

---

# ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LA RESISTENCIA A FUNGICIDAS ESPECÍFICOS DE ALTO RIESGO (ESTROBIRULINAS, BENZIMIDAZOLES, TRIAZOLES Y CARBOXAMIDAS)

---

[Subtítulo del documento]



ING LUIS GASPAR  
AGROQUÍMICOS GASPAR  
[Dirección de la compañía]

## Estrategias para el Manejo de la Resistencia a Fungicidas Específicos de Alto Riesgo (Estrobirulinas, Benzimidazoles, Triazoles y Carboxamidas)

### Introducción

Es común y constante observar y leer artículos en los que se hace referencia a que determinados plaguicidas ya no son efectivos contra los patógenos para los que debería serlo. Esto es así desde los comienzos del uso de agrotóxicos, sólo que, con el devenir de la agricultura de los últimos tiempos, se ha tornado aún más notable.

La causa de esto es la generación de resistencia por parte del patógeno hacia el principio activo con el cual se lo está atacando. Esto no es ajeno a los fungicidas y entre ellos a los de mayor uso en la actualidad, benzimidazoles, tiofanatos, estrobirulinas, triazoles, carboxamidas, entre otros

Hay un sinnúmero de razones por las cuales un fungicida puede fallar, entre las que podríamos citar:

- Diagnóstico erróneo,
- Deficiencia de aplicación (momento, técnica, dosis),
- Factores ambientales,
- Prácticas culturales,
- Presencia de resistencia por parte del hongo, etc.

### ¿Qué es la Resistencia?

**“Es el ajuste estable y permanente del hongo a los fungicidas, resultando en una sensibilidad menor a lo normal a dicho fungicida.” Dekker, 1995.**

Se conoce resistencia para casi la mitad de los fungicidas conocidos y para más de 100 combinaciones patógeno-cultivo y está influenciada por una compleja interacción de factores, a saber:

- **Grupo de Fungicida:** esto determina que la resistencia pueda ser monogénica o poligénica. La **monogénica** es aquella que aparece por la mutación de un solo gen en el hongo, lo cual puede ocurrir por el simple cambio de un aminoácido en la secuencia del ADN. Este tipo de resistencia es la más rápida en aparecer y corresponde a principios activos como las **estrobirulinas**, los **benzimidazoles** (carbendazim y metil-tiofanato) y las **fenilamidas** (metalaxil). La **poligénica**, como lo dice su nombre, corresponde a aquella resistencia que aparece por la mutación de más de un gen. Esto hace que su aparición sea más lenta y en este tipo de resistencia se encuentran principios activos como los **triazoles**.
- **Patrón de Uso del Fungicida:** esto está asociado a la frecuencia de uso, la dosis y al método de aplicación. La aplicación reiterada de principios activos con alto riesgo de generar resistencia acelera la aparición de la misma. Lo mismo ocurre cuando se aplican sub-dosis de determinado principio activo. Al respecto, es muy común escuchar por parte de algunos productores que aplicaron un poco menos “porque como no había hongo de esa forma lo protejo unos días”. También es muy común ver esta práctica “por comparación”. Se compara un cultivo “más grande” con uno “más chico” o “más largo” versus “más corto” y se “determina” la dosis en proporción, muchas veces sin saber si los patógenos son los mismos o si la interacción patógeno-cultivo, la cual determina la reacción al fungicida. Lo mismo ocurre con la forma de aplicación de los fungicidas. Para evitar lo dicho en el ítem anterior respecto al efecto de las sub-dosis en la generación de resistencia es necesario asegurarse una excelente aplicación y para ello es necesario que el fungicida llegue a toda la planta por igual, y esto es particularmente importante habida cuenta que la mayoría de los hongos atacan “desde abajo”. Sin entrar en la discusión correspondiente, dicha “excelente aplicación” está asociada a un “mojado” completo de la planta. Eso se logra con altos volúmenes de caldo y/o asegurándose la cantidad de impactos por cm<sup>2</sup> adecuada a dicho principio activo.

- **Biología del Patógeno:** especialmente vinculado a si una enfermedad es mono o policíclica o si son enfermedades foliares o de suelo. Las enfermedades policíclicas, aquellas que tienen más de un ciclo durante el ciclo, son las que tienen mayores probabilidades de generar resistencia. Las enfermedades foliares tienen más probabilidad de generar resistencia que las de suelo, precisamente por la asociación con la característica anterior.
- **Prácticas Culturales:** en este punto es donde entran a jugar factores como las variedades susceptibles, la fertilidad inadecuada, sea esta por exceso de nitrógeno o deficiencia, relativa de otros nutrientes como, por ejemplo, fósforo, potasio, calcio, azufre, hierro, manganeso, boro, zinc, cobre y molibdeno, es decir de todos aquellos nutrientes que hacen más eficiente el metabolismo del nitrógeno. También tiene incidencia el uso de riego (ambiente húmedo asegurado) y la falta de rotación de cultivos.

## Caracterización de los Grupos Fungicidas:

### Estrobirulinas, el máximo riesgo (Código FRAC 11)

El FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) es, como su nombre lo dice, un comité creado específicamente para el monitoreo y estudio permanente de los fungicidas para establecer y definir la aparición de resistencia a los mismos. Este comité ha elaborado un código para los fungicidas en los que ha determinado cuales son aquellos que tienen mayor riesgo de generar resistencia.

Las estrobirulinas son fungicidas denominados QoI's (Quinone outside inhibitors) que inhiben la respiración mitocondrial del hongo.

Todas las estrobirulinas (*azoxystrobin*, *pyraclostrobin*, *trifloxystrobin* entre las más conocidas, aunque hay más de 20) tienen el mismo modo de acción, por lo que las condiciones para la generación de resistencia son las mismas para todas. No se subsana la aparición de resistencia a estos fungicidas cambiando de principio activo, ya que la resistencia para los mismos es cruzada, es decir, si un hongo es resistente a uno de ellos, lo será a todos.

Estos fungicidas tienen el código 11 para el FRAC indicando que son de los de mayor alto riesgo para generar resistencia y de hecho la estrobirulinas lo tienen.

### Benzimidazoles y Tiofanatos (Código FRAC 1)

Estos fungicidas afectan la mitosis y división celular. En el FRAC poseen el código 1 y catalogados también como de alto riesgo para la generación de resistencia. También tienen resistencia cruzada y por lo tanto la resistencia generada a uno de ellos también lo será a los fungicidas de la misma familia. Entre los Benzimidazoles tenemos el *benomyl*, *carbendazim*, *fluberidazol* y *thiabendazol*, entre otros. Entre los Tiofanatos están el tiofanato y el metil-tiofanato. Estos fungicidas actúan inhibiendo la división celular.

### Triazoles (Código FRAC 3)

También conocidos como DMI's (Demethylation Inhibitors). Estos fungicidas se caracterizan por inhibir una enzima específica que juega un rol fundamental en la síntesis de esteroides, necesarios para la formación de pared celular. Entre los más conocidos se encuentran *tebuconazole*, *fenbuconazole*, *propiconazole*, *tetraconazole* y *metconazole*, entre otros. Cuando un fungicida tiene un sitio de acción específico, el riesgo de generar resistencia es alto. Posee el código 3 el FRAC y posee de medio a alto riesgo de generar resistencia.

### Fungicidas con Código FRAC M

Estos fungicidas son fundamentales a la hora del manejo para evitar resistencia a los fungicidas anteriores. El código M indica que son fungicidas con múltiples sitios bioquímicos de acción lo que los transforma en fungicidas de bajo riesgo de generación de resistencia. Entre los principios activos conocidos están los *fungicidas a base de cobre*, los *ditiocarbamatos* y el *clorotalonil*, siendo los productos cúpricos los únicos que además tienen poder bactericida.

## Manejo de la Resistencia

El FRAC ([www.frac.info](http://www.frac.info)) es un comité interdisciplinario que a nivel global estudia la evolución de la aparición de resistencia por parte de los hongos a los fungicidas. Todos los años emite un informe poniendo en evidencia el estado de esa evolución de la resistencia y elabora una serie de recomendaciones que pueden llevarse a adelante en el

manejo de enfermedades para evitar la generación de resistencia a los fungicidas de alto riesgo. Entre éstas podemos detallar:

- ✓ Todo plan de aplicación de fungicidas debe contemplar la alternancia, dentro del plan, de 2 ó más principios activos diferentes. Esto es, no aplicar en forma consecutiva un fungicida de acción específica detrás de otro. Lo que los americanos llaman back-to-back treatments.
- ✓ No aplique sub-dosis de los fungicidas de alto riesgo.
- ✓ Moje bien la planta y asegúrese el mayor número de impactos por m<sup>2</sup>.
- ✓ Realice el monitoreo de las enfermedades en forma permanente.
- ✓ Aplique los fungicidas preventivamente, es decir antes que aparezca el patógeno, siguiendo las condiciones ambientales predisponentes. Una vez que el patógeno entró a la planta el fungicida pierde efecto, generando condiciones de resistencia.
- ✓ No acorte los períodos de aplicación de los fungicidas. Respete los tiempos de residualidad de cada uno
- ✓ Aplique los fungicidas de código 1, 3 y 11 (Benzimidazoles, Triazoles y Estrobirulinas) junto a fungicidas de código M (cúpricos y otros) en la misma aplicación. La aplicación conjunta, evita o retrasa la aparición de resistencia.
- ✓ Si combina fungicidas, siempre a dosis plena. Nunca reducir dosis pensando que al combinarlos se "compensa". Eso es un error.
- ✓ Use variedades resistentes.
- ✓ No utilice fungicidas que no se encuentren registrados para los cultivos en los que se aplicarán.
- ✓ Controle plantas guachas, ya que son el reservorio del inóculo.

## Referencias

- Adaskaveg, J. E., Förster, H & Thompson, D. - Resistance Management - A Necessity in Fungicide Guide - Plant Pathology Dept. - University of California, Davis.
- Damicone, J & Smith, Damon - Fungicide Resistance Management - Oklahoma State University.
- Deising Holger & al - Mechanism and Significance of Fungicide Resistance – Brazilian Journal of Microbiology (2008).
- Dekker, J - 1995 - Development of Resistance to Modern Fungicides and Strategies to its Avoidance.
- FRAC 2011 - FRAC Code List: Fungicides Sorted by Mode of Action.
- Harp, Tyler & Dr. Pernezny, Ken - Disease Management - University of Florida, IFAS Plant Pathology dept.
- Mueller, Daren S & Bradley, Carl A. - 2008 - Field Crop Fungicides for the North Central United States.
- Tuttle Mc Grath, Margareth - Associate Professor, Dpt of Plant Pathology - Cornell University.
- Wyenandt, Andy - Assistant Extension Specialist in Vegetable Pathology - Rutgers University.

Preparado por:

**Ing. Agr. Luis F. Gaspar**

Departamento Técnico Comercial  
Agroquímicos Gaspar  
Email: lfg.agsa@gmail.com