

Participantes

El grupo de trabajo esta conformado por asociaciones de productores de banano, instituciones con actividades en el área de investigación en resistencia, monitoreo, estrategias y casas productoras de agroquímicas. Los siguientes delegados del grupo de trabajo de banano de FRAC participaron en la reunión sostenida en 2012:

Karl-Heinz Lorenz (Chairman)	BASF
Denise Manker	AgraQuest, Inc
Juan Coward	Agriphar
Benny M. Corcolon	Anflocor-Tadeco
Julio Angulo	BASF
Eduardo Ceron	BASF
Hernan Vilchez	BASF
Silvia Bechara	BASF
Andreas Mehl	BCS
Harold Leon	BCS
Alvaro Segura	BCS
Rolf Christian Becker	BCS
Jose Manuel Dominguez	BCS
Tarsicio Mosquera Vidal	Bonita
Luz Edith Argel Roldan	Cenibanano
Mauricio Guzman Quesada	Corbana
Arturo Orozco	Del Monte
Ronny Mancilla	Del Monte
Juan Carlos Madrigal	Del Monte
José F. Rodriguez	Del Monte
Marco Vinicio Blanco	Dow AgroScience
Alex Kroneberg	FMC
Assaf Dotan	Makhteshim-Agan
Jorge Solis	Makhteshim-Agan
Lester Bermudez	Makhteshim-Agan
Rebeca Madrigal	Monreri
Peter Tirosh	Stockton
Ido Korman	Stockton
Marcial Guzman	Syngenta
Andy Leadbeater	Syngenta
Helge Sierotzki	Syngenta
Masanao Takaishi	Sumitomo

David Albert Lobo
Marco Quiroz
Alvaro Jimenez Abarca
Eric Bureau
Diego Romero

Sumitomo
Sumitomo
Taminco
TOTAL Fluides
TOTAL Fluides

Las siguientes personas no pudieron atender la reunión:

Greg Kemmitt
Gert Kema

Dow AgroScience
University Wageningen

Introducción

El grupo de trabajo de FRAC es responsable de las estrategias de gestión de la resistencia a fungicidas en el cultivo de banano y busca representar las principales áreas de producción de banano a nivel mundial. Las reuniones del grupo de trabajo están abiertas (por acuerdo con el presidente) a entidades con serio interés en el manejo de resistencia a fungicidas en banano. Un requisito importante para la membresía y la asistencia a las reuniones, al igual que en cualquier grupo de trabajo de FRAC, es la participación activa como condición necesaria para entablar discusiones productivas entre los expertos que ayuden a establecer guías útiles. Esta participación activa suele consistir en compartir datos técnicos relacionados con la resistencia a fungicidas y su gestión.

Agenda de la reunión bi-anual

- 1 Estrategias generales de manejo de resistencia en el cultivo de banano
- 2 Revisión del status de sensibilidad
 - 2.1 Inhibidores de la demethylation (DMIs)
 - 2.2 Aminas
 - 2.3 Inhibidores Qo (QoIs)
 - 2.4 Anilinopirimidinas (APs)
 - 2.5 Benzimidazoles (BCMs)
 - 2.6 Fungicidas SDHI
 - 2.7 Guanidinas
 - 2.8 N-fenilcarbamatos
- 3 Revisión de las directrices
 - 3.1 Inhibidores de la demethylation (DMIs)
 - 3.2 Aminas
 - 3.3 Inhibidores Qo (QoIs)
 - 3.4 Anilinopirimidinas (APs)
 - 3.5 Benzimidazoles (BCMs)
 - 3.6 Fungicidas SDHI
 - 3.7 Guanidinas
 - 3.8 N-fenilcarbamatos
- 4 Métodos de monitoreo
 - 4.1 Principios básicos para el estudio del monitoreo de la resistencia
 - 4.2 Uso de los valores EC para los estudios de monitoreo
 - 4.3 Proyectos de investigación

Descripciones detalladas de monitoreo han sido publicadas en la carpeta FRAC de monitoreo en la página de Internet.

5 Resumen

5.1 Directrices de FRAC para el cultivo del banano en 2012

5.2 Sensibilidad a fungicidas dentro de cada uno de los más importantes grupos de fungicidas en el cultivo de banano

5.3 Eficacia de los productos dentro de cada uno de los grupos más importantes de fungicidas en el cultivo de banano

6 Anexo

6.1. Tipos de resistencia a fungicidas

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 diferentes 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 válidas para todos los fungicidas con sitios de acción muy 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 de un 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 estén disponibles en el futuro, las modificaciones a estas directrices se harán conforme sea necesario. De las enfermedades que afectan el banano a nivel mundial, *Mycosphaerella fijiensis* es la enfermedad más 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 2010 y en la actualidad.

2. Revisión del estado de la sensibilidad

En la reunión se presentaron datos de Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala y Filipinas. No se presentaron datos de África, Brasil ni de otros importantes países bananeros.

2.1 Inhibidores de la demethylation (DMIs)

Los siguientes fungicidas DMI se usan en el cultivo de banano: bitertanol, difenoconazole, epoxiconazole, fenbuconazole, myclobutanil, propiconazole, tebuconazole, tetraconazole y triadimenol.

Se observaron cambios de sensibilidad a los DMI comparado con la sensibilidad de referencia hasta el año 2009 y desde entonces ha sido estabilizada en Ecuador, Colombia, Guatemala, Costa Rica y Filipinas.

La eficacia de los programas de aplicación con los fungicidas del grupo de DMI se reportó como buena, cuando son usados como parte de un control integrado de la enfermedad y de acuerdo a las recomendaciones descritas en este documento.

2.2 Aminas

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

Sin embargo se necesita más información de Costa Rica para explicar las fluctuaciones pequeñas reportadas.

2.3 Inhibidores Qo (Qols)

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

Comparado con 2010, se reportó resistencia a los fungicidas del grupo Qol en una mayor frecuencia en algunas fincas en la parte norte del Ecuador. En Colombia se reportaron unos niveles de resistencia que oscilan entre medio y alto, aunque no consta que se haya usado Qol en los últimos años. En Guatemala la resistencia a Qols también ha sido observada. En Costa Rica la frecuencia de aislamientos resistentes es todavía alta.

En Filipinas la sensibilidad a Qols es alta. Sin embargo en áreas donde la sensibilidad se vio reducida en el pasado y en donde no se han utilizado Qol desde el año 2003, se observaron mejoras en la sensibilidad.

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 anilinopyrimidinas se reportó 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, 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. En Costa Rica se ha observado reducción en la resistencia.

2.6 Fungicidas SDHI

Para varios países de Latinoamérica se presentaron datos de referencia sobre la sensibilidad de boscalid, fluopyram e isopyrazam.

Toda la información presentada muestra altos niveles de sensibilidad indistintamente de su origen (áreas silvestres y fincas).

2.7 Guanidinas

Los datos de referencia sobre la sensibilidad con dodina fueron presentados para varios países de Latinoamérica.

Los datos muestran una gran variación en sensibilidad independientemente de su origen (áreas silvestres y fincas). En Ecuador no se encontró ningún cambio comparado con la referencia después de 2 años de uso.

2.8 N-fenilcarbamatos

Hasta ahora no se dispone de datos de sensibilidad.

3. Revisión de las directrices

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

- Para que una mezcla de productos que no presenta resistencia cruzada sea eficiente desde el punto de vista de una estrategia de manejo de resistencia, es necesario que cada ingrediente activo sea utilizado con una dosis suficientemente activa como en el caso de su uso exclusivo (sin mezcla).
- Se debe respetar la dosis recomendada en la etiqueta para cada componente de la mezcla.
- Los fungicidas protectores (de múltiples sitios de acción) se consideran una herramienta muy valiosa y necesaria en los programas de control de Sigatoka en banano.
- Los fungicidas sitio específico (sistémicos) se deben aplicar en suspensiones de aceite o en emulsiones aceite y agua.

La sincronización en la aplicación de fungicidas de la misma clase ayuda en el manejo de la resistencia.

Métodos alternativos de aplicación: se considera que la inyección en el tallo con fungicidas con riesgo de resistencia medio o alto (p.ej. DMI, QoI, SDHI) representa un riesgo a la eficacia de las aplicaciones foliares debido a una presión selectiva adicional.

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 de dos o más DMIs se pueden aplicar para proporcionar una buena eficacia biológica; sin embargo estas mezclas, no proveen una estrategia anti-resistencia y por lo tanto deben ser consideradas como un sólo DMI en el manejo de la resistencia.

Las siguientes directrices son recomendadas para el uso de fungicidas DMI en el control de Sigatoka negra en banano:

- DMIs deben ser usados sólo en mezclas con otros modos de acción con los cuales no exista resistencia cruzada. Todos los fungicidas incluidos en la mezcla deben ser usados en dosis efectivas recomendadas por el fabricante.
- 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 las siguientes directrices para el control de Sigatoka negra en banano:

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

3.3 Inhibidores Qo (Qols)

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

- Aplicar los fungicidas Qol solo en mezclas con modos de acción con los cuales no exista resistencia cruzada. Todos los fungicidas incluidos en la mezcla deben ser usados en dosis efectivas recomendadas por el fabricante.
- Los fungicidas Qol 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 Qol's o un máximo del 33% del total de ciclos de aplicación.
- Las aplicaciones con fungicidas Qol deben iniciarse preferiblemente al inicio del progreso de las curvas de infección, y solo deben aplicarse durante periodos de baja presión de la enfermedad.

- Las aplicaciones de fungicidas QoI deben ser separadas por lo menos 3 meses para tener un periodo amplio de no presión de selección.

3.4 Anilinopyrimidinas (APs)

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

- Los fungicidas AP deben aplicarse solo en mezcla, con otros modos de acción que no presenten resistencia cruzada. Todos los fungicidas incluidos en la mezcla deben ser usados en dosis efectivas recomendadas por el fabricante.
- Los fungicidas AP tienen que usarse en alternancia total con otros modos de acción con los cuales no exista resistencia cruzada. Todos los fungicidas incluidos en la mezcla deben ser usados en dosis efectivas recomendadas por el fabricante. No se recomiendan bloques de aplicación.
- El número máximo de aplicaciones de AP es de 8, 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 las siguientes directrices 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 aplicaciones consecutivas o 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.
- Las aplicaciones de fungicidas benzimidazoles deben ser separadas por lo menos 3 meses para tener un periodo amplio de no presión de selección.

3.6 Fungicidas SDHI

Los fungicidas SDHI deben ser aplicados de acuerdo a las siguientes directrices para combatir la sigatoka negra en banano:

- Los fungicidas SDHI deben ser aplicados solo en mezcla, con otros fungicidas con modos de acción que no presenten resistencia cruzada. Todos los fungicidas incluidos en la mezcla deben ser usados en dosis efectivas recomendadas por el fabricante.

- Los Fungicidas SDHI deben ser utilizados en alternancia completa con otros fungicidas con modos de acción que no presenten resistencia cruzada.
- Se pueden aplicar un máximo de 4 aplicaciones de fungicidas SDHI y hasta un máximo del 33% del número total de ciclos.
- Las aplicaciones con fungicidas SDHI deben realizarse preferentemente al inicio de la curva progresiva de la enfermedad y ser aplicados en tiempos de baja presión de la enfermedad.
- Las aplicaciones deben estar separadas por un periodo libre de fungicidas SDHI de por lo menos 8 semanas.

3.7 Guanidinas

Las Guanidinas deben ser aplicadas de acuerdo a las siguientes directrices para combatir la sigatoka negra en banano:

- Las Guanidinas pueden ser usadas solas o en mezcla. Se prefiere las aplicaciones en mezcla con otros modos de acción que no presenten resistencia cruzada. Todos los fungicidas incluidos en la mezcla deben ser usados en dosis efectivas recomendadas por el fabricante.
- Las Guanidinas deben ser utilizadas solo en alternancia completa con otros fungicidas con modos de acción que no presenten resistencia cruzada.
- Se puede aplicar un máximo de 6 ciclos con fungicidas Guanidinas y un máximo del 33% del total de ciclos.
- Las aplicaciones que contengan fungicidas Guanidinas deben aplicarse preferentemente al inicio de la curva progresiva de la enfermedad y en tiempos de baja presión de la enfermedad.
- Las aplicaciones deberán tener un periodo libre de Guanidinas de por lo menos un tiempo de 6 semanas.

3.8 N-fenilcarbamatos (nuevo)

Los fungicidas a base de n-fenilcarbamatos se deben aplicar según las directrices siguientes contra la sigatoka negra en el banano:

- Aplicar los fungicidas a base de n-fenilcarbamatos únicamente en mezclas con otros modos de acción que no presenten resistencia cruzada. Todos los fungicidas incluidos en la mezcla deben ser usados en dosis efectivas recomendadas por el fabricante.
- Los fungicidas a base de n-fenilcarbamatos deben ser utilizados sólo en alternancia completa con otros modos de acción que no presenten resistencia cruzada. No se pueden realizar aplicaciones consecutivas de n-fenilcarbamatos (bloques).
- Se puede realizar un máximo de 3 aplicaciones que contengan fungicidas a base de n-fenilcarbamatos o un máximo del 33% del número total de aplicaciones con n-fenilcarbmatos.

- Las aplicaciones que contengan fungicidas a base de n-fenilcarbamatos deben aplicarse preferentemente al inicio de la curva progresiva de la enfermedad y en tiempos de baja presión de la enfermedad
- Las aplicaciones deberán tener un periodo libre de n-fenilcarbamatos de por lo menos 3 meses

4. Métodos de monitoreo

Los métodos de monitoreo serán publicados en la pagina de internet de FRAC. Los métodos colectados para monitorear N-SDHI, Guanidinas y fenilcarbamatos serán publicados pronto.

4.1 Principios básicos para estudios de monitoreo de resistencia

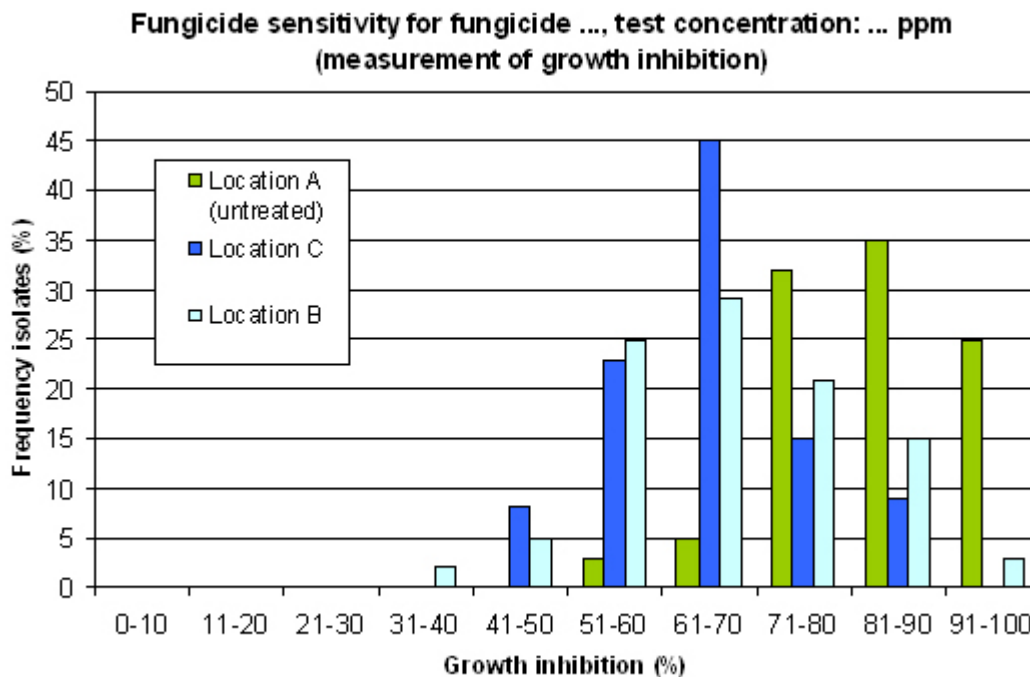
Todos los ingredientes activos con modo de acción sitio-especifico que se utilizan en los programas de control, tienen que ser incluidos en el programa de monitoreo.

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 muestras.

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-especifico, 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 que 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: Qols, BCMs.
 - Modos de acción con resistencia de tipo direccional (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, SDHI.
- La situación de sensibilidad de las poblaciones del patógeno en la región de monitoreo o país para tipos de resistencia de desarrollo gradual o direccional (ej. 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:

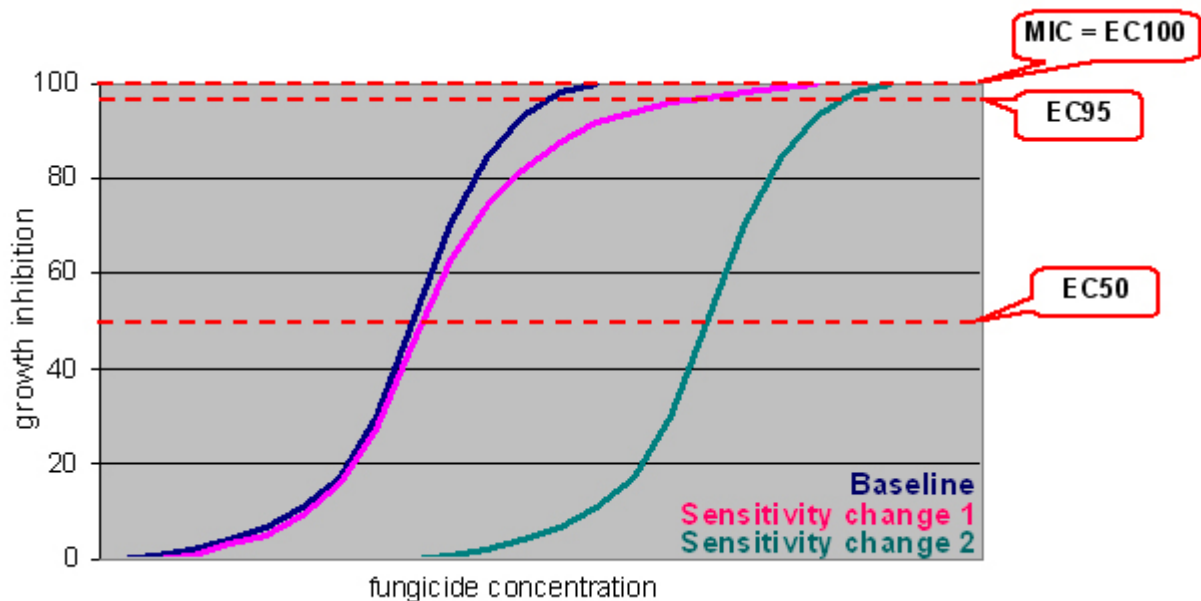


En este ejemplo se muestra la distribución de sensibilidad de tres localidades diferentes. La población de la localidad A es la más sensible, seguida de las localidades B y C con la sensibilidad más baja. Si aparecen aislamientos resistentes en los programas de monitoreo, se debe contactar inmediatamente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

4.2 Uso de valores de EC para estudios de monitoreo

El uso de los valores de EC para la interpretación de los datos de monitoreo son explicados abajo.

Curvas de la distribución de la sensibilidad y diferentes valores de EC:



Resumen para la utilización de diferentes valores EC de acuerdo a los cambios observados o esperados en la sensibilidad de poblaciones:

EC ₅₀	Estable, menor variabilidad de datos	Movimiento del tipo de resistencia
EC ₉₅	Sensitivo, pequeños cambios detectables Riesgo: falso positivo posible	
MIC / EC ₁₀₀	Pequeños cambios y difícil de detectar	Tipo de resistencia disruptiva

4.3 Proyectos de investigación

Se identificó principalmente un área para investigación que ayudará a entender mejor los datos de monitoreo de resistencia así como las estrategias prácticas en el manejo de la resistencia.

Como ejemplo la interpretación de los datos de monitoreo y correlación con eficacia en el campo de los productos como fungicidas DMI, los primeros resultados de pruebas en invernadero, indican una buena correlación entre la sensibilidad *in vitro* decreciente y la eficacia en el control de la enfermedad.

Observaciones del fenómeno de multiple resistencia y aspectos de vitalidad deberían ser analizados más profundamente.

5. Resumen

5.1 Directrices de FRAC para el cultivo del banano en 2012

Actualizado durante la reunión de trabajo de FRAC (Miami, Florida (EE. UU.) / 22 y 23 de marzo de 2012)

Clase química	Sólo o en mezclas	Alternancia o bloques	Máximo número de aplicaciones	Momento de aplicación
Inhibidores de la Demethylation (DMI)	Sólo en mezclas	Solo en alternancia	8 no mas del 50% del número total de aplicaciones	*
Fungicidas Aminas	Ambos, se prefieren las mezclas	Bloque máximo de 2 aplicaciones consecutivas, se prefiere alternancia	15 no mas del 50% del número total de aplicaciones	Sin restricciones
Inhibidores Qo (QoI)	Sólo en mezclas	Solo en alternancia	3 no mas del 33% del número total de aplicaciones	**
Anilinyrimidinas (AP)	Sólo en mezclas	Solo en alternancia	8 no mas del 50% del número total de aplicaciones	Sin restricciones
Benzimidazoles (BCM)	Sólo en mezclas	Solo en alternancia	3 no más del 33% del número total de aplicaciones	**
N-fenilcarbamatos	Sólo en mezclas	Sólo en alternancia completa	3 no más del 33% del número total de aplicaciones	**
Fungicidas SDHI	Sólo en mezclas	Solo en alternancia	4 no más del 33% del número total de aplicaciones	***
Guanidinas	Ambos, se prefieren las mezclas	Solo en alternancia	6 no más del 33% del número total de aplicaciones	****

* Iniciar las aplicaciones preferiblemente cuando se inicia la curva progresiva de la enfermedad

** Preferiblemente con baja presión de la enfermedad; las aplicaciones deben estar separadas por lo menos por 3 meses

*** Preferiblemente con baja presión de la enfermedad; las aplicaciones deben estar separadas por lo menos por 8 semanas

**** Preferiblemente con baja presión de la enfermedad; las aplicaciones deben estar separadas por lo menos por 6 semanas

5.2 Situación actual de la sensibilidad en las principales clases de fungicidas en el cultivo de banano

país	BCM's	DMI's	Aminas	Qol's	AP's
Costa Rica	1	1	3	1	3
Ecuador	1	2	3	2	3
Colombia	1	2	3	1	3
Guatemala	1	2	3	1	3
Panamá	1	1	3	1	3
Honduras	1	2	3	2	3
Belize	1	2	3	2	3
Filipinas		3	3	2*	3

	4 no se detecta resistencia (aplica solo para Qol, BCM)
	3 alto
	2 medio
	1 bajo

* aplica solo para áreas cos calientes

5.3 Eficacia en el control de la sigatoka a nivel de campo con productos dentro de las principales clases de fungicidas

país	BCM's	DMI's	Aminas	Qol's	AP's
Costa Rica	1	2	3	1	3
Ecuador	1	3	3	2	3
Colombia	1	3	3	2	3
Guatemala	1	2	3	1	3
Panamá	1	2	3	1	3
Honduras	1	2	3	2	3
Belize	1	2	3	2	3
Filipinas		3	3	3	3

	3 alto
	2 medio
	1 bajo

6. Anexo

6.1 Tipos de resistencia a fungicidas

