

FUNGICIDAS SISTÉMICOS EN AGRICULTURA Y LA PROBLEMÁTICA DE LA GENERACIÓN DE RESISTENCIA

Dr. Ing. José Ramiro Velasteguí Sánchez, MSc, PhD (Reading, 1990)
 Profesor Universitario y Consultor - Ecuador

Una significativa mayoría de fungicidas sistémicos destinados al manejo de los hongos fitopatógenos agentes de “Mildiús”, Clase Oomycetes (ej. *Peronospora*, *Bremia*, *Plasmopara*) y del denominado “Tizón Tardío” o “Lancha” (*Phytophthora infestans*), comparados con los fungicidas sistémicos utilizados para el manejo de “Oídios”, Clase Deuteromycetes, muestran marcadas diferencias en composición y en modos de acción lo cual tiene connotaciones importantes dentro del fenómeno de generación de resistencia de los hongos fitopatógenos a moléculas fungicidas. El análisis parte de los cuadros comparativos siguientes:

| Grupo Químico | Ingrediente Activo (IA) | Ejemplos Nombres Comerciales | Modo de Acción * |
|---|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| EJEMPLOS DE FUNGICIDAS SISTÉMICOS PARA OOMYCETES | | | |
| Fenilamidas | Metalaxyl-M + Mancozeb | Ridomil Gold | Metalaxyl-M, Benalaxyl, Oxadixyl: Síntesis de ácidos nucleicos Mancozeb: Multisitio |
| | Benalaxyl + Mancozeb | Galben | |
| | Oxadixyl + Mancozeb | Sandofan | |
| Acetamidas | Cymoxanil + Mancozeb | Lanchafin, Curzate | Cymoxanil: Modo de acción desconocido Mancozeb, Metiram, Propineb, Folpet: Multisitio |
| | Cymoxanil + Metiram | Aviso | |
| | Cymoxanil + Propineb | Fitoraz | |
| | Cymoxanil + Folpet | Foxanil | |
| Carbamatos | Propamocarb + Mancozeb | Tatoo | Propamocarb e Iprovalicarb: Síntesis de lípidos y membrana celular |
| | Iprovalicarb + Propineb | Invento | |

| | | | |
|--|---|--|---|
| | | | Mancozeb y Propineb: Multisitio |
| Organofosfatos | Fosetyl aluminio + mancozeb Fosetyl aluminio +Fenamidone | Rhodax Mildex | Fosetyl Al.: Modo de acción desconocido Mancozeb: Multisitio Fenamidone: Respiración |
| Amidas carboxílicas ácidas | Dimethomorph + Mancozeb | Acrobat | Dimethomorph: Síntesis de lípidos y membrana celular Mancozeb: Multisitio |
| EJEMPLOS DE FUNGICIDAS SISTÉMICOS PARA OÍDIOS | | | |
| Benzimidazoles | Benomyl | Benlate, Pilarben | Benzimidazoles: Mitosis y división celular |
| | Thiabendazol | Mertect , Tecto 60 | |
| | Carbendazim | Bavistin, Derosal | |
| | Tiofanato metílico | Topsin-M, Novak | |
| DMI Pyrimidinas | Fenarimol | Rubigan | Pyrimidinas: Biosíntesis de esteroides en membranas |
| DMI Hidroxiaminopirimidinas | Bupirimato | Nimrod | Hidroxiaminopirimidinas: Síntesis de ácidos nucleicos |
| DMI Piperazinas | Triforina | Saprol | Piperazinas: Biosíntesis de esteroides en membranas |
| DMI Triazoles | Difenoconazol | Score, Sico | Triazoles: Biosíntesis de esteroides en membranas |
| | Penconazol | Topas | |
| | Propiconazol | Tilt, Sanazole | |
| | Cyproconazol | Alto 100 | |
| | Myclobutanil | Rally, Systane | |
| | Triadimefon | Bayleton | |
| | Bitertanol | Baycor | |
| | Hexaconazol | Anvil | |
| | Tetraconazol | Domark | |
| | Fenbuconazol | Indar | |
| | Hymexazol | Tachigaren | |
| | Flusilazol | Punch, Olymp | |
| | Tebuconazol | Folicur, Raxil, Orius | |
| DMI Imidazoles | Epoxiconazol | Opus | Imidazoles: Biosíntesis de esteroides en membranas |
| | Imazalil | Fungaflor, Impala | |
| | Prochloraz | Sportak, Mirage, Octave, Prochloraz | |
| | Triflumizol | Trifmine, | |

| | | | |
|------------|--|--------------------------------|--|
| | | Terraguard | |
| Morfolinas | Dodemorph Tridemorph Spiroxamina | Meltatox Calixin Prosper | Morfolinas: Biosíntesis de esteroides en membranas |

* El “Modo de Acción” está representado por las rutas bioquímicas y metabólicas de una molécula en los sitios de acción de la célula de un hongo fitopatógeno)

Fuentes:

- Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). 2007. Mode of Action of Fungicides. FRAC classification on mode of action 2007 (www.frac.info). FRAC_MoA_Poster_2007.
- Leroux, P.; Delorme, R.; Gaillardon, P. 2002. II - Les fongicides. Modes d' Action des Fongicides. Phytoma – La défense des Végétaux – N^a 545, Janvier 2002. 8-15 pp.

Como se puede observar en los cuadros, los fungicidas sistémicos para Oomycetes vienen desde sus fábricas con el ingrediente activo sistémico combinado con un ingrediente activo protectante (Mancozeb, Metiram, Propineb, Folpet). Esta composición que proviene de fábrica es estable física y químicamente, por ejemplo el Metalaxyl es estable aún a 300°C (Cornell University, 1988) y el Metalaxyl-M (=Mefenoxam) es estable sin haber ninguna descomposición peligrosa conocida ni polimerización (Novartis, 1998). De manera similar, el sistémico Cymoxanil, luego de ser almacenado a 54+-2° C por 14 días consecutivos no registró ningún descenso de su ingrediente activo ni de las características de su formulación (FAO, 2004). Los ingredientes activos sistémicos en mezcla con protectantes tienen la ventaja de que el fungicida protectante cuyo modo de acción es Multisitio reduce el riesgo de generar resistencia por parte del fungicida sistémico cuyo modo de acción es Unisitio.

En contraste, los fungicidas sistémicos para los “Oídios” vienen con el ingrediente activo sistémico solo, sin mezcla con un fungicida protectante ya que si así fuese la mezcla no tendría estabilidad. Sistémicos anti-oídio como el triazol Difenconazol o el benzimidazol Thiabendazol, pueden descomponerse a altas temperaturas formando gases tóxicos (Oregon State University, 2002 y 2003), lo que podría ocurrir en envases expuestos al sol o en climas muy cálidos. En consecuencia, una mezcla deseable con un protectante para disminuir el riesgo de generación de resistencia debe ser realizada el momento de la aplicación.

Puesto que los modos de acción fueron utilizados para diseñar planes de rotación adecuados hace menos de una década, los numerosos fungicidas sistémicos que interfieren en la Biosíntesis de Esteroides en Membranas (IBE) fueron empleados con alta profusión para el control de los “Oídios”. En razón de que estas moléculas se aplicaron solas sin mezcla con protectantes, se generaron estirpes resistentes de hongos agentes de “Oídio” al mencionado importante grupo de productos. En cambio, como los fungicidas sistémicos para Oomycetes

vienen en mezcla con protectantes, el riesgo de generación de resistencia ha sido mucho menor.

En consecuencia, entre las estrategias esenciales para disminuir el riesgo de generación de resistencia de hongos fitopatógenos a moléculas fungicidas sistémicas, no solamente es necesario diseñar adecuados planes de rotación de fungicidas por su modo de acción sino también emplear mezclas apropiadas de un sistémico unisitio con un protectante multisitio, lo cual es recomendado por el “Fungicide Resistance Action Committee” (FRAC, 2006, 2007).

Referencias:

- Cornell University. 1988. Metalaxyl. Chemical Fact Sheet 9/88.
<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/>
- Crop Protection Handbook. 2005. www.cropprotection.org.uk
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2004. Cymoxanil.
www.fao.org/ag/Pesticid/
- Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). 2006. FRAC Mode of Action of Fungicides. www.frac.info
- Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). 2007. Mode of Action of Fungicides. FRAC classification on mode of action 2007 (www.frac.info).
FRAC_MoA_Poster_2007.
- Leroux, P.; Delorme, R.; Gaillardon, P. 2002. II - Les fongicides. Modes d' Action des Fongicides. Phytoma – La défense des Végétaux – N° 545, Janvier 2002. 8-15 pp.
- Novartis Crop Protection, Inc. 1998. Ridomil Gold. Material Safety Data Sheet.
www.marylandwine.com/pesticides/
- Oregon State University. 2000. Mertect. <http://oregonstate.edu/Pesticidas/>
- Oregon State University. 2002. Material data sheet. Difenconazole.
<http://oregonstate.edu/Pesticidas/>
- RedePapa. 2005. Boletín de la Papa. Vol. 6, No. 24. www.redepapa.org
- Thomson, W.T. 2003. Agricultural chemicals. Book IV – Fungicides. Fresno, CA, USA. 226 p.
- Ware, G.W. 2000. The pesticide book. 5ª Edición. Thomson Publ., Fresno, CA, USA. 418 p.

(Septiembre 2007)

Dirección de correo del autor: rvelasteguis@yahoo.com