



Introducción y Membresía

El grupo de trabajo es responsable de las estrategias de manejo de resistencia a fungicidas en el cultivo de banano y busca representar las principales áreas de producción de banano a nivel mundial.

El grupo de trabajo está abierto a entidades con serio interés en el manejo de resistencia a fungicidas en banano. Un requisito importante para la membresía -al igual que en cualquier grupo de trabajo de FRAC- es la participación activa, condición necesaria para entablar discusiones productivas entre los expertos que ayuden a establecer guías útiles.

El grupo de trabajo está formado por asociaciones de productores de banano, instituciones con actividades en el área de investigación en resistencia, monitoreo, estrategias y casas agroquímicas.

Grupo de Trabajo FRAC Banano Minutas de la Reunión en Orlando/Florida, 1-2 de Febrero del 2006

Agenda:

- 1 Estrategias generales de manejo de resistencia en el cultivo de banano
- 2 Revisión del status de sensibilidad
 - 2.1 Inhibidores del demethylation (DMIs)
 - 2.2 Aminas
 - 2.3 Inhibidores Qo (QoI)
 - 2.4 Anilinopirimidinas (Aps)
 - 2.5 Benzimidazoles (BCMs)
- 3 Revisión de las recomendaciones
 - 3.1 Inhibidores del demethylation (DMIs)
 - 3.2 Aminas
 - 3.3 Inhibidores Qo (QoI)
 - 3.4 Anilinopirimidinas (APs)
 - 3.5 Benzimidazoles (BCMs)

- 4 Metodologías de monitoreo
- 4.1 Principios básicos para estudios de monitoreo de resistencia
- 4.2 Uso de valores de EC para estudios de monitoreo
- 4.3 Proyectos de investigación
- 4.4 Inhibidores del demethylation (DMIs)
- 4.5 Aminas
- 4.6 Inhibidores Qo (QoI)
- 4.7 Anilino pirimidinas (Aps)
- 4.8 Benzimidazoles (BCMs)

1 Estrategias generales de manejo de resistencia en el cultivo de banano

En términos generales, tanto el uso de fungicidas con un modo de acción diferente aplicados en mezclas (tanto mezclas preparadas como mezclas de tanque), como los ciclos alternos entre fungicidas que no tienen resistencia cruzada, son propuestas aceptables para minimizar el riesgo de desarrollar resistencia. Estas estrategias son validas para todos los fungicidas sitio específicos y en situaciones donde hay necesidad de adaptarse a un cambio por reducción en la sensibilidad. La restricción en el número de aplicaciones por año es otra herramienta importante como estrategias anti-resistencia.

Una combinación número limitado de ciclos de aplicación, alternancia y el uso de mezclas permitirá usar todas las herramientas disponibles para el manejo de resistencia, lo que nos asegura un control eficiente de Sigatoka Negra durante todo el periodo de alta presión de la enfermedad.

En el caso de que nuevos fungicidas se hagan disponibles en el futuro, las modificaciones a estas guías se harán conforme sea necesario. De las enfermedades que afectan el banano a nivel mundial, *Mycosphaerella fijiensis* es la enfermedad mas importante y con mayor relevancia económica, por lo que la siguiente revisión de la situación de sensibilidad y uso de recomendaciones se basa en Sigatoka negra exclusivamente. El estatus de sensibilidad que se describe mas adelante, se refiere a los cambios que han ocurrido entre la última reunión en el 2004 y la actualidad.

2 Revisión del estado de la sensibilidad

Durante la reunión no se presentaron datos de Afrecha.

2.1 Inhibidores de la demethlacion (DMIs)

Los siguientes fungicidas DMI se usan en el cultivo de banano: bitertanil, difenoconazole, epoxiconazole, fenbuconazole, flusilazole, hexaconazole, myclobutanil, propiconazole, tebuconazole, tetraconazole. El cambio de sensibilidad a los DMI que se reporto durante la última reunión de trabajo en el 2004, se confirmo durante la reunión del 2006.

El cambio para Ecuador se detecto en estudios de laboratorio. El ligero cambio que se observo en estudios de monitoreo en Colombia tiene que ser verificado en estudios de seguimiento. No se reportaron cambios en Honduras.

Después del fuerte cambio que se reporto para los triazoles en Costa Rica durante el 2004, solo en ciertas regiones se observaron ligeros cambios durante los últimos 2 años. Se reporto una situación estable pero critica (en cuanto a eficacia en el campo), para Panamá y Costa Rica. Una disminución en eficacia de los DMI's a nivel de campo solo se reporta en Costa Rica y Panamá. La sensibilidad a los triazoles en las Filipinas es estable a niveles altos.

2.2 Aminas

Los siguientes fungicidas del grupo de las aminas se usan en el cultivo de banano: spiroxamina y tridemorph. La sensibilidad a las aminas se encuentra a niveles altos y no cambio significativamente durante los últimos dos años en todas las regiones.

2.3 Inhibidores Qo (QoI)

Los siguientes fungicidas del grupo QoI se usan en el cultivo de banano: azoxystrobin, pyraclostrobin, trifloxystrobin.

No se detecto resistencia a los QoI en Ecuador, Honduras y Belice. En Colombia se reporto resistencia en las regiones de Santa Marta y Uraba. En Guatemala se observo resistencia solo en la región norte del país. En Colombia y Guatemala la eficacia de los QoI en el campo solo se vio afectada en fincas de las regiones mencionadas, donde se ha detectado resistencia. En Costa Rica y Panamá la resistencia a los QoI se encuentra a niveles crecientes y afecta la eficacia del producto en el campo. En las Filipinas la resistencia a QoI solo se detecto en una área caliente, ej.

2.4 Anilinopyrimidinas (APs)

Pyrimethanil es el único ingrediente activo del grupo de las anilinopirimidinas que se usa actualmente en el cultivo del banano. Para las anilinopirimidinas se reporto una situación estable con altos niveles de sensibilidad.

2.5 Benzimidazoles (BCMs)

Los siguientes ingredientes activos de este grupo de fungicidas se usan en el cultivo de banano: benomyl, carbendazim, thiabendazole, thiophanate, methyl-thiophanate.

La resistencia a los benzimidazoles se encuentra totalmente dispersa a niveles altos. La eficacia en el campo se ve afectada en todas las regiones bananeras donde se ha reportado resistencia a los BCMS.

3 Revisión de los lineamientos

Algunas recomendaciones generales se aplican para todos los fungicidas que se usan en banano:

- Para que una mezcla sea efectiva en una estrategia de manejo de resistencia, la dosis de cada componente usado solo debe ser suficiente para proveer control satisfactorio.
- Se debe respetar la dosis recomendada en la etiqueta para cada componente de la mezcla.
- Los fungicidas protectantes (multi sitio) se consideran una herramienta muy valiosa y necesaria en los programas de control de Sigatoka en banano.
- Los fungicidas sitio específico se deben aplicar en suspensiones de aceite o en emulsiones aceite agua.

Métodos de aplicación alternativos: La inyección de fungicidas en el tallo, con un riesgo de resistencia de medio a alto (e.g. DMI, Qol), se considera que predisponen la eficacia de las aplicaciones al follaje debido a una selección de presión adicional. Esta tecnología por lo tanto es probable que aumente el riesgo de resistencia para cualquiera de los fungicidas en uso.

3.1 Inhibidores de la demetilacion (DMIs)

Todos los ingredientes activos que pertenecen a la clase de fungicidas DMI son considerados como un solo grupo, dentro del cual existe en general, cierto grado de resistencia cruzada. Las mezclas entre DMIs se pueden aplicar para mejorar la eficacia biológica, pero ellas no proveen una estrategia anti-resistencia, por lo que cada componente debe ser tratado como un DMI individual para manejo de resistencia.

Los siguientes lineamientos son recomendados para el uso de fungicidas DMI en el control de Sigatoka negra en banano:

- DMIS deben ser usados preferiblemente en mezclas con otros modos de acción con los cuales no exista resistencia cruzada.
- Se recomienda alternar los fungicidas DMI con otros modos de acción con los cuales no exista resistencia cruzada
- El número máximo de aplicaciones de DMI es de 8, siempre y cuando no exceda el 50% del total de ciclos de aplicación.
- Las aplicaciones con fungicidas DMI deben iniciarse preferiblemente al inicio del progreso de las curvas de infección.

3.2 Aminas

Los fungicidas del grupo de las aminas deben aplicarse de acuerdo a los siguientes lineamientos para el control de Sigatoka negra en banano:

- Los fungicidas aminos pueden aplicarse solos o en mezclas, se prefiere la aplicación en mezcla.
- Se puede usar un máximo de dos aplicaciones consecutivas (bloque) de fungicidas aminos. Se prefiere la alternancia de aminos con modos de acción con los cuales no exista resistencia cruzada.
- El máximo número de aplicaciones de aminos es de 15, siempre y cuando no exceda el 50% del total de ciclos de aplicación.

3.3 Inhibidores Qo (QoI)

Se deben seguir los siguientes lineamientos en el control de Sigatoka negra en banano para los ingredientes activos que pertenecen a la clase de fungicida Qols:

- Aplicar los fungicidas QoI solo en mezclas con modos de acción con los cuales no exista resistencia cruzada.
- Los fungicidas QoI tienen que ser aplicados en alternancia total con modos de acción con los cuales no exista resistencia cruzada. No se recomiendan bloques de aplicación.
- Se debe usar un máximo de 3 aplicaciones de fungicidas QoI's o un máximo del 33% del total de ciclos de aplicación.
- Las aplicaciones con fungicidas QoI deben iniciarse preferiblemente al inicio del progreso de las curvas de infección, y solo deben aplicarse durante periodos de baja presión de la enfermedad.

3.4 Anilinopyrimidinas (APs)

Los fungicidas del grupo de las anilinopyrimidinas deben aplicarse de acuerdo a los siguientes lineamientos para el control de Sigatoka negra en banano:

- Los fungicidas AP pueden aplicarse solos o en mezclas, se prefiere la aplicación en mezcla.
- Los fungicidas AP tienen que usarse en alternancia total con otros modos de acción con los cuales no exista resistencia cruzada. No se recomiendan bloques de aplicación.
- El número máximo de aplicaciones de AP es de 6, siempre y cuando no exceda el 50% del total de ciclos de aplicación.

3.5 Benzimidazoles (BCMs)

Los fungicidas benzimidazoles deben aplicarse de acuerdo a los siguientes lineamientos para el control de Sigatoka negra en banano:

- Aplicar los fungicidas benzimidazoles solo en mezclas con modos de acción con los cuales no exista resistencia cruzada.

- Los fungicidas benzimidazoles tienen que ser aplicados en alternancia total con modos de acción con los cuales no exista resistencia cruzada. No se recomiendan bloques de aplicación.
- Se debe usar un máximo de 3 aplicaciones de benzimidazoles o un máximo del 33% del total de ciclos de aplicación.
- Las aplicaciones con fungicidas benzimidazoles deben iniciarse preferiblemente al inicio del progreso de las curvas de infección, y solo deben aplicarse durante periodos de baja presión de la enfermedad.

4 Métodos de monitoreo

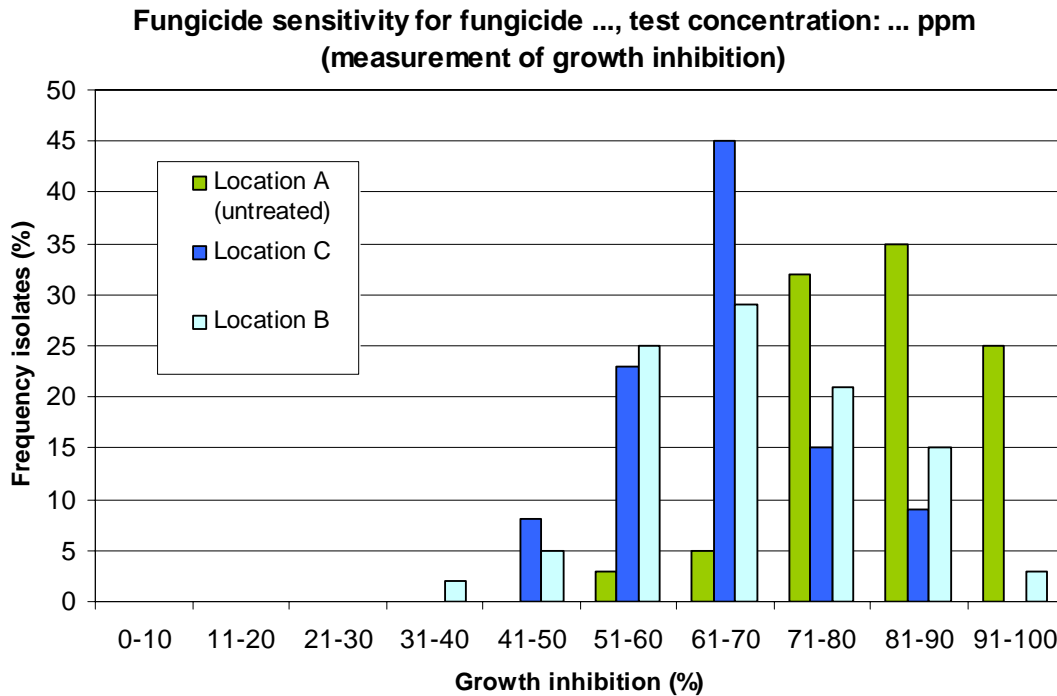
4.1 Principios básicos para estudios de monitoreo de resistencia

Todos los ingredientes activos con modo de acción sitio-específico que se utilizan en el programa de control, tienen que ser incluidos en el programa de monitoreo. Para obtener las muestras de campo, se deben escoger áreas donde la clase fungicida que se quiera evaluar, haya sido usada intensamente. Se deben tomar muestras varias veces, como mínimo 2 veces por año. Siempre que sea posible, la eficacia de los programas de aplicación debería ser registrada para cada toma de prueba.

Para definir el número y nivel de las concentraciones a evaluar, se deben considerar varios factores:

- Modo de acción y tipo de resistencia:
 - Modos de acción sitio-específico con resistencia de tipo disruptiva (Gráfico anexo: Tipos de resistencia) no se necesita evaluar muchas concentraciones. El uso de la mínima concentración inhibitoria (MCI = EC100, i.e. la concentración en la se inhibe el 100% de la población sensible) es suficiente, para asegurarnos que la resistencia puede ser detectada de manera confiable en estudios de monitoreo. Ejemplos: QoI, BCM.
 - Modos de acción con resistencia de tipo lineal (Gráfico anexo: Tipos de resistencia) se requiere de un mínimo de 2 concentraciones diferentes, preferiblemente de 4 a 5. En estos casos el rango de concentraciones debe incluir los valores de EC50 y EC95. Ejemplos: DMIs, Aminas.
- Situación de sensibilidad de la población del patógeno en la región de monitoreo o país para tipos de resistencia lineal (e.g. triazoles). Para determinar las concentraciones correctas de monitoreo se pueden necesitar experimentos preliminares.

Para presentar los resultados de monitoreo se puede usar el siguiente formato:

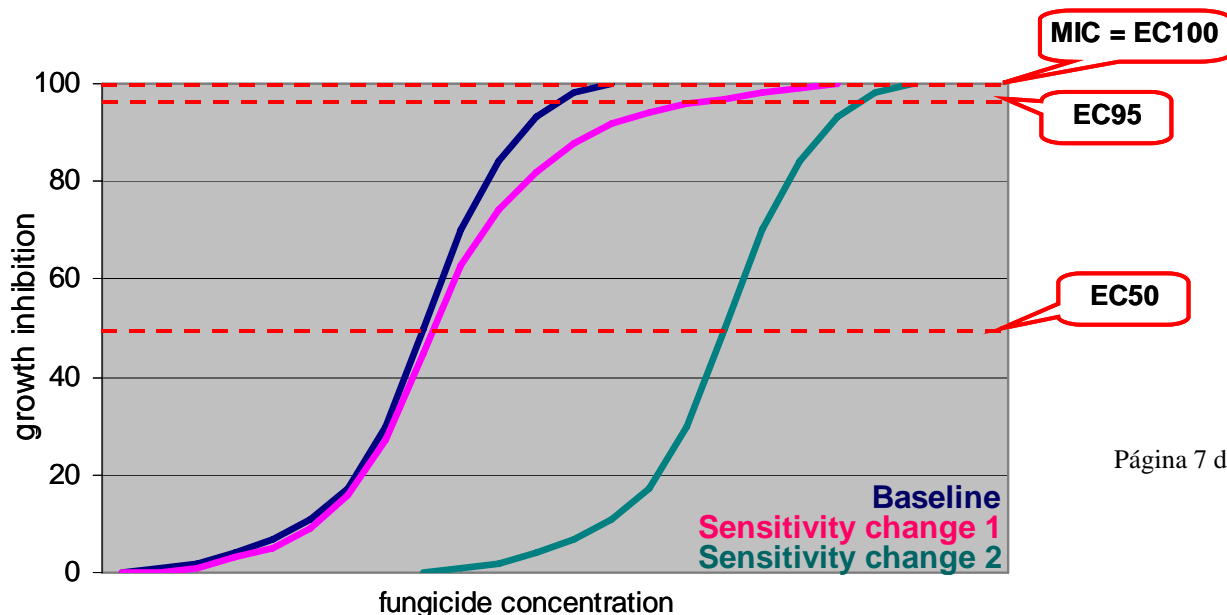


En este ejemplo se muestra la distribución de sensibilidad de tres localidades diferentes. La población de la localidad A es la más sensible, seguida de las localidades B y C con la sensibilidad más baja. Si aparecen aislamientos resistentes en los programas de monitoreo, se debe contactar inmediatamente al fabricante.

4.2 Uso de valores de EC para estudios de monitoreo

El uso de los valores de EC para la interpretación de datos de monitoreo se explica a continuación:

Curvas de distribución de sensibilidad y diferentes valores de EC:



Uso de diferentes valores de EC para detectar diferentes tipos de resistencia:

Cambios de sensibilidad observados	Parámetro de monitoreo		
	EC50	EC95	MIC = EC100
Cambio de sensibilidad 1 "Direccional" e.g. triazoles	x	✓	✓
Cambio de sensibilidad 2 "Resistencia disruptiva" e.g. Qols, BCMS	✓	✓	✓

- ✓ Parámetro de monitoreo apropiado para detectar un cambio en la sensibilidad
- x Parámetro de monitoreo no apropiado para detectar un cambio en la sensibilidad

Resumen para el uso de diferentes valores de EC que se ajustan a cambios observados o esperados en la sensibilidad de la población.

EC 50	Estable, poca variabilidad en los datos	} Resistencia de tipo direccional
EC 95	Sensible, se detectan cambios pequeños Peligro: posibilidad de positivos falsos	
MIC o EC100	Cambios pequeños difíciles de detectar	Resistencia de tipo disruptiva

4.3 Proyectos de investigación

Se identificaron dos áreas para actividades de investigación que ayudaran a entender mejor los datos de monitoreo de resistencia así como las estrategias practicas de manejo de resistencia.

1. Datos comparables de sensibilidad entre los laboratorios que hacen monitoreo:

Con el fin de obtener un consenso en los datos que se obtienen en estudios de monitoreo, se va a establecer un grupo de expertos técnicos. El objetivo principal es comparar los datos de sensibilidad entre los diferentes laboratorios que hacen monitoreo. Muestras, métodos y resultados serán intercambiados entre las entidades participantes. Teresa Arroyo (Monreri) acepto coordinar las actividades.

2. Interpretación de los datos de monitoreo y correlación con eficacia en el campo de los productos respectivos:

Se busca montar un programa de pruebas en invernadero, con énfasis en los inhibidores Qo (estrobilurinas). El objetivo de esta iniciativa es establecer una correlación entre los niveles de resistencia en el campo y la eficacia de la clase química afectada. Mauricio Guzmán (Corbana) acepto coordinar la actividad.

4.4 Inhibidores de la demethylacion (DMIs)

Las concentraciones recomendadas de DMI para estudios de monitoreo dependen enormemente en la situación de sensibilidad de la región respectiva. La concentración mas alta, principalmente, se debe ajustar a la situación de cambio de la región que se esta monitoreando. Se recomienda evaluar por lo menos dos concentraciones en estudios de monitoreo.

Las siguientes son las concentraciones aproximadas para monitoreos de sensibilidad:

- Poblaciones que han sufrido cambios:
 - 0 (testigo sin tratamiento) - 0.03 - 0.1 - 0.3 -1.0 y 3.0 ppm
- Poblaciones altamente sensibles, e.g. sin cambio fuerte o con sensibilidad similar a la de la población de la línea base:
 - 0 (testigo sin tratamiento) - 0.003 -0.01 - 0.1 y 1.0 ppm
 - En regiones donde el nivel de sensibilidad se espera que se ha reducido, se recomienda incluir 3 ppm.

Se va a hacer un esfuerzo para establecer las concentraciones que se deben recomendar para estudios, que incluyan solo una o dos concentraciones. (T. Arroyo: coordinadora). Debido a que existe un largo historial en la base de datos disponible para el propiconazole, se recomienda continuar los estudios de monitoreo para este fungicida.

4.5 Amines

Las siguientes son las dosis recomendadas para tridemorph y espiroxamina:

- 0 (testigo sin tratamiento) - 0.1 - 0.3 - 1.0 y 10ppm.

Se recomienda evaluar por lo menos dos concentraciones en estudios de monitoreo. El equipo de expertos técnicos dará la recomendación de cuales concentraciones deberán ser evaluadas, a mediados del 2006.

4.6 Inhibidores Qo (QoI)

Syngenta realizo un estudio de investigación (sin publicar) para aclarar el rol de la oxidasa alternativa y dar recomendaciones para estudios de monitoreo.

De acuerdo a los resultados que se presentaron, existe el riesgos de detectar falsos positivos de resistencia-QoI con *M.fijiensis*, especialmente cuando se evalúan concentraciones bajas. Para obtener resultados confiables en estudios de monitoreo se dan las siguientes recomendaciones:

- Para pruebas de monitoreo con todos los ingredientes activos (azoxystrobin, pyraclostrobin y trifloxystrobin) se deben usar dosis discriminatorias iguales o lo mas similares posibles a la mínima concentración inhibitoria (MCI), Ej. no menores a 10 ppm.
- En estudios de longitud de tubo germinativo, un tubo germinativo de más de 150 µm indica resistencia a Qol.
- En regiones donde se detecta por primera vez resistencia a Qol, se deben hacer pruebas adicionales que excluyan los falsos positivos.
- El uso de SHAM aumenta la confiabilidad de los estudios de monitoreo debido a su eficacia de bloquear el paso alternativo vía oxidasa alternativa. En caso de usar SHAM se debe incluir la concentración de 50 µM y compararla con platos sin SHAM.

Además de las recomendaciones expuestas se deben seguir las siguientes recomendaciones generales:

- Se deben medir un mínimo de 150 y preferiblemente 300 ascosporas. La medición de 300 ascosporas da una probabilidad del 95% de detectar el 1% de esporas resistentes.
- Para confirmar resistencia a Qol en aislamientos con tubos germinativos mayores de 150 µm: se debe transferir las ascosporas germinadas a un medio nuevo con la misma concentración de fungicida. De manera alternativa, se pueden obtener aislamientos puros y evaluar la sensibilidad de los conidios. En caso de que se observe crecimiento de nuevo, se confirma la resistencia a Qol.

4.7 Anilinopyrimidinas (APs)

Las siguientes concentraciones se recomiendan para el monitoreo de pyrimethanil:

- 0 (testigo sin tratamiento) – 1 – 3 – 10 – 30 y 100 ppm

Se recomienda evaluar por lo menos dos concentraciones en estudios de monitoreo. El equipo de expertos técnicos dará la recomendación de cuales concentraciones deberán ser evaluadas, a mediados del 2006.

4.8 Benzimidazoles (BCMs)

Para monitorear fungicidas BCM, se debe usar una dosis discriminatoria igual o lo mas cercana posible a la mínima concentración inhibitoria (MIC).

Las siguientes concentraciones se recomiendan:

- 0 (testigo sin tratamiento) – 1 – 5 y 10 ppm