IRAC)'. Esta situación suele alcanzarse por el 'uso abusivo' o 'mal uso' del insecticida 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.

MODO DE ACCIÓN. RESISTENCIA EN EL PUNTO DE ACCIÓN Y RESISTENCIA CRUZADA

En la mayoría de los casos, la resistencia no solo afecta negativamente al compuesto sobre la que se genera, sino que puede conferir resistencia cruzada a otros plaguicidas parecidos. Esto es debido a que productos insecticidas de un mismo grupo químico suelen afectar a un punto de acción común, por lo que se considera que comparten un mismo modo de acción (MdA, del inglés MoA, "mode of action").

Una posible causa de resistencia en un organismo es una modificación genética (heredable) del punto de acción. Cuando esto sucede el insecticida pierde su eficacia drásticamente. En esta situación los productos químicamente próximos, que comparten un mismo MdA, tienen un alto riesgo de que automáticamente se vean afectados por la adquisición de esta resistencia (resistencia cruzada).

Alternancia o secuencias de MdA como estrategia de manejo de las resistencias (MRI)

Las estrategias de manejo de resistencia (MRI) tienen como objetivo minimizar la selección de plagas por su resistencia a insecticidas/acaricidas. En la práctica, las alternancias, secuencias o rotaciones de compuestos con diferentes grupos MdA son una recomendación típica en MRI. Estas recomendaciones pretenden minimizar la selección para un cierto MdA. Las aplicaciones se suelen agrupar en periodos o bloques donde se utiliza, o se prohíbe, un cierto MdA, asociados a periodos de desarrollo del cultivo o biología de la plaga. Varias aplicaciones repetidas con productos de un mismo MdA pueden ser aceptables, pero es esencial asegurar que las diversas generaciones de la plaga no estén tratadas con compuestos con el mismo MdA. Estas estrategias deben ponerse a punto de forma local.

Mecanismos de resistencia no basados en el MdA

Es sabido que numerosos casos de resistencia a insecticidas/acaricidas son el resultado del incremento de la actividad enzimática, disminución de la penetración o cambios de comportamiento de la plaga. Estos fenómenos no están relacionados con el punto de acción del insecticida, pero pueden estar relacionados con productos concretos o grupos químicos. En este entorno, las alternancias de productos de diferentes familias químicas se mantiene como una técnica recomendable para minimizar los fenómenos de selección no basados en el punto de acción. En caso de conocer los mecanismos de resistencia, la gestión del problema se optimiza con una rotación de sustancias que se diferencien en este aspecto.

La clasificación por modo de acción MdA

En la tabla 1 se presenta la “Clasificación de modos de acción de insecticidas/acaricidas. IRAC España 2004”. Paralelamente, en la tabla 2, se presenta la “Lista de materias activas ordenadas por los modos de acción. IRAC España 2004”. Estas tablas se basan en las propuestas por IRAC internacional, modificada en función de la situación Española y criterios descritos en el apartado de indicaciones a las tablas

IRAC Internacional revisa anualmente la tabla general. Las compañías miembros de IRAC participan activamente en la revisión y actualización de las nuevas versiones, previamente a la versión definitiva que se distribuirá de forma general. Este documento se facilita, entre otros receptores, a las autoridades como declaración por parte de las compañías de fitosanitarios de la adecuación de productos individuales en estrategias MRI. El documento IRAC original, y más información sobre este tema, puede encontrarse en página web de IRAC Internacional: www.illac.org.

Es nuestro objetivo que los usuarios de insecticidas/acaricidas conozcan el modo de acción de estos productos y que esto sea una de las bases para desarrollar estrategias sostenibles de gestión de resistencias basadas en secuencias de uso de productos con diferentes MdA. Queremos recordar, que dentro de una MRI, el uso correcto de los insecticidas es solo una herramienta que debe ser complementada/ apoyada con otro tipo de acciones.

Indicaciones a las tablas 1 (Modos de acción) y 2 (Materias activas):

- Las tablas se dividen en grupos por el punto de acción (1, 2, 3,...) que pueden subdividirse en subgrupos (A, B, C,...) definiendo los modos de acción (1B, 3, 7C...)
- La nomenclatura inglesa original se basa en la propuesta del “The Pesticide Manual”, 2000, Ed. C.D.S. Tomlin, The British Crop Protection Council. Los nombres de materias activas son los que aparecen en el registro español.
- Si un subgrupo de MdA presenta más de una materia activa, se utilizará el nombre químico del grupo para definirlo.
- Si un subgrupo de MdA sólo presenta una materia activa representativa, su nombre es usado como indicativo del subgrupo
- Cuando más de un subgrupo químico, o materia activa representativa pertenecen al mismo grupo MdA, se ordenarán por las siguientes reglas: Antes los subgrupos químicos que las materias activas específicas y, dentro de estas dos opciones, por orden alfabético.
- Para que un subgrupo se incluya debe disponer como mínimo de una materia activa registrada, o en proceso de registro en España. En algunos casos se citan algunos modos de acción sin representantes actualmente (desaparición de materias activas o futura inclusión). 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.
- Sólo se han incluido materias activas de uso agrícola (no se incorporan sustancias insecticidas de uso exclusivo en Sanidad ambiental u otros ámbitos).
- Señal de asterisco (*): no todos los miembros de este grupo han mostrado resistencia cruzada. Hay mecanismos no relacionados con el punto de acción, como la mayor actividad enzimática, que pueden jugar un papel importante en estos grupos químicos. La alternancia de compuestos de diferentes subgrupos dentro del grupo puede ser aceptable dentro de una estrategia MRI.
- Los productos que contengan múltiples toxinas (m) serán diferenciados de los que contengan un sólo tipo (s). Los productos que contengan esporas (+) se diferenciarán de los que no las contengan (-). Por ejemplo, *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* que contenga diversas toxinas y esporas se denominaría como 11Dm+, mientras que el mismo producto sin esporas y expresando solo una toxina se designaría como 11Ds-

TABLA 1. Clasificación de modos de acción de Insecticidas/Acaricidas. IRAC España 2004

Grupo	Sub-grupo	Punto de acción primario	Subgrupo químico o Ingrediente activo representativo
1*	A	Inhibidores de acetilcolinesterasa	Carbamatos
	B		Organofosforados
2*	A	Antagonistas del receptor GABA (canal cloro)	Ciclodienos organoclorados
	B		Fenilpirazoles
3		Moduladores del canal de sodio	Piretroides, Piretrinas
4*	A	Agonistas/antagonistas del receptor de nicotínico acetilcolina	Neonicotinoides
	B		Nicotina
	C		Cartap, Bensultap
5		Agonistas/antagonistas del receptor de nicotínico acetilcolina (no grupo 4)	Spinosines
6		Activador canal de Cloro	Abamectinas, Milbemicinas
7*	A	Miméticos de hormonas juveniles	Análogos de hormona juvenil
	B		Fenoxicarb
	C		Piriproxifen
8*	A	Compuestos de modo de acción desconocido o no específico (fumigantes)	Bromuro de metilo
	B		Fosfuro de aluminio
	C		Fluoruro de azufre
9*	A	Compuestos de modo de acción desconocido o no específico (bloqueadores selectivos de la alimentación)	Criolita
	B		Pimetrocina
	C		Flonicamid
10*	A	Compuestos de modo de acción desconocido o no específico (Inhibidores del crecimiento de ácaros)	Clofentezin, Hexatiazox
	B		Etozazole
11*	A1	Disruptores microbianos de las membranas digestivas (B.t.)	<i>Bacillus thuringiensis var. israelensis</i>
	A2		<i>Bacillus thuringiensis var. sphaericus</i>
	B1		<i>Bacillus thuringiensis var. aizawai</i>
	B2		<i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i>
	C		<i>Bacillus thuringiensis var. tenebrionensis</i>
12*	A	Inhibidores de la fosforilación oxidativa, disruptores de la formación de ATP	Diafentiuiron
	B		Acaricidas orgánicos de estaño
13		Desacopladores de la fosforilación oxidativa vía disrupción del gradiente de protones H	Clorfenapir
14		Inhibidores de la estimulación magnésica de ATPasa	Propargita
15		Inhibidores de la síntesis de quitina	Benzoilureas
16		Inhibidores de la síntesis de quitina tipo 1, Homópteros	Buprofezin
17		Inhibidores de la síntesis de quinina tipo 2, Dípteros	Ciromazina
18		Disruptores/agonistas de la ecdisona	Diacilhidrazinas
19		Agonistas de la octopamina	Amitraz
20		Inhibidores del transporte de electrones punto II	Dicofol
21		Inhibidores del transporte de electrones punto I	Acaricidas METI, Rotenona
22		Bloqueadores del canal de sodio dependiente del voltaje	Indoxacarb
23		Inhibidores de síntesis de lípidos	Derivados ácido tetrónico
24		Inhibidores del transporte de electrones punto III	Acequinocil, Fluacirpirim
25		Neuroactivo (Modo de acción desconocido)	Bifenazate
26		Modo de acción desconocido	Azadiractin

**TABLA 2. Lista de materias activas ordenadas por los modos de acción.
IRAC España 2004**

Grupo	Punto de acción primario	Subgrupo químico o materia activa respresentativa	Materias activas (ESP)
1A	Inhibidores de acetilcolinesterasa	Carbamatos	Aldicarb Benfuracarb Carbaril Carbofurano Carbosulfan Formetanato Metiocarb Metomilo Oxamilo Pirimicarb Tiodicarb
1B		Triazamate	Triazamato
		Organofosforados	Acefato Cadusafos Clorpirifos Diazinon Diclorvos Dimetoato Etoprofos Fenitrotrion Fention Fosalon Fosmet Fostiazato Malation Metamidofos Metidation Metil azinfos Metil clorpirifos Metil oxidemeton Metil pirimifos Naled Paration Piridafention Triclorfon Vamidation
2A	Antagonistas del receptor GABA (canal cloro)	Ciclodienos organoclorados	Endosulfan
2B		Fipronil	Fipronil
3	Moduladores del canal de sodio	Piretroides	Acrinatrin Alfa cipermetrin Beta ciflutrin Bifentrin Ciflutrin Cipermetrin Deltametrin Esfenvalerato Etofenprox Lamda cihalotrin Tau fluvalinato Teflutrin Zeta cipermetrin
		Piretrinas	Piretrinas nat., pelitre
4A	Agonistas/antagonistas del receptor de nicotínico acetilcolina	Neonicotinoides	Acetamiprid Clotianidin Imidacloprid Tiacloprid Tiametoxam
4B			Nicotina
4C			Bensultap /Cartap
5			Spinosines

**TABLA 2. Lista de materias activas ordenadas por los modos de acción.
IRAC España 2004**

Grupo	Punto de acción primario	Subgrupo químico o materia activa representativa	Materias activas (ESP)
6	Activador canal de Cloro	Abamectines, Milbemecines	Abamectina
7A	Miméticos de hormonas juveniles	Análogos de hormona juvenil	Sin representantes
7B		Fenoxicarb	Fenoxicarb
7C		Piriproxifen	Piriproxifen
8A	Compuestos de modo de acción desconocido o no específico (fumigantes)	Bromuro de metilo	Bromuro de metilo
8B		Fosforo de aluminio	Fosforo de aluminio
8C		Fluoruro de azufre	Sin representantes
9A	Compuestos de modo de acción desconocido o no específico (bloqueadores selectivos de la alimentación)	Criolita	Sin representantes
9B		Pimetrocina	Pimetrocina
9C		Fonicamid	Fonicamid
10A	Compuestos de modo de acción desconocido o no específico (Inhibidores del crecimiento de ácaros)	Clofentezin, Hexatiazox	Clofentezin
10B		Etozazol	Sin representantes
11A1	Disruptores microbianos de las membranas digestivas (Bacillus thuringiensis -Bt-.)	B.t. var. israelensis	B.t. var. israelensis
11A2		B.t. var. sphaericus	Sin representantes
11B1		B.t. var. aizawai	B.t. var. aizawai
11B2		B.t. var. kurstaki	B.t. var. kurstaki
11C		B.t. var. tenebrionensis	B.t. var. tenebrionensis
12A	Inhibidores de la fosforilación oxidativa, disruptores de la formación de ATP	Diafentiuron	Sin representantes
12B		Acaricidas orgánicos de estaño	Azocicloestan Cihexastan
13	Desacopladores de la fosforilación oxidativa vía disrupción del gradiente de protones H	Clorfenapir	Sin representantes
14	Inhibidores de la estimulación magnética de ATPasa	Propargita	Propargita
15	Inhibidores de la síntesis de quitina	Benzoilureas	Diflubenzuron Flufenoxuron Hexaflumuron Lufenuron Teflubenzuron Triflumuron
16	Inhibidores de la síntesis de quitina tipo 1, Homópteros	Buprofezin	Buprofezin
17	Inhibidores de la síntesis de quinina tipo 2, Dípteros	Ciromazina	Ciromazina
18	Disruptores/agonistas de la ecdisona	Diacilhidrazines	Metoxifenocida Tebufenocida
19	Agonistas de la octopamina	Amitraz	Amitraz
20	Inhibidores del transporte de electrones punto II	Dicofol	Dicofol
21	Inhibidores del transporte de electrones punto I	Acaricidas METI, Rotenona	Fenazaquin Fenpiroximato Piridaben Tebufenpirad Rotenona
22	Bloqueadores del canal de sodio dependiente del voltaje	Indoxacarb	Indoxacarb
23	Inhibidores de síntesis de lípidos	Derivados ácido tetrónico	Espiroidiclofen Espiroemesifen
24	Inhibidores del transporte de electrones punto III	Acequinocil/ Fluaciriprim	Sin representantes
25	Neuroactivo (Modo de acción desconocido)	Bifenazate	Sin representantes
26	Modo de acción desconocido	Azadiractin	Azadiractin

