

Clasificación de **fungicidas** y **bactericidas** según el modo de acción

Segunda edición



INTRODUCCIÓN

Una buena estrategia de prevención de la resistencia es clave para garantizar rendimientos y calidad óptimos de los cultivos. Ayuda a mantener la eficacia y el número de fungicidas que están disponibles actualmente para los agricultores y productores. La resistencia y un mal control de enfermedades en el campo podría llevar rápidamente al uso excesivo de algunos fungicidas a medida que los usuarios tratan de controlarlas, lo que a su vez provoca un aumento indeseable de presión en el medioambiente.

FRAC España es un grupo de trabajo para la prevención de resistencia a fungicidas creado originalmente en 1988, retomando la actividad en 2016 como grupo regional de FRAC Internacional. Está formado por técnicos de las compañías miembros y cuenta con la colaboración de asesores científicos independientes.

OBJETIVOS:

- » Ofrecer conocimiento, recomendaciones científicas y difusión de estrategias para un buen manejo de los productos fungicidas y bactericidas, con el objetivo de prevenir el desarrollo de resistencias.
- » Identificar nuevos casos de resistencia en España, así como realizar un seguimiento de los problemas ya existentes.
- » Coordinación de todas las partes implicadas —Comunidad científica, Autoridades locales, Autoridades centrales y FRAC España— para diseñar una estrategia común en la prevención de resistencias a enfermedades de alto riesgo para la agricultura española y mediterránea.
- » Relación con instituciones internacionales y grupos de trabajo de otros países, especialmente del área mediterránea.

Más información disponible en www.frac.info/publications

Modos de acción

Los fungicidas inhiben el crecimiento del hongo interfiriendo procesos celulares críticos. El **modo de acción (MdA)** se refiere al proceso celular específico que inhibe cada fungicida en particular. Dentro de cada modo de acción hay sitios de acción específicos, que son las enzimas específicas del proceso celular a las que se unen los fungicidas.

El enfoque de la clasificación se basa en el riesgo de resistencia y en los patrones de resistencia cruzada. El objetivo de la clasificación de MdA es asegurarse de que los usuarios de fungicidas están al tanto de los grupos de MdA y tienen una base sólida sobre la que llevar a cabo un manejo de la resistencia sostenible, a través del uso efectivo de mezclas, secuencias y alternancia de fungicidas con diferentes modos de acción. Para contribuir a retardar la aparición de resistencias se recomienda que los agricultores también incluyan otros métodos de control en los programas de control de enfermedades fúngicas.

Modos de acción (MdA) incluidos en la clasificación:

A. Metabolismo de ácidos nucleicos. Afectan la síntesis de ácidos nucleicos ADN y ARN, reduciendo la producción de enzimas como: la ARN polimerasa I, adenosin-deaminasa o la ADN topoisomerasa. Afectan a la división celular.

B. Proteínas motoras y del citoesqueleto. La tubulina (microtúbulos-citoesqueleto), es una molécula importante en la formación y segregación de cromosomas en la división celular; la alteración de esta afecta la mitosis a nivel de la metafase.

C. Respiración. Inhibición mitocondrial de la respiración celular. La respiración es un complejo proceso oxidativo que conserva la energía liberada por el catabolismo de las moléculas tales como carbohidratos a través de la producción de ATP y de ADP.

D. Síntesis de aminoácidos y proteínas. Inhiben la biosíntesis de la metionina (gen *cgs*) y la secreción de enzimas, involucradas en el traslado de la información contenida en el ARN en la síntesis de una secuencia de aminoácidos.

E. Transducción de señales. Lo forman sustancias que alteran la transducción de señales, inhibiendo los mecanismos metabólicos que permiten a la célula adaptarse a su entorno. MAP/histidina-quinasa en la transducción de señales osmótica (*OS-2*, *HOG1*).

F. Transporte o síntesis de lípidos/función o integridad de la membrana. Alteran la síntesis de los lípidos y la integridad de las membranas celulares. Actúan sobre la permeabilidad de la membrana afectando la formación de glicolípidos.

G. Biosíntesis de esteroles en las membranas. Inhibidores de enzimas o procesos enzimáticos en la biosíntesis del esteroles. Los Esteroles están localizados en las membranas celulares de algunos hongos (Ascomicetos y Basidiomicetos, y no en Bacterias ni Oomicetos) y le confieren estabilidad y control de la permeabilidad.

H. Biosíntesis de la pared celular. Impiden la fijación de glucosamina a la quitina dentro de las paredes celulares. El glucano es el componente estructural mayoritario de las paredes celulares fúngicas; la inhibición de este, ocasiona un colapso en la integridad de la pared celular.

P. Inducción de defensas en la planta huésped.

U. Modo de acción desconocido.

NC. No clasificado.

M. Productos químicos con actividad multi-sitio.

BM. Productos biológicos con múltiples modos de acción.

¿Qué es resistencia?

La resistencia fungicida, según FRAC, se refiere a una insensibilidad adquirida y heredable de un hongo a un agente antifúngico (o fungicida) específico.

Los casos de resistencia en campo deben ser confirmados por estudios a nivel del organismo que muestren una reducción de la sensibilidad del aislado del hongo al fungicida específico. El término resistencia en campo debe ser empleado para indicar pérdida de control en condiciones de campo, debido a la presencia de una alta proporción de cepas resistentes en la población del patógeno en campo.

El desarrollo de la resistencia a fungicidas es un proceso evolutivo. El fungicida está ejerciendo presión de selección en la población del patógeno mientras está matando la población inicial (o silvestre) pero no a la población alterada (o mutante). El uso excesivo o mal uso de un modo de acción fungicida puede acelerar significativamente estos cambios en la población.

Cuando los cambios son ligeramente desfavorables en condiciones normales (es decir, en ausencia del fungicida), la frecuencia de la población alterada puede disminuir cuando se elimina la presión de selección. Esto se denomina una penalización en su aptitud física.

MdA, sitio de acción y resistencia cruzada

Los fungicidas que actúan en el mismo sitio de acción (p.ej. los que tienen el mismo código FRAC en la Lista de Códigos FRAC) en general se considera que

tienen resistencia cruzada entre ellos. La resistencia cruzada se produce cuando surge resistencia a un fungicida que también resulta resistente a otro fungicida.

Es habitual en aislados fúngicos resistentes portar una mutación genética en el sitio de acción. Cuando esto ocurre, la interacción entre el compuesto y ese sitio de acción se ve afectada y el compuesto pierde su eficacia fungicida. Puesto que todos los compuestos englobados dentro del mismo código FRAC comparten un mismo MdA, hay un alto riesgo de que la resistencia que ha desarrollado confiera automáticamente resistencia cruzada a todos los compuestos del mismo subgrupo. Ocasionalmente, la resistencia cruzada se puede producir entre compuestos que actúen en diferentes sitios de acción, es decir, en caso de multi-resistencia (MDR - multi-drug resistance).

Uso de mezclas, alternancia o secuencias de diferentes MdA

Todas las estrategias eficaces de manejo de resistencia a fungicidas tienen como objetivo minimizar la selección de resistencia a cualquier tipo de fungicida. En la práctica, las mezclas, secuencias o alternancias de compuestos con diferentes códigos FRAC pueden proporcionar un manejo de resistencia a fungicidas eficaz y sostenible para enfermedades fúngicas. Las normas FRAC para manejo de resistencia se pueden consultar en www.frac.info.

Se debe considerar que las directrices de FRAC presentan la estrategia de manejo de resistencia mínima requerida y es posible que se deba usar una estrategia más estricta en determinados casos, para lo cual se recomienda consultar con FRAC España (frac@aepla.es), técnicos locales o el fabricante/distribuidor del producto. Las pautas de FRAC se refieren únicamente al campo de la química de los fungicidas. FRAC no puede hacer recomendaciones específicas para el uso de productos en particular. Si necesita asesoramiento sobre qué sustancias activas utilizar en su programa de control de enfermedades, consulte a su técnico local o al distribuidor/fabricante de productos potenciales.

Mecanismos de resistencia

» Alteración bioquímica del sitio de acción

Es el mecanismo de resistencia más común. Esta modificación es generada por un cambio en la secuencia genética codificadora de la enzima o proteína que constituye el sitio de acción en el hongo. Los aislados fúngicos resistentes es habitual que porten una mutación genética en el sitio de acción. Cuando esto ocurre, la interacción entre el compuesto y ese sitio de acción se ve afectada y el compuesto pierde su eficacia fungicida.

» **Detoxificación del fungicida**

Las células de los hongos contienen mecanismos metabólicos para desempeñar los procesos celulares habituales. Estos mecanismos pueden ser capaces de modificar el fungicida para que ya no sea perjudicial para la célula. Algunos fungicidas necesitan ser metabolizados en la célula del hongo para pasar a la forma activa. En una célula con el metabolismo alterado el paso de la activación podría no suceder y el fungicida no pasaría a la forma activa.

» **Sobreexpresión del sitio de acción**

La producción de enzimas adicionales en el sitio de acción (es decir, sobreexpresión del sitio de acción) puede aumentar la probabilidad de que una cantidad suficiente del sustrato fúngico sea capaz de unirse a la enzima del sitio objetivo, por lo que los procesos celulares como la respiración pueden producirse hasta cierto punto.

» **Exclusión o expulsión desde el sitio de acción**

Las bombas de eflujo existen naturalmente dentro de la célula para excluir o expulsar sustancias extrañas o para exportar sustancias endógenas. A pesar de estas bombas de eflujo, la mayoría de los fungicidas pueden alcanzar concentraciones eficaces dentro de la célula e inhibir los procesos celulares. Ocasionalmente, estos transportadores tienen éxito expulsando suficiente fungicida como para que el aislado tenga una sensibilidad reducida.

Si se sabe que dichos mecanismos generan resistencia cruzada entre compuestos con diferentes sitios de acción, el modo de empleo de los fungicidas debe modificarse adecuadamente.

Principios de Manejo de la Resistencia a Fungicidas

» **No usar reiteradamente el mismo producto**

Aplíquelo en mezcla con uno o más fungicidas con un modo de acción diferente, o en rotación o alternancia con otros fungicidas. Los otros compuestos aplicados de cualquiera de estas formas disminuirán la presión de selección ejercida por el fungicida en riesgo y disminuirá el desarrollo de nuevos aislados resistentes del hongo.

» **Disminuir el número de tratamientos por temporada**

Este enfoque, como la rotación, reduce el número total de aplicaciones del fungicida en riesgo y, por lo tanto, debería ralentizar la selección de aislados resistentes. Además, podría favorecer el declive de cepas resistentes que pudieran tener una penalización de su desarrollo en la naturaleza.

» **Respetar la dosis recomendada por los fabricantes**

Las dosis recomendadas deben mantenerse, no sólo porque incluyen un factor de seguridad que garantiza el buen funcionamiento del producto bajo una amplia gama de condiciones agronómicas, sino más importante, porque es posible que reducir la dosis pueda intensificar el desarrollo de resistencias por parte de los patógenos diana.

» **Evitar usos erradicantes, realizar aplicaciones preventivas**

Se recomienda evitar el uso de fungicidas sistémicos de forma curativa en dos situaciones diferentes como estrategia para evitar el desarrollo de resistencia:

1. En aplicación foliar en mezcla con un fungicida multisitio, este último no es erradicante, por lo que solo actuará el fungicida sistémico, p.ej. fenilamida.
2. La posibilidad de selección podría ser mucho mayor que si se hubiera aplicado como tratamiento preventivo para mantener bajas las poblaciones.

» **Manejo integrado de enfermedades**

Dentro de la **GIP (Gestión Integrada de Plagas)**, el uso de todo tipo de medidas para disminuir la incidencia de enfermedades en los cultivos que incluyen el **uso de variedades de cultivos resistentes** a estas, **agentes de control biológico** y **prácticas higiénicas** apropiadas, como la **rotación de cultivos** y la **eliminación de las partes enfermas de las plantas de cultivos perennes**. Igualmente, la aplicación de fungicidas es otra medida más que complementa el control y minimiza la "ruptura" de variedades resistentes a enfermedades.

» **Diversidad química**

La disponibilidad de una gama de diferentes fungicidas para el control de cada una de las principales enfermedades de los cultivos es muy beneficiosa para mitigar los problemas de resistencia. Sin embargo, el uso continuado de uno o muy pocos modos de acción (MdA) durante muchos años presenta un riesgo mucho mayor al incrementar notablemente la posibilidad de desarrollo de resistencia en los organismos diana. La retirada de fungicidas reduce las opciones para un manejo eficaz de la resistencia.

» **Utilizar 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.

» **Consultar a los Servicios Oficiales o Técnicos de su zona**



**Lista de Códigos
FRAC[©] 2022:
agentes fungicidas según el
patrón de resistencia cruzada
y el modo de acción**

**(incluyendo el Código para los grupos FRAC
en las etiquetas de productos)**

Aviso legal

Si bien el FRAC hace todo lo posible para presentar una información precisa y fiable, no garantiza la exactitud, integridad, eficacia, oportunidad o la secuencia correcta de dicha información. El FRAC y sus empresas asociadas no se hacen responsables de las consecuencias derivadas del uso o interpretación de esta información, incluidos, entre otros, errores u omisiones, la exactitud o razonabilidad de los hechos o supuestos científicos, estudios o conclusiones.

La inclusión de ingredientes activos y productos en las listas de códigos FRAC se basa en una evaluación científica de sus modos de acción; no proporciona ningún tipo de certificado para el uso de un producto o un juicio sobre la eficacia. El FRAC y sus empresas asociadas no son responsables de, y expresamente renuncian a toda responsabilidad por, los daños de cualquier tipo que surjan del uso, referencia a, o utilización de la información proporcionada.

El estado de registro en España de las distintas sustancias activas puede haber sufrido cambios desde que se actualizó este documento, por lo que se recomienda siempre consultar a Servicios Oficiales o técnicos locales las condiciones de uso de productos de protección de cultivos, fungicidas y bactericidas en este caso.

INTRODUCCIÓN

En la siguiente tabla se enumeran las sustancias activas fungicidas autorizadas en España con uso fitosanitario de acuerdo a su modo de acción y el riesgo de resistencia. También se incluyen los bactericidas más importantes. La agrupación se basa en el modo de acción bioquímico, pero un factor importante es identificar los patrones de resistencia cruzada entre químicos.

Este documento de FRAC España es la adaptación a la situación española de los MdA propuestos por FRAC Internacional, incluyendo únicamente los grupos y las sustancias activas registradas de uso actual o futuro en nuestro país.

Los encabezados de la tabla se definen como:

Código MdA

Se emplean letras diferentes (A a P, con números añadidos) para distinguir los grupos de fungicidas de acuerdo a su modo de acción (MdA) bioquímico en las rutas biosintéticas de patógenos de las plantas. La agrupación se hizo en base a los procesos en el metabolismo empezando por la síntesis de ácidos nucleicos (A) hasta el metabolismo secundario, por ejemplo, la síntesis de melanina (I), seguidos por inductores de defensa en la planta huésped (P), nuevas moléculas con un modo de acción desconocido y riesgo de resistencia desconocido (U, estado transitorio, hasta disponer de la información sobre el modo de acción y mecanismo de resistencia), y los inhibidores químicos multi-sitio

(M). Los compuestos fungicidas de origen biológico se agrupan de acuerdo con el modo de acción principal dentro de las respectivas categorías de rutas. Una categoría recientemente introducida “Productos biológicos con múltiples modos de acción” (BM) se usa para agentes de origen biológico que muestran múltiples mecanismos de acción.

Punto de acción y código

Si está disponible, se proporciona el modo de acción bioquímico. En muchos casos no se conoce el punto de acción exacto, sin embargo, todavía es posible agrupar dentro de una ruta/grupo funcional determinado. También se pueden agrupar debido a perfiles de resistencia cruzada dentro de un grupo o en relación con otros grupos.

Nombre del grupo

Los nombres de los grupos se basan en la relación química de estructuras que son aceptados en la literatura (por ejemplo *The Pesticide Manual*). Se basan en diferentes fuentes (estructura química, punto de acción, primer representante importante del grupo).

Grupo químico o biológico

La agrupación se basa en consideraciones químicas. La nomenclatura se basa en el nombre de la IUPAC y Chemical Abstract. Se puede emplear información taxonómica para los agentes de origen biológico. Se han eliminado los grupos que no poseen representantes actualmente autorizados en España.

Nombre común

El nombre común aceptado (o propuesto) por BSI/ISO para una sustancia activa individual se espera que aparezca en la etiqueta del producto como definición de éste.

Las sustancias en rojo son 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.

(Las sustancias que figuran en gris, cursiva y entre paréntesis) son aquellas presentadas para su registro en España pero sin autorización de uso concedida en la fecha de edición de este documento.

Código FRAC

Los números y las letras se usan para distinguir los grupos de fungicidas de acuerdo con su comportamiento en resistencia cruzada. Este código debería ser usado para definir el código del "GRUPO FUNGICIDA" en las etiquetas de los productos, p.ej.

GRUPO	8	FUNGICIDA
-------	---	-----------

Los números se asignaron principalmente según el momento de introducción del producto en el mercado. Las letras se refieren a P = inductores de mecanismos de defensa en la planta huésped, M = inhibidores químicos multi-sitio, U = modo de acción desconocido y riesgo de resistencia desconocido, y BM = biológicos con múltiples modos de acción. La reclasificación de compuestos basada en nuevas investigaciones puede dar lugar a la expiración de códigos. Esto es más probable en la sección U cuando se confirma el modo de acción. Estos códigos no son reutilizados para nuevos grupos; se añade una nota para indicar la reclasificación dentro de un nuevo código.

Comentarios sobre Resistencia

Si se conoce resistencia en campo a uno de los miembros del Grupo, lo más probable, aunque no exclusivamente cierto, es que se presente resistencia cruzada a otros miembros del grupo. Cada vez hay más pruebas de que el grado de resistencia cruzada puede diferir entre miembros del grupo y especies de patógenos o incluso dentro de cada especie. Para obtener la información más reciente sobre la resistencia y el estado de resistencia cruzada de un patógeno particular/combinación de fungicidas, se aconseja ponerse en contacto con representantes locales del FRAC, representantes de los fabricantes de productos o técnicos en protección de cultivos. El manejo de la resistencia está condicionado por el riesgo intrínseco del fungicida, el riesgo del patógeno y el riesgo agronómico (véase la lista de riesgo de patógenos del FRAC).

Han sido publicadas listas de clasificación de fungicidas similares por T. Locke en nombre del FRAG - UK (Fungicide Resistance, agosto de 2001), y por P. Leroux (Classification des fongicides agricoles et résistance, Phytoma, La Défense des Végétaux, No. 554, 43-51, noviembre 2002).

Última actualización: febrero 2022 (basado en versión marzo 2021 de FRAC Internacional)*.

*. Aviso legal:

La lista de códigos FRAC es propiedad del FRAC y está protegido por las leyes de copyright. La lista puede ser usada para fines educativos sin permiso del FRAC. El uso comercial de este material puede hacerse únicamente con la autorización expresa, previa y por escrito del FRAC.

MdA	CÓDIGO Y PUNTO DE ACCIÓN	NOMBRE GRUPO	GRUPO QUÍMICO O BIOLÓGICO	NOMBRE COMÚN	Código FRAC
A: Metabolismo de ácidos nucleicos	A1: ARN polimerasa I	fungicidas PA (fenilamidas)	acilalaninas	benalaxil-M (=kiralaxil) metalaxil metalaxil-M (=mefenoxam)	4
	A2: adenosin desaminasa	hidroxi-(2-amino-) pirimidinas	hidroxi-(2-amino-) pirimidinas	bupirinato	8
B: Proteínas motoras y del citoesqueleto	B1: ensamblaje de la β-tubulina en mitosis	fungicidas MBC (Metil Benzimidazol Carbamatos)	benzimidazoles	tiabendazol	1
	B3: ensamblaje de la β-tubulina en mitosis	benzamidas	toluamidas	zoxamida	22
	B5: deslocalización de proteínas tipo espectrina	benzamidas	piridinilmetil-benzamidas	fluopicolida	43
	B6: función de la actina/miosina/fimbrina	aril-fenil-cetonas ¹	benzofenonas benzoilpiridinas	metrafenona piriofenona	50
C: Respiración	C2: complejo II: succinato deshidrogenasa	SDHI (Inhibidores de la Succinato deshidrogenasa)	fenil-benzamidas	flutolanil	7
			fenil-oxi-etil tiofeno amidas	isofetamid	
			piridinil-etil-benzamidas	fluopyram	
			pirazol-4-carboxamidas	benzovindiflupyrbixafen fluxapyroxad isopirazam penthiopirad sedaxane	
			piridin-carboxamidas	boscalida	

1. reclasificada desde U8 en 2018.

MdA	CÓDIGO Y PUNTO DE ACCIÓN	NOMBRE GRUPO	GRUPO QUÍMICO O BIOLÓGICO	NOMBRE COMÚN	Código FRAC
C. Respiración	C3: complejo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidasa) en el sitio Qo (<i>gen cit b</i>)	fungicidas QoI (Inhibidores externos de la Quinona)	metoxi-acrilatos	azoxistrobin	11
			metoxi-acetamidas	(<i>mandestrobin</i>)	
			metoxi-carbamatos	piraclostrobin	
			oximino-acetatos	kresoxim-metil trifloxistrobin	
			oxazolidina-dionas	famoxadona	
			dihidro-dioxazinas	fluoxastrobin	
	C4: complejo III: citocromo bc1 (ubiquinona reductasa) en el sitio Qi	fungicidas Qil (Inhibidores internos de la Quinona)	ciano-imidazoles	ciazofamida	21
			sulfamoil-triazoles	amisulbrom	
			picolinamidas	fenpicoxamid	
	C5: desacopladores de la fosforilación oxidativa		dinitrofenil crotonatos	meptildinocap	29
2,6-dinitro-anilinas			fluazinam		
C7: transporte de ATP (propuesto)	tiofeno-carboxamidas	tiofeno-carboxamidas	siltiofam	38	
C8: complejo III: citocromo bc1 (ubiquinona reductasa) en el sitio Qo, subsitio de unión de estigmatelina	fungicidas QoSI (Inhibidores externos de la Quinona, unión tipo estigmatelina)	triazolo-pirimidilamina	ametoctradin	45	
D: síntesis de aminoácidos y proteínas	D1: biosíntesis de metionina (propuesto) (<i>gen cgs</i>)	fungicidas AP (Anilino-Pirimidinas)	anilino-pirimidinas	ciprodinil mepanipirim pirimetanil	9

MdA	CÓDIGO Y PUNTO DE ACCIÓN	NOMBRE GRUPO	GRUPO QUÍMICO O BIOLÓGICO	NOMBRE COMÚN	Código FRAC
E: transducción de señales	E1: transducción de señales (mecanismo desconocido)	aza-naftalenos	quinazolinonas	proquinazid	13
	E2: MAP/Histidina-quinasa en la transducción de señales osmótica (<i>os-2, HOG1</i>)	fungicidas PP (fenilpirroles)	fenilpirroles	fludioxonil	12
F: transporte o síntesis de lípidos/ función o integridad de la membrana	F1:	anteriormente dicarboximidaz			
	F3: peroxidación de la célula (propuesto)	fungicidas AH (Hidrocarburos Aromáticos) (clorofenoles, nitroanilinas)	hidrocarburos aromáticos	metil tolclofos	14
		heteroaromáticos	1,2,4-tiadiazol	etridiazol	
	F4: permeabilidad de la membrana celular, ácidos grasos (propuesto)	carbamatos	carbamatos	propamocarb	28
	F5:	anteriormente fungicidas CAA			
	F6: disruptores microbianos de las membranas celulares del patógeno	anteriormente <i>Bacillus</i> sp. (código FRAC 44); reclasificado a BM02 en 2020			
	F7: disrupción de la membrana celular	anteriormente extracto de <i>Melaleuca alternifolia</i> (arbol del té) y aceites vegetales (mezclas): eugenol, geraniol y timol Código FRAC 46, reclasificado a BM01 en 2021			
F9: homeostasis lipídica y transferencia / almacenamiento	OSBPI inhibición del homólogo de la proteína de unión de oxisterol	piperidinil-tiazol- isoxazolinaz ²	oxatiapirolin	49	

2. anteriormente U15.

MdA	CÓDIGO Y PUNTO DE ACCIÓN	NOMBRE GRUPO	GRUPO QUÍMICO O BIOLÓGICO	NOMBRE COMÚN	Código FRAC
G: biosíntesis de esterol en las membranas	G1: C14- demetilasa en la biosíntesis de esteroides (<i>erg11/cip51</i>)	fungicidas DMI (Inhibidores de la demetilación) (SBI: Clase I)	imidazoles	imazalil procloraz	3
			triazoles	bromuconazol difenoconazol fenbuconazol flutriafol mefentrifluconazol metconazol miclobutanil penconazol tebuconazol tetraconazol triticonazol	
			triazolintionas	protioconazol	
	G2: Δ^{14} -reductasa y $\Delta^8 \rightarrow \Delta^7$ - isomerasa en la biosíntesis de esteroides (<i>erg24, erg2</i>)	aminas ("morfolinas") (SBI: Clase II)	piperidinas	fenpropidín	5
			spiroketal-aminas	spiroxamina	
	G3: 3-ceto reductasa, desmetilación C4 (<i>erg27</i>)	fungicidas KRI (Inhibidores de la ceto Reductasa) (SBI: Clase III)	hidroxianilidas	fenhexamida	17
amino-pirazolinona			fenpirazamina		
H: biosíntesis de la pared celular	H5: celulosa sintasa	fungicidas CAA (Amidas del Ácido Carboxílico) ³	amidas del ácido cinámico	dimetomorf	40
			valinamida carbamatos	bentiavalicarb iprovalicarb valifenalato	
			amidas del ácido mandélico	mandipropamida	
P: inducción de defensas en la planta huésped	P1: asociado al salicilato	benzo-tiadiazol BTH	benzo-tiadiazol BTH	acibenzolar-S-metil	P 01
	P4: polisacáridos elicitores	compuesto natural	polisacáridos	laminarin	P 04
	P6: elicitores microbianos	microbiano	hongos <i>Saccharomyces spp</i>	Cerevisane (=paredes celulares de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Cepa: LAS117)	P 06

3. anteriormente F5.

MdA	CÓDIGO Y PUNTO DE ACCIÓN	NOMBRE GRUPO	GRUPO QUÍMICO O BIOLÓGICO	NOMBRE COMÚN	Código FRAC
P: inducción de defensas en la planta huésped	P7: fosfonatos	fosfonatos ⁴	etil fosfonatos	fosetil-Al	P 07 (33)
			ácido fosforoso y sus sales	ácido fosforoso y sus sales: fosfonato disódico fosfonato potásico	
U: Modo de acción desconocido (los números U que no aparecen en la lista derivan de Fungicidas reclassificados o que no están registrados en España)	desconocido	cianoacetamida-oxima	cianoacetamida-oxima	cimoxanilo	27
	anteriormente fosfonatos (código FRAC 33), reclassificado a P07 en 2018				
	desconocido	fenil-acetamida	fenil-acetamidas	ciflufenamid	U 06
	disrupción de la membrana celular (propuesto)	guanidinas	guanidinas	dodina	U 12
NC: no clasificado	desconocido	diversos	aceites minerales, aceites orgánicos, sales inorgánicas, material de origen biológico	aceite de clavo aceite de naranja carbonato de hidrógeno de potasio (=hidrogenocarbonato de potasio)	NC
	Otros ⁵ (no clasificados por FRAC Internacional)	Otros NC	varios microbianos	2-fenilfenol (=ortofenilfenol) COS-OGA <i>Ampelomyces quisqualis</i> Cepa: M10 (=AQ10) <i>Aureobasidium pullulans</i> Cepas: DSM 14940 y 14941 <i>Candida oleophyla</i> Cepa: O <i>Pythium oligandrum</i> Cepa: M1 Virus del mosaico del pepino Cepas: CH2, aislados 1906 y Abp2 (atenuado); y EU, aislado atenuado Abp1 Virus atenuado del mosaico del pepino dulce Aislados: VCl y VX1	NC

4. reclassificado desde U33 en 2018.

5. sustancias activas autorizadas como fungicidas/bactericidas en España pero que todavía no han sido clasificadas por FRAC Internacional.

MdA	CÓDIGO Y PUNTO DE ACCIÓN	NOMBRE GRUPO	GRUPO QUÍMICO O BIOLÓGICO	NOMBRE COMÚN	Código FRAC
M: Productos químicos con actividad multi-sitio	actividad de contacto multi-sitio	inorgánico (electrófilos)	inorgánico	cobre ⁶ (compuestos de): caldo bordelés (=sulfato cuprocálcico) hidróxido cúprico oxicloruro de cobre óxido cuproso sulfato cuprocálcico (=caldo bordelés) sulfato tribásico de cobre	M 01
		inorgánico (electrófilos)	inorgánico	azufre polisulfuro de calcio	M 02
		ditiocarbamatos y relacionados (electrófilos)	ditiocarbamatos y relacionados	metiram	M 03
		ftalimidias (electrófilos)	ftalimidias	captan folpet	M 04
		quinonas (antraquinonas) (electrófilos)	quinonas (antraquinonas)	ditianona	M 09
BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción	Extractos vegetales	Extracto vegetal	Hidrocarburos terpénicos, alcoholes terpénicos y fenoles terpénicos	Extracto de <i>Melaleuca alternifolia</i> (arbol del té)	BM 01
				Aceites vegetales (mezclas): eugenol, geraniol, timol	

6. también aplicable a complejos orgánicos de cobre.

7. reclasificado desde F7, código 46 en 2021.

MdA	CÓDIGO Y PUNTO DE ACCIÓN	NOMBRE GRUPO	GRUPO QUÍMICO O BIOLÓGICO	NOMBRE COMÚN	Código FRAC	
BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción	Microbianos	Múltiples efectos descritos (ejemplos, no todos aplicables a todos los grupos biológicos): competencia, micoparasitismo, antibiosis, disrupción de la membrana por fungicidas lipopéptidos, enzimas líticas, resistencia inducida	Microbiano (microbios vivos o extracto, metabolitos)	Hongos <i>Trichoderma spp.</i>	<i>Trichoderma asperellum</i> Cepas: ICC012, T25, T34, TV-1 <i>Trichoderma atroviride</i> Cepas: T11, SC1, I-1237 <i>Trichoderma gamsii</i> Cepa: ICC080 <i>Trichoderma harzianum rifai</i> (= <i>T. afroharzianum</i>) Cepa: T22	BM 02
				Hongos <i>Clonostachys spp.</i>	<i>Gliocladium catenulatum</i> (= <i>Clonostachys rosea</i>) Cepa: J1446	
				Hongos <i>Coniothyrium spp.</i>	<i>Coniothyrium minitans</i> Cepa: CON/M/91-08 (DSM 9660)	
				Hongos <i>Saccharomyces spp.</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Cepa: LAS02	
				Bacteriano <i>Bacillus spp.</i> ⁸	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> Cepas: FZB24, MBI600 <i>Bacillus amyloliquefaciens subsp. plantarum</i> Cepa: D747	
					<i>Bacillus pumilus</i> Cepa: QST2808	
<i>Bacillus subtilis</i> (syn. <i>B. amyloliquefaciens</i>) Cepas: IAB/BS03, QST 713= AQ713						
Bacteriano <i>Pseudomonas spp.</i>	<i>Pseudomonas chlororaphis</i> Cepa: MA342 <i>Pseudomonas sp.</i> Cepa: DSMZ 13134					

8. reclasificado desde F6, código 44 en 2020.

*Se mantiene en inglés la denominación de los grupos para facilitar las búsquedas bibliográficas.

** Se han eliminado los grupos que no poseen representantes actualmente autorizados en España o que no estén en vías de registro.

*** Las sustancias activas autorizadas como fungicidas en España pero que todavía no han sido clasificadas por el FRAC se incluyen en la presente lista de códigos FRAC en el grupo NC/ Otros (no clasificadas por FRAC Internacional). (Las sustancias que figuran en gris, cursiva y entre paréntesis) son aquellas presentadas para su registro en España pero sin autorización de uso concedida en la fecha de edición de este documento.

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

**** No se incluyen las sustancias básicas fungicidas autorizadas en la Unión Europea "Reglamento (EC) No 1107/2009".



Lista de nombres comunes de fungicidas FRAC España 2022

(incluyendo la numeración de Código FRAC)

A microscopic view of white fungal hyphae with small, round spores, set against a soft, out-of-focus green background. The hyphae are thin and thread-like, with numerous small, spherical spores attached to their tips. The overall scene is brightly lit, giving the spores a glowing appearance.

Los nombre comunes, código MdA, código FRAC y nombre de Grupo Químico incluidos en esta lista son los mismos que los empleados en la “Lista de códigos FRAC” asociada y la “Lista de organismos patógenos de plantas resistentes a agentes de control de enfermedades”.

Nombre común	Código MdA	Código FRAC	Grupo químico o biológico
2-fenilfenol (=ortofenilfenol)	NC: Otros no clasificados por FRAC Internacional	NC	varios
Aceite de clavo	NC: desconocido	NC	diversos (aceites orgánicos)
Aceite de naranja	NC: desconocido	NC	diversos (aceites orgánicos)
Acibenzolar-S-metil	PI: benzo-tiadiazol BTH	P01	benzo-tiadiazol BTH
Ácido fosforoso y sales	P7: fosfonatos	P07	ácido fosforoso y sales
Ametoctradin	C8: QoSI	45	triazolo-pirimidilaminas
Amisulbrom	C4: Qil	21	sulfamoil-triazoles
<i>Ampelomyces quisqualis</i> Cepa: M10 (=AQ10)	NC: Otros no clasificados por FRAC Internacional	NC	microbianos
<i>Aureobasidium pullulans</i> Cepas: DSM 14940 y 14941	NC: Otros no clasificados por FRAC Internacional	NC	microbianos
Azoxistrobin	C3: Qol	11	metoxi-acrilatos
Azufre	Multi-sitio	M02	inorgánico
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> Cepas: FZB24 y MBI600	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM02	Bacteriano <i>Bacillus spp.</i>
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> <i>susp. plantarum</i> Cepa: D747	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM02	Bacteriano <i>Bacillus spp.</i>
<i>Bacillus pumilus</i> Cepa: QST2808	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM02	Bacteriano <i>Bacillus spp.</i>
<i>Bacillus subtilis</i> (syn. <i>B. amyloliquefaciens</i>) Cepas: IAB/BS03 y QST713=AQ7133	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM02	Bacteriano <i>Bacillus spp.</i>
Benalaxil-M (kiralaxil)	A1: fenilamidas	4	acilalaninas
Bentiavalcarb	H5: fungicidas CAA	40	valinamida carbamatos
Benzovindiflupyr	C2: SDHI	7	pirazol-4-carboxamidas
Bixafen	C2: SDHI	7	pirazol-4-carboxamidas
Boscalida	C2: SDHI	7	piridin-carboxamidas
Bromuconazol	G1: DMI (SBI clase I)	3	triazoles
Bupirinato	A2: hidroxil-(2-amino) pirimidinas	8	hidroxil-(2-amino) pirimidinas

Nombre común	Código MdA	Código FRAC	Grupo químico o biológico
Caldo bordelés (=Sulfato cuprocálcico)	Multi-sitio: inorgánico	M01	inorgánico (compuestos de cobre)
<i>Candida oleophyla</i> Cepa: O	NC: Otros no clasificados por FRAC Internacional	NC	microbianos
Captan	Multi-sitio: ftalimidas	M04	ftalimidas
Carbonato de hidrógeno de potasio (= Hidrogenocarbonato de potasio)	NC: desconocido	NC	diversos (sales inorgánicas)
Cerevisane (=paredes celulares de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Cepa: LAS117)	P6 : elicitors microbianos	P06	hongos <i>Saccharomyces spp.</i>
Ciazofamida	C4: Qil	21	ciano-imidazoles
Ciflufenamid	Desconocido: fenil-acetamida	U06	fenil-acetamidas
Cimoxanilo	Desconocido: cianoacetamida- oxima	27	cianoacetamida-oximas
Ciprodinil	DT: AP fungicidas	9	anilino-pirimidinas
<i>Clonostachys rosea</i> (= <i>Gliocadium catenulatum</i>) Cepa: J1446	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM02	hongos <i>Clonostachys spp.</i>
Cobre, compuestos de: Hidróxido cúprico Oxicloruro de cobre Óxido cuproso Sulfato cuprocálcico (=caldo bordelés) Sulfato tribásico de cobre	Multi-sitio: inorgánico	M01	inorgánico (compuestos de cobre)
<i>Coniothyrium minitans</i> Cepa: CON/M/91-08 (DSM 9660)	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM02	Hongos <i>Coniothyrium spp.</i>
COS-OGA	NC: Otros no clasificados por FRAC Internacional	NC	varios
Difenoconazol	G1: DMI (SBI clase I)	3	triazoles
Dimetomorf	H5: fungicidas CAA	40	amidas del ácido cinámico
Ditianona	Multi-sitio: quinona (antraquinona)	M09	quinonas (antraquinonas)
Dodina	U12: desconocido	U12	guanidinas
Etridiazol	F3: fungicidas heteroaromáticos	14	1,2,4-tiadiazoles
Eugenol	BM: Disrupción de la membrana celular, pared celular, mecanismos de resistencia inducida	BM01	hidrocarburos, alcoholes y fenoles terpénicos
Extracto de <i>Melaleuca alternifolia</i> (árbol del té)	BM: Disrupción de la membrana celular, pared celular, mecanismos de resistencia inducida	BM01	hidrocarburos, alcoholes y fenoles terpénicos

Nombre común	Código MdA	Código FRAC	Grupo químico o biológico
Famoxadona	C3: Qol	11	oxazolidina-dionas
Fenbuconazol	G1: DMI (SBI clase I)	3	triazoles
Fenhexamida	G3: KRI (SBI clase III)	17	hidroxianilidas
Fenpicoxamid	C4: Qil	21	picolinamidas
Fenpirazamina	G3: KRI (SBI clase III)	17	amino-pirazolinonas
Fenpropidín	G2: aminas (morfolinas) (SBI Clase II)	5	piperidinas
Fluazínam	C5	29	2-6-dinitro-anilinas
Fludioxonil	E2: fungicidas PP	12	fenilpirroles
Fluopicolida	B5: benzamidas	43	piridinilmetil-benzamidas
Fluopyram	C2: SDHI	7	piridinil-etil-benzamidas
Fluoxastrobin	C3: Qol	11	dihidro-dioxazinas
Flutolanil	C2: SDHI	7	fenil-benzamidas
Flutriafol	G1: DMI (SBI clase I)	3	triazoles
Fluxapyroxad	C2: SDHI	7	pirazol-4- carboxamidas
Folpet	Multi-sitio: ftalimida	M04	ftalimidias
Fosetil-Al	P7: fosfonatos	P07	etil fosfonatos
Fosfonato disódico	P7: fosfonatos	P07	ácido fosforoso y sales
Fosfonato potásico	P7: fosfonatos	P07	ácido fosforoso y sales
Geraniol	BM: Disrupción de la membrana celular, pared celular, mecanismos de resistencia inducida	BM01	hidrocarburos, alcoholes y fenoles terpénicos
<i>Gliocadium catenulatum</i> (=Clonostachys rosea) Cepa: J1446	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM02	hongos <i>Clonostachys spp.</i>
Hidrogenocarbonato de potasio (= Carbonato de hidrógeno de potasio)	NC: desconocido	NC	diversos
Hidróxido cúprico	Multi-sitio: inorgánico	M01	inorgánico (compuestos de cobre)
Imazalil	G1: DMI (SBI clase I)	3	imidazoles
Iprovalicarb	H5: fungicidas CAA	40	valinamida carbamatos
Isofetamid	C2: SDHI	7	fenil-oxi-etil tiofeno amidas
Isopirazam	C2: SDHI	7	pirazol-4- carboxamidas
Kresoxim-metil	C3: Qol	11	oximino-acetatos
Laminarin	P4: compuesto natural	P04	polisacáridos
(Mandestrobin)	C3: Qol	11	metoxi-acetamidas

Nombre común	Código MdA	Código FRAC	Grupo químico o biológico
Mandipropamida	H5: fungicidas CAA	40	amidas del ácido mandélico
Mefentrifluconazol	G1: DMI (SBI clase I)	3	triazoles
Mepanipirim	D1: fungicidas AP	9	anilino-pirimidinas
Meptildinocap	C5	29	dinitrofenil crotonatos
Metalaxil	A1: fenilamidas	4	acilalaninas
Metalaxil-M (= Mefenoxam)	A1: fenilamidas	4	acilalaninas
Metconazol	G1: DMI (SBI clase I)	3	triazoles
Metil tolclofos	F3: fungicidas AH	14	hidrocarburos aromáticos
Metiram	Multi-sitio: ditiocarbamatos y relacionados	M03	ditiocarbamatos y relacionados
Metrafenona	B6: aril-fenil-cetonas	50	benzofenonas
Miclobutanil	G1: DMI (SBI clase I)	3	triazoles
Ortofenilfenol (=2-fenilfenol)	NC: Otros no clasificados por FRAC Internacional	NC	varios
Oxatiapiprolin	F9: OSBPI	49	piperidinil-tiazol-isoxazolininas
Oxicloruro de cobre	Multi-sitio: inorgánico	M01	inorgánico (compuestos de cobre)
Óxido cuproso	Multi-sitio: inorgánico	M01	inorgánico (compuestos de cobre)
Penconazol	G1: DMI (SBI clase I)	3	triazoles
Pentiopirad	C2: SDHI	7	pirazol-4- carboxamidas
Piraclostrobin	C3: QoI	11	metoxi-carbamatos
Pirimetanil	D1: fungicidas AP	9	anilino-pirimidinas
Piriofenona	B6: aril-fenil-cetonas	50	benzotiazolpiridinas
Polisulfuro de calcio	Multisitio	M02	inorgánico
Procloraz	G1: DMI (SBI clase I)	3	imidazoles
Propamocarb	F4: carbamatos	28	carbamatos
Proquinazid	E1: aza-naftalenos	13	quinazolinonas
Protioconazol	G1: DMI (SBI clase I)	3	triazolintionas
<i>Pseudomonas chlororaphis</i> Cepa: MA 342	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM02	bacteriano <i>Pseudomonas spp.</i>
<i>Pseudomonas sp</i> Cepa: DSMZ 13134	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM02	bacteriano <i>Pseudomonas spp.</i>
<i>Pythium oligandrum</i> Cepa: M1	NC: Otros no clasificados por FRAC Internacional	NC	microbianos

Nombre común	Código MdA	Código FRAC	Grupo químico o biológico
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Cepa: LAS02	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM02	hongos <i>Saccharomyces spp.</i>
Sedaxane	C2:SDHI	7	pirazol-4-carboxamidas
Siltiofam	C7: tiofeno carboxamidas	38	tiofeno carboxamidas
Spiroxamina	G2: aminas (morfolinas) SBI Clase II	5	spiroketal-aminas
Sulfato cuprocálcico (=Caldo bordelés)	Multi-sitio: inorgánico	M01	inorgánico (compuestos de cobre)
Sulfato tribásico de cobre	Multi-sitio: inorgánico	M01	inorgánico (compuestos de cobre)
Tebuconazol	G1: DMI (SBI clase I)	3	triazoles
Tetraconazol	G1: DMI (SBI clase I)	3	triazoles
Tiabendazol	B1: MBC	1	benzimidazoles
Timol	BM: Disrupción de la membrana celular, pared celular, mecanismos de resistencia inducida	BM01	hidrocarburos, alcoholes y fenoles terpénicos
<i>Trichoderma asperellum</i> Cepas: ICC012, T25, T34, TV-1	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM 02	hongos <i>Trichoderma spp.</i>
<i>Trichoderma atroviride</i> Cepas: T11, SC1, I-1237	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM 02	hongos <i>Trichoderma spp.</i>
<i>Trichoderma gamsii</i> Cepa: ICC080	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM 02	hongos <i>Trichoderma spp.</i>
<i>Trichoderma harzianum rifai</i> (= <i>T. afroharzianum</i>) Cepa: T-22	BM: Productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbianos	BM 02	hongos <i>Trichoderma spp.</i>
Trifloxistrobin	C3: Qol	11	oximino-acetatos
Triticonazol	G1: DMI (SBI clase I)	3	triazoles
Valifenalato	H5: fungicidas CAA	40	valinamida carbamatos
Virus atenuado del mosaico del pepino dulce Aislados: VC1 y VX1	NC: Otros no clasificados por FRAC Internacional	NC	microbianos
Virus del mosaico del pepino Cepas: CH2, aislados 1906 y Abp2 (atenuado); y EU, aislado atenuado Abp1	NC: Otros no clasificados por FRAC Internacional	NC	microbianos
Zoxamida	B3: benzamidas	22	toluamidas

Autorizadas en MAPA pero no figuran específicamente en listado FRAC, no clasificadas.

Para más información contacte con la página web de FRAC internacional:

www.frac.info/

o por correo electrónico con FRAC España:

frac@aepla.es

ADAMA



Colaboradores:



Fotos de la portada cedidas por:

1	2	
3	4	5
6	7	8

1. *Botrytis cinerea* en fresa, SIPCAM IBERIA
2. *Monillinia spp.* en melocotón, Oscar Agustí, ASCENZA
3. *Botrytis cinerea* en tomate, Elena Izquierdo, KENOGARD
4. *Sphaerotheca fuliginea*, Alejandro Pérez García, Universidad de Málaga
5. *Uncinula necator*, SIPCAM IBERIA
6. *Plasmopara viticola*, Begoña Martín, ADAMA
7. Oidio en frutales de hueso, SIPCAM IBERIA
8. *Phytophthora infestans*, SIPCAM IBERIA



Descargue la App
FRAC España - Modos de Acción



Versión actualizada en febrero 2022

@copyright FRAC España 2022