

EL MONITOREO Y MANEJO DE LA RESISTENCIA A LOS FUNGICIDAS EN CUBA.

Autores: Berta Lina Muiño⁽¹⁾; L. Pérez⁽¹⁾; A. Pollanco⁽²⁾; Isabel Ponciano⁽²⁾; María Elena Lorenzo⁽²⁾, Esther Lilliam Martín⁽²⁾; María de los Ángeles González⁽²⁾; Raquel Arévalo⁽²⁾; Judisneidy⁽²⁾, Marialys Rodríguez⁽²⁾ y Yasmiani Santana⁽²⁾.

(1) Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Gaveta 634, Zona Postal 13, Playa, Ciudad de la Habana, Cuba. E-mail: bertam@inisav.cu

(2) Laboratorios Provinciales de Sanidad Vegetal.

RESUMEN

Por la importancia económica que presentan varias enfermedades fúngicas en cultivos de primer orden para la agricultura cubana, se hace necesario para su control, el empleo de familias de fungicidas sistémicos, tales como fenilamidas, benzimidazoles, dicarboximidas, triazoles, morfolinas, carbamatos y derivados de estrobilurinas, entre otros. Debido a los riesgos de resistencia que poseen éstos, desde el año 1982, se desarrolló e implementó en el país un sistema de monitoreo para determinar el estatus de la sensibilidad de poblaciones de campo, el cual comprende un conjunto de métodos de laboratorio estandarizados así como monitoreo de las enfermedades y de la eficacia de los fungicidas en campo. Se detectó y estudió la evolución de la resistencia de *Peronospora tabacina*, *Phytophthora nicotianae* y *P. infestans* a las fenilamidas; *Mycosphaerella musicola* a los benzimidazoles, triazoles y morfolinas; *M. citri* a los benzimidazoles; *Alternaria solani* y *A. porri* a los triazoles y dicarboximidas, *Penicillium* spp y *Lasioidiplodia theobromae* al tiabendazol. Se implementó el sistema de gestión para el manejo de los fungicidas y la fungo - resistencia que incluye el monitoreo de sensibilidad de las poblaciones fúngicas, la vigilancia de la eficacia de los fungicidas en el campo, el monitoreo de la evolución de las enfermedades y su relación con el clima y la elaboración oportuna de estrategias de control nacional y locales, lo que ha permitido una reducción de las aplicaciones entre un 37.5 y 50% respecto a la estrategia convencional por programas, con una reducción importante del impacto negativo en el ambiente y decrecimiento de pérdidas económicas por concepto de gastos adicionales de fungicidas y daños a los cultivos por causa de las enfermedades.

INTRODUCCIÓN

Los fungicidas han sido usados desde hace alrededor de 200 años para proteger a las plantas de las enfermedades provocadas por hongos. Al inicio, la protección se efectuaba principalmente a las semillas de cereales y los viñedos. Sin embargo, el número de cultivos y enfermedades tratadas, el grado de químicos disponibles, el área y frecuencia de uso y la efectividad de los tratamientos se incrementaron enormemente, muy especialmente desde la segunda guerra mundial hacia acá (Brent, 1995).

Dentro de los primeros grupos de fungicidas pueden citarse los derivados del Cobre y los del Azufre, los cuales aun son ampliamente usados y efectivos. El tercer grupo corresponde a los organomercuriales los que han sido desechados. Varios grupos como las ftalamidas, ditiocarbamatos, dinitrofenoles, clorotalonil, han sido establemente usados por muchos años. Otro número grande de fungicidas más potentes, de nuevas estructuras y con fuerte actividad sistémica fue introducido en los finales de los años 60 y 70. Se incluyen a los benzimidazoles, 2-amino-pyrimidinas, carboxanilidas, fosforotiolatos, morfolinas, dicarboximidas, fenilamidas y los inhibidores de la biosíntesis de ergosterol (IBE). Las nuevas introducciones desde 1980 han sido preferentemente análogas de los fungicidas existentes particularmente los IBE, con

propiedades generalmente similares. Desde hace algunos años, varios compuestos nuevos han sido introducidos comercialmente o han tenido una fase avanzada de desarrollo: Estos incluyen los fenilpyrroles, anilopirimidinas y los análogos de la estrobilurinas. Hasta el presente, son usados alrededor de 135 compuestos fungicidas en la agricultura mundial. El saldo total en 1993 fue de 4.7 billones de dólares (Brent, 1995; Brent y Hollomon, 1998).

A pesar de los progresos en la lucha química contra las enfermedades fúngicas, el fenómeno de resistencia de los parásitos de las plantas a los productos fitosanitarios, constituye actualmente el problema que más preocupa al sector desde el punto de vista agronómico. Un grupo de sustancias químicas que ha presentado con frecuencia dicho problema son los fungicidas que atacan por vía sistémica, por lo que se han informado numerosos casos de resistencia de patógenos en el campo, lo cual provoca un desajuste en el equilibrio poblacional desde el punto de vista ecológico.

Por más de 25 años la industria agrícola ha enfrentado estos problemas. Desde los primeros casos informados mundialmente, los productores de agroquímicos, académicos, científicos, entre otros, han puesto su mayor empeño y esfuerzos encaminados a analizar los fenómenos, sus causas y establecer estrategias. En el momento actual, cuando la sostenibilidad económica, técnica y ambiental se convierte en el reto principal de la agricultura moderna, es imprescindible profundizar en los progresos mundiales para evitar el desarrollo de la resistencia a los fungicidas

También en muchos países de Europa, Asia y América Latina donde se emplean sistemáticamente este tipo de fungicidas, se realizan serios trabajos investigativos y de aplicación con el fin de detectar a tiempo la posible aparición de resistencia para evitar pérdidas de producción en los cultivos de importancia económica.

En Cuba, desde 1982 con la detección por primera vez, de resistencia de *Mycosphaerella musícola* al benomyl en el cultivo del banano (Pérez et al. ,1985), se iniciaron las investigaciones relacionadas con esta temática, con el objetivo de reducir la población total de los organismos objeto de control para evitar el desarrollo de la resistencia, y por otra parte reducir el número de aplicaciones químicas. Las soluciones desarrolladas en Cuba, desde la década del 80 se refieren a la implementación de programas de manejo integrado, que incluye los métodos genéticos, biológicos y culturales armónicamente combinados con la aplicación de fungicidas, de tal forma que ofrezca una opción satisfactoria para reducir la presión de selección hacia la resistencia como contribución al desarrollo de una agricultura sostenible.

El presente trabajo pretende realizar una revisión de los éxitos alcanzados en casi dos décadas de trabajo, para evitar o manejar la resistencia de los patógenos fúngicos a los fungicidas.

METODOS PARA LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA

Los métodos utilizados para la determinación de la fungitoxicidad, fueron adaptados por los investigadores para la medición de la resistencia. (Georgopoulos, 1982) hizo una revisión sobre estos procedimientos, también (Ogawa et al., 1979; Brent, 1982). Posteriormente fueron publicados métodos estandarizados para un gran número de patógenos, por la FAO (1982). El Comité de Acción para la Resistencia a los Fungicidas (FRAC) del Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Productores de Agroquímicos (GIFAP), publicó un conjunto de métodos para la detección de resistencia a los benzimidazoles, inhibidores de la biosíntesis de ergosterol, dicarboximidias (Bull. OEPP, 1991) y las fenilamidas (Bull. OEPP, 1992).

En Cuba; por primera vez (Pérez, 1981) desarrolló un método simple para medir la sensibilidad de varios patógenos al carbendazim. Posteriormente se estudiaron y adaptaron métodos más específicos para diferentes combinaciones hongo-fungicida, tales como *Peronospora tabacina* - metalaxyl (Muiño,1990); *Phytophthora nicotianae* - metalaxyl (Muiño, 1990); *Mycosphaerella* spp - benomyl (Muiño, 1988); *Phytophthora infestans* - metalaxyl (Muiño, 1990); *Alternaria* spp - dicarboximidas (Muiño, 1990); *Penicillium* spp y *Lasiodiplodia theobromae* - thiabendazol (Muiño, 1992) y *Mycosphaerella* spp - IBE (Muiño, 1990; Pérez y Battle, 1993). Los métodos generales estandarizados se mencionan en la tabla 1.

Se han estudiado 16 especies de hongos fitopatógenos (Fig. 1) de importancia económica con 22 nuevos fungicidas y un total de 49 combinaciones hongo-fungicida.

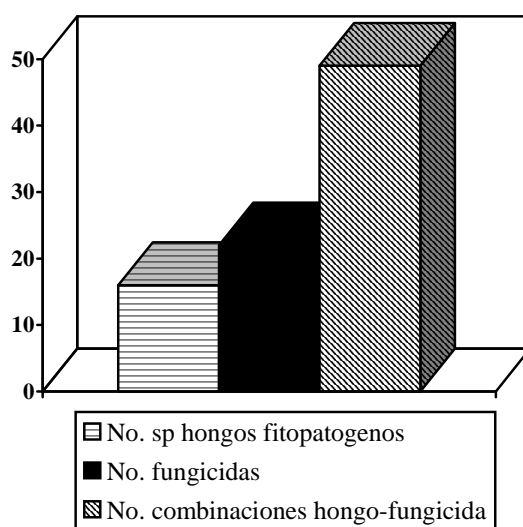


Fig. 1 Resultados de los estudios básicos para la estandarización de las técnicas de monitoreo.

Tabla 1. Métodos estandarizados en Cuba para la evaluación de la sensibilidad a los fungicidas.

Métodos <i>in vitro</i>	Métodos <i>in vivo</i>
Crecimiento de la colonia en medio líquido	Cotiledones
Medición del tamaño del tubo germinativo	Discos de hojas
Descarga de ascosporas	Hojas completas en placas
Crecimiento radial de la colonia	Plantas completas

SISTEMA DE MONITOREO IMPLEMENTADO EN CUBA

El sistema de monitoreo se desarrolla en el país desde el año 1985, liderado por el INISAV, a través del Servicio Nacional de la Sanidad Vegetal (Fig.2). Las unidades ejecutoras en cada una de las provincias son los Laboratorios Provinciales de Sanidad Vegetal, donde existe un

especialista que se ocupa de la aplicación de las diferentes metodologías, en dependencia de la existencia de importantes áreas de los cultivos objeto de acción.

A su vez, esos laboratorios son apoyados por los especialistas de Sanidad Vegetal de las Estaciones Territoriales, empresas, sector campesino, activistas etc., donde su función específica consiste en planificar y ejecutar los muestreos de campo, chequear la efectividad de las aplicaciones de los fungicidas, así como la implementación correcta de las estrategias de control nacionales y locales en el ámbito de Empresas Estatales, Sector cooperativo y privado de cada localidad.

Toda esta información, retroalimenta al sistema desde arriba, y contribuye al perfeccionamiento y desarrollo de nuevas técnicas de monitoreo, y al conocimiento de la evolución de las poblaciones en cuanto a la sensibilidad para su manejo eficiente.

El monitoreo se desarrolla actualmente (Tabla 2) en todas las áreas de producción de los cultivos de tabaco, papa, plátano, banano, y cítricos.

En la tabla 3 aparece la relación de las primeras detecciones de resistencia registradas en el país.

Fig. 2 Organigrama del Sistema de Monitoreo de Sensibilidad a los Fungicidas en Cuba.

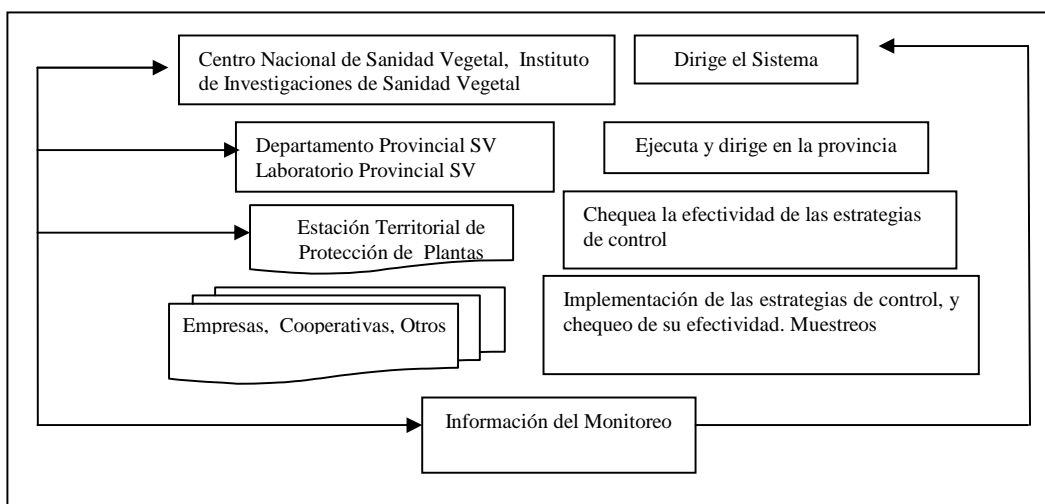


Tabla 2. Espectro de acción del Sistema de Monitoreo de la Resistencia a los fungicidas.

Cultivo	Patógeno	Fungicida o familia
Tabaco	<i>P. tabacina</i> <i>P. nicotianae</i>	Fenilaminas, Strobilurinas, Dimetomorf, Iprovalicarb
Papa	<i>P. infestans</i> <i>A. solani</i>	Fenilaminas, Strobilurinas, Dimetomorf, Iprovalicarb, Triazoles
Hortalizas	<i>Alternaria spp</i> <i>Phytophthora spp</i>	Fenilaminas, Strobilurinas, Dimetomorf, Iprovalicarb, Triazoles
Banano y plátano	<i>M. fijiensis</i> <i>M. musícola</i>	Triazoles, Benzimidazoles, Morfolinas
Cítricos post-cosecha	<i>Penicillium spp</i> <i>L. theobromae</i>	Thiabendazol Imazalil

Tabla 3. Detección en campo de fungo -resistencia en Cuba.

Fecha detección	Fungicida	No. años de Introducido	Cultivo- Patógeno	Referencia
1982	Benomyl	7	Banano- <i>M. musícola</i>	Pérez et al. (1985)
1983	Metalaxyl	3	Tabaco- <i>P. tabacina</i>	Muiño et al. (1990)
1983	Metalaxyl	3	Tabaco- <i>P. nicotianae</i>	Muiño et al. (1990)
1984	Benomyl	8	Cítricos- <i>M. citri</i>	Muiño et al. (1995)
1994	Metalaxyl	14	Papa- <i>P. infestans</i>	Muiño, (1997)

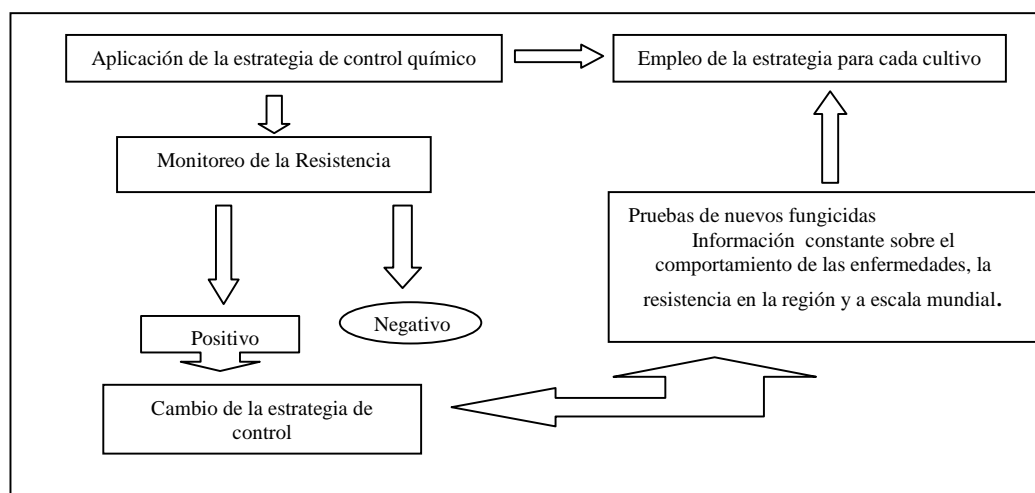
MODELO DE MANEJO DE LA RESISTENCIA.

El elemento principal (Fig.3) lo constituye el monitoreo de todas las áreas de los cultivos de importancia económica, el cual está relacionado directamente con la estrategia de control químico a emplear de acuerdo a la determinación de la presencia o no de resistencia en las poblaciones de campo sometidas a tratamientos con fungicidas sistémicos.

Los elementos de este modelo están en estrecha relación con otras medidas no químicas, tales como las fitotécnicas, de cuarentena, uso de variedades resistentes, pronóstico, etc. encaminadas a reducir el potencial de inóculo como factor que influye en el desarrollo de la resistencia.

Consecuentemente forma parte de este modelo la estrategia de uso de los fungicidas, la cual se modifica y enriquece a partir del conocimiento de nuevos elementos teórico - prácticos del tema y la respuesta en la práctica.

Fig. 3. Modelo de Manejo de la Resistencia.



ESTUDIO DE CASOS:

I. Resistencia a las fenilamidas

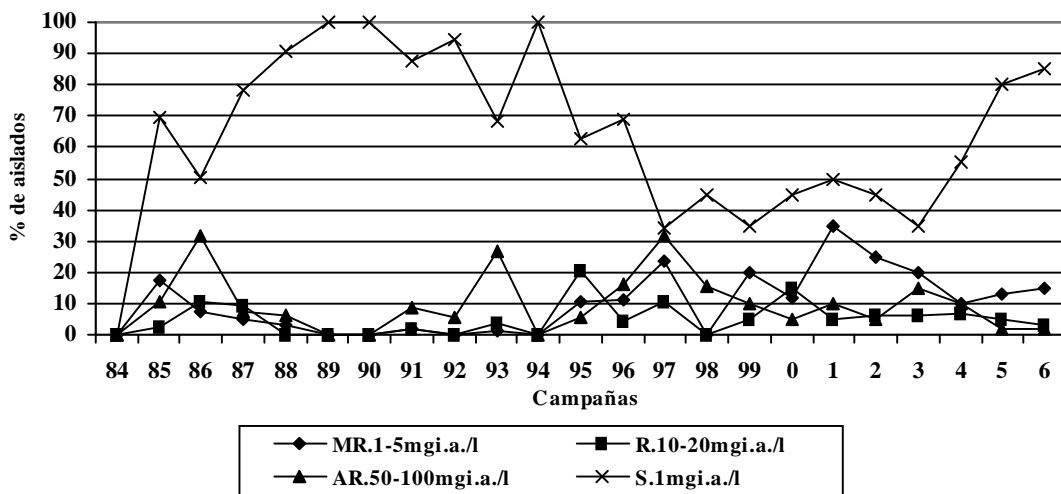
1. *Peronospora tabacina* (moho azul del tabaco)

En Cuba apareció por primera vez el moho azul en 1958, ocasión en que provocó grandes pérdidas (Pandiello, 1958), reapareció en 1979 ocasionando pérdidas económicas de 343 700 000 (Batista, 1989) y a partir de esta fecha se presenta sistemáticamente en todas las regiones

tabacaleras, lo cual le confiere un carácter endémico. En 1978 se introdujo el fungicida sistémico metalaxyl, el cual demostró alta eficacia contra *P. tabacina* (O'Brien, 1982). En Cuba se iniciaron los tratamientos a partir de 1980, pero después de 4 años, en diciembre de 1984, se produjeron ataques intensos que no pudieron ser combatidos con las aplicaciones usuales del fungicida y se demostró resistencia del patógeno.

En las figuras 4 y 5 se muestra la evolución de las poblaciones resistentes al metalaxyl y las sensibles, así como su relación con las condiciones climáticas ocurridas durante las campañas tabacaleras. Con la evaluación sistemática de la sensibilidad y la toma de decisiones oportuna en cuanto a la estrategia de manejo de los fungicidas, no se han registrado pérdidas económicas al cultivo por desarrollo incontrolable de la enfermedad. En cuanto al uso del metalaxyl, éste se ha restringido a las áreas que demuestran sensibilidad y se aplica un tratamiento como máximo en el ciclo del cultivo. Conjuntamente se aplicó el sistema de pronóstico, el cual permitió la realización de tratamientos con ditiocarbamatos a partir de señales de acuerdo a las condiciones existentes de humedad relativa, temperatura y lluvias.

Fig.4: Frecuencia de aparición de aislados resistentes de *P. hyoscyami* f. *sp. tabacina* al metalaxyl.



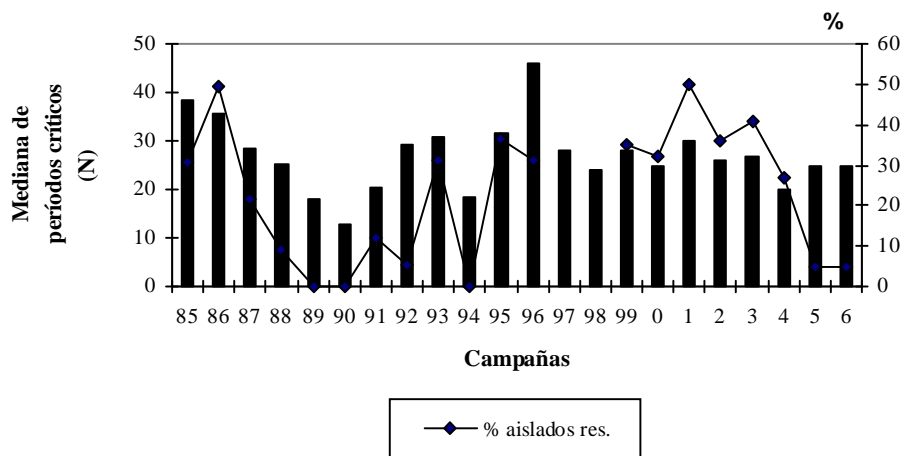


Fig.5: Comportamiento medio de períodos críticos registrados para el moho azul e incidencia de la resistencia.

2. *Phytophthora nicotianae* (Breda de Haan). Pata prieta en el tabaco.

Es la segunda enfermedad en importancia en el cultivo, después del moho azul. Esta enfermedad es muy difícil de combatir, debido a que el hongo sobrevive en el suelo por largo tiempo, por lo tanto requiere necesariamente de la combinación de diferentes prácticas culturales, o sea, sistemas de lucha que incluyan además medidas agrotécnicas, desinfección del suelo, combinados con el uso de metalaxyl.

En Cuba para su control se establecieron a partir de 1980 los tratamientos con metalaxyl con la aparición del moho azul, ya que éste ha demostrado ser efectivo también contra *P. nicotianae* (Schwinn, 1981; Instructivo técnico, 1983). Pero después de 3 años, a finales de 1983, se observaron las primeras afectaciones importantes en el cultivo, especialmente en semilleros de la provincia de Pinar del Río, por lo que se inició el monitoreo de resistencia y se demostró la presencia de cepas altamente resistentes.

En la fig. 7 se muestra el comportamiento de la resistencia en las 3 provincias del país donde existe el problema. Después de la aparición de la resistencia en Pinar del Río, ocurrió en la provincia La Habana en 1984 y posteriormente en la provincia Villa Clara en 1987.

Con la introducción del propamocarb en combinación con el agente biológico *Trichoderma* spp se logró, la protección del cultivo en semilleros, y el saneamiento de los suelos de forma más acelerada. Actualmente están establecidas en condiciones de producción un conjunto de alternativas que forman parte de un sistema de manejo integrado de la pata prieta donde se ha demostrado la eficacia de *Trichoderma* spp con una reducción importante de los tratamientos químicos sin la necesidad de usar desinfectantes químicos lo cual ha permitido que la pata prieta en estos momentos no sea un problema de importancia para el cultivo.

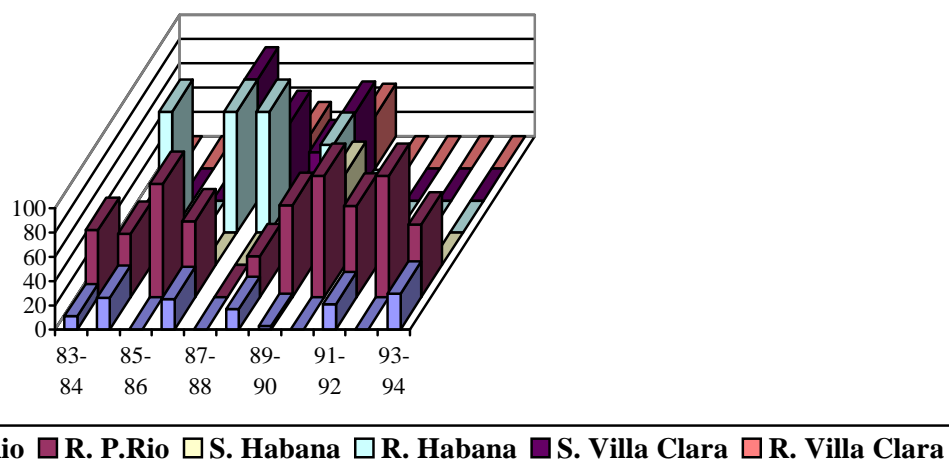


Fig. 7. Frecuencia de aparición de las poblaciones resistentes al metalaxyl de *P. nicotianae*.

3. *Phytophthora infestans* Mont De Bary (el tizón tardío de la papa)

En el año 1986 se iniciaron los trabajos de monitoreo de resistencia y se demostró una alta sensibilidad de los aislamientos estudiados al metalaxyl. Se determinaron los valores de DL_{50} y 95. Transcurrieron algunos años, en los cuales no se realizó el monitoreo puesto que fue un período prácticamente sin incidencia de la enfermedad. Sin embargo, en la campaña 1993-94 ocurrieron condiciones favorables y los primeros brotes de tizón tardío aparecieron el 2 y 3 de enero en forma de manchas aisladas que fueron controladas y erradicadas. Sin embargo en áreas de semilla de San José de las Lajas aparecieron brotes con carácter epidémico el día 2 de enero, posterior a un período verdaderamente crítico. A principios del mes de febrero se comenzó el monitoreo intensivo de todas las áreas afectadas de la provincia La Habana y los resultados confirmaron la presencia de poblaciones resistentes del hongo al metalaxyl, incluso en las primeras muestras analizadas. En un corto plazo de tiempo, alrededor de un mes, se confirmó la existencia de resistencia generalizada en la provincia, informándose los niveles más altos de resistencia al finalizar ese período.

Se confirmó en la campaña 1994-95 la existencia de aislamientos resistentes en la papa de semilla de importación. Desde un inicio se tomaron todas las medidas fitosanitarias que permitieron un control satisfactorio de la enfermedad a pesar de que se detectaron poblaciones resistentes.

A partir de 1998 hasta la campaña 2000/01 la incidencia de la enfermedad ha sido bastante limitada. Se aplicó una estrategia de control que concierne a otros fungicidas sistémicos con diferente mecanismo de acción tales como el dimetomorf, azoxystrobin e iprovalicarb conjuntamente con los fungicidas de contacto ditiocarbamatos, clorotalonil, folpet, acetato de trifenil estaño, etc. El metalaxyl se aplica de forma reducida solo un tratamiento en el ciclo del cultivo. Esta estrategia ha permitido reducir los niveles de infección y por tanto una protección satisfactoria del cultivo, con la consecuente obtención de altos rendimientos.

II. Resistencia a los benzimidazoles

1. *Mycosphaerella musicola* Leach ex Mulder (Sigatoka amarilla en bananos)

En Cuba se informó por primera vez resistencia en 1982 en la provincia de Ciego de Ávila por (Pérez et al., 1995), después de 7 años de tratamientos sistemáticos con benomyl.

Las zonas mayormente afectadas fueron Ciego de Ávila y Cienfuegos con niveles máximos de resistencia detectados de 1000 mg/l i.a. Se recurrió al estudio y empleo de nuevos ingredientes activos con diferente mecanismo de acción, en este caso, los inhibidores de la biosíntesis de ergosterol, así como un programa de manejo integrado de la enfermedad que permite reducir el número total de tratamientos por año y mantener bajos niveles de la enfermedad (Pérez, 1995).

2. *Mycosphaerella citri* Whiteside (Mancha grasienta en los cítricos)

La mancha grasienta está catalogada como una de las enfermedades fungosas más importantes que ataca a los cítricos (Whiteside, 1972). En Cuba se iniciaron los tratamientos sistemáticos basados en benomyl y metilthiofanato a partir de 1976, por su alta efectividad técnica, muy ventajosa ante los productos empleados tradicionalmente. Después de aproximadamente 8 años, se observó un aumento de los niveles de infestación y en 1984 se demostró por primera vez la resistencia de *M. citri* al benomyl en la provincia de Matanzas. A partir de esta fecha se incluyó también este cultivo dentro del sistema de monitoreo del país. Posteriormente se informó en la provincia de Cienfuegos.

Tabla 4. Localidades donde se ha detectado resistencia de *M. musícicola* y *M. citri* a los benzimidazoles.

Localidad	Hongo	Año de inicio de los tratamientos con benomyl	Estimado total de tratamientos con benomyl	Año en que se detectó la resistencia
Pinar del Río	<i>M. citri</i>	1980	18	1988
Matanzas	<i>M. musícicola</i>	1980	12	1984
	<i>M. citri</i>	1980	12	1984
Villa Clara	<i>M. musícicola</i>	1979	30	1989
Cienfuegos	<i>M. musícicola</i>	1979	59	1985
	<i>M. citri</i>	1980	15	1985
Ciego de Avila	<i>M. musícicola</i>	1977	48	1982
Holguín	<i>M. citri</i>	1983	6	1987
Granma	<i>M. musícicola</i>	1980	26	1988
S. de Cuba	<i>M. citri</i>	1980	18	1988
Isla de la Juv.	<i>M. citri</i>	1976	16	1984

3. *Penicillium digitatum*, *P. italicum* y *Lasiodiplodia theobromae*

En Cuba existen varios centros procesadores de frutos de cítricos destinados a la exportación y para consumo fresco o conservado, en estas condiciones, las pudriciones causadas por los hongos *Penicillium spp.* y *L. theobromae* disminuyen los rendimientos y calidad de la producción.

El thiabendazol es el fungicida que más ampliamente se emplea para el tratamiento y protección duradera de los frutos. El monitoreo de resistencia se realiza desde 1987 en todos los envasaderos de cítricos y cámaras refrigeradas para su almacenamiento. No se han presentado problemas de resistencia hasta la fecha, sólo se han encontrado unos pocos aislamientos resistentes que no repercuten en fallas en el control.

III. Sensibilidad a los Inhibidores de la Biosíntesis de Ergosterol (IBE):

1. *Mycosphaerella fijiensis* (Sigatoka negra) y *Mycosphaerella musícola* (Sigatoka amarilla) del banano.

El programa de manejo integrado de la Sigatoka negra en Cuba (Pérez, 1995) establece el control de la enfermedad en clones Cavendish susceptibles y en algunas áreas con plátano (AAB), en base a tratamientos con fungicidas que se realizan en dependencia de los aumentos de la velocidad de evolución de la enfermedad. Los productos utilizados por orden de eficacia son triazoles, benzimidazoles, morfolinás y carbamatos mezclados o en emulsiones con aceite mineral.

En 1985 se detectaron pérdidas en la sensibilidad a los triazoles sin existir problemas de control en el campo (Muiño et al.,1993). El monitoreo de resistencia se realizó en diferentes Empresas del país y además en lugares donde no se realizan tratamientos con fungicidas los resultados demostraron que el uso de los tratamientos de triazoles en bloques sin alternancia con otros ingredientes activos determinó la aparición de poblaciones resistentes a éstos en la ECV La Cuba durante 1996, lo cual determinó pérdida de eficacia en el campo. En la ECV. Quemados las poblaciones mostraron una buena sensibilidad a los triazoles tanto en 1995 como en 1996 (Pérez,).

IV. Monitoreo de la sensibilidad a nuevos grupos de fungicidas.

En el país se está desarrollando además el monitoreo de la sensibilidad a los nuevos fungicidas dimetomorf, iprovalicarb y azoxystrobín en los cultivos de tabaco y papa para los patógenos *P. tabacina* y *P. infestans*. Los valores de DL₅₀ promedio se encuentran en el orden de 0.01-0.03 mg i.a./l y la concentración mínima inhibitoria por debajo de 1 mg i.a./l , es decir las poblaciones de campo son sensibles a dichos compuestos.

Impacto económico y ambiental.

La evaluación sistemática de las poblaciones de los fitopatógenos, permite una temprana detección de los cambios de sensibilidad lo que posibilita variar la estrategia de control teniendo en cuenta los mecanismos de acción de los ingredientes activos antes de que se produzcan las pérdidas económicas. Se ha logrado, con la aplicación óptima de los fungicidas en los cultivos, mantener los residuos por debajo de los Límites Máximos de Residuos (LMR) en los productos agrícolas para el consumo humano, menor exposición de los trabajadores a sus efectos y menor riesgo al ambiente.

Bibliografía

- Batista, C. El Bloqueo y las compensaciones en las relaciones entre Cuba y Estados Unidos. CESEU. 5pp. Ciudad de la Habana, 1989.
- Brent J.K. Monitoring for fungicide resistance. Fungicide resistance in North America. Ed. by Charles J. Delp. pp 9-11, 1988. pp 24-32, 1982.
- Brent K.J. and D.W. Hollomon. Fungicide Resistance: The assessment of risk. FRAC Monograph No 2. Ed. GCPF (Brussels) 52pp., 1998
- Brent K.J. Fungicide Resistance in crop pathogens: How can it be managed?. FRAC Monograph No. 1. Ed. GCPF (Brussels) 48pp., 1995
- Chin K. , Arroyo T., Forster B. and C. Steden. Sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis* to demethylation- inhibitors in Central America: Testing methodology and cross resistance. Proceedings of XII Reunion ACORBAT. Oct. 28-1 Nov, 1996.

- DARP. Resistencia de las enfermedades a los productos fungicidas. Resumen del curso organizado por el Centro de Estudios del DARP de la Generalitat de Cataluña. Phytoma No. 62. Octubre 1994.
- Davidse L. Phenylamide fungicides: mechanism of action and resistance. Fungicide Resistance in North America. Ed. Charles I. Delp. pp. 63-71, 1988.
- Delp C.I. Coping with resistance to Plant Disease. Plant Disease Vol. 64 No. 7 pp. 652-657. 1980.
- FRAC Methods for monitoring fungicide resistance developed by the working groups of the Fungicide Resistance Action Committee (FRAC) of GIFAP. Bulletin OEPP Vol. 21 No. 2 pp. 291-354, 1991.
- FRAC Methods for monitoring, the sensitivity of fungal pathogens to phenylamide fungicides. Bulletin Vol. 22 No. 2 pp. 297-322, 1992.
- Fry W.E., S.B. Goodwin, A.T. Dyer, J.M. Matuzak, A.Drenth, P.W.Tooley, L.S. Sujkowski, Y.I. Koh, B.A. Cohen, L.J. Spielman, K.L. Deahl, D.A. Inglis and K.P. Sandlan. Historical and recent migrations of *Phytophthora infestans*, chronology, pathways and implications. Plant Dis pp. 653-661, 1993.
- Fry. E.W., S.B. Goodwin, J.M. Matuszak, L.J. Spielman and M.G. Milgroom. Population genetics and intercontinental migrations of *Phytophthora infestans*. Ann Rev. Phytopathol. 30 . 107-27, 1992.
- Georgopoulos S.G. Detection and measurement of fungicide resistance. Fungicide resistance in crop protection (Ed). J. Dekker and S.G. Georgopoulos pp. 1982.
- Georgopoulos S.G. Genetical and biochemical backgrounds of fungicide resistance. Fungicide resistance in crop protection pp. 46-52 (Ed) by J. Dekker and S.G. Georgopoulos. Wageningen. Pub. 265 pp, 1982.
- Gisi U. and OHL. Dynamics of pathogen resistance and selection through phenylamide fungicides. BCPC MONOGRAPH No. 60. Fungicide resistance pp. 139-146, 1994.
- Instructivo técnico para el cultivo del tabaco. Dirección Nacional de Tabaco MINAGRI. Ciudad de la Habana, **1983**.
- Lucas G.B. "The war against Blue Mold". Science vol. 210 p. 147-153, 1980.
- Muiño B.L., A. Pollanco, M. Iglesias, E.L. Martín, I. Díaz, Z. Camps, D. Nuñez y A. Jaens. Comportamiento de la resistencia de P. tabacina al metalaxyl en Cuba. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie Tabaco. Vol 13 No 2 pp. 47-58, 1990.
- Muiño B.L., L. Pérez y Marta M. Iglesias. Reducción de la sensibilidad de *Mycosphaerella musicola* al propiconazol en la Empresa La Cuba de Ciego de Avila 1993.
- Muiño B.L., Maria E. Morales y A. Jaens. Evidencias de resistencia al benomyl en *Mycosphaerella citri* W. en Matanzas. Fondo Manuscrito Nacional. Academia de Ciencias en Cuba. 10pp, 1995.
- Muiño, B.L. M.L. González y F. Rodríguez. Plaguicidas. Determinación de resistencia al Thiabendazol. *Penicillium spp.* y *Lasiodiplodia theobromae*. NRAG. Ministerio de la Agricultura. 1992.
- Muiño, B.L. Plaguicidas. Determinación de resistencia a Benomyl. *Mycosphaerella musicola* y *Mycosphaerella citri*. NRAG 897. Ministerio de la Agricultura, 1988.
- Muiño, B.L. Plaguicidas. Determinación de resistencia a metalaxyl. *Peronospora tabacina*. NRAG .Ministerio de la Agricultura. 1990.

- Muiño, B.L. Plaguicidas. *Mycosphaerella musicola*. Determinación de resistencia al propiconazol. NRAG. Ministerio de la Agricultura, 1990.
- Muiño, B.L., A .Polanco y V. Monteagudo. Plaguicidas. *Phytophthora infestans*. Determinación de resistencia a metalaxyl. NRAG. Ministerio de la Agricultura, 1990.
- Muiño, B.L., Isabel Díaz y A. Jaens. Evidencia de resistencia de *Phytophthora parasitica var nicotianae* en la provincia de Pinar del Río. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie Tabaco Vol.13 No.2 pp.57-59 1990.
- Muiño. B.L., F. Rodríguez, E.L. Martín. E. Parra y Julia Almandoz. Plaguicidas. Determinación resistencia a Iprodione. NRAG. Ministerio de la Agricultura. 1990.
- Niederhausen J.S. International cooperation in potato research and development. Annu. Rev. Phytopathol. 31: 1-24, 1993.
- O'Brien R. E. "Systemic chemicals for tobacco blue mold control". Plant Disease Reporter 62 (3): 277-279, 1979.
- Ogawa, J.M., Manji B.T., Heaton C.R., Petrie J and Sonoda R.M. Methods for detecting and monitoring the resistance of plant pathogens to chemicals. Pages 117-162 in Pest Resistance to Pesticides G.P. Georghion and T. Saito eds Plenum, Press, New York, 1979.
- Pandiello, C. Presencia del moho azul en la zona de Partido. Agrotecnia. enero-febrero 32-35 pp. La Habana, 1958.
- Pérez L. 1993. Manual para el Manejo Integrado de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola* Leach ex Mulder) en banano y plátano. FAO – INISAV - MINAGRI. 24 PP, 1996
- Pérez L. y Alicia Battle. Procedimiento de monitoreo para determinar la sensibilidad de *Mycosphaerella spp.* en bananos y plátanos a fungicidas inhibidores de la síntesis de ergosterol (IBE) y particularmente al propiconazol, otros triazoles y al tridemorph. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. MINAG. 1993.
- Pérez L. y F. Mauri. Un método simple para detectar resistencia al carbendazin. Ciencia y Técnica en la Agricultura (suplemento), 1981.
- Pérez L., Marta M. Iglesias y F. Mauri. Aparición de una raza resistente al benomyl de *Mycosphaerella musicola*, agente causal de la Sigatoka en el plátano. Agrotecnia de Cuba 17 (1): 79-88, 1985.
- Pérez, L. Las manchas de la hoja del banano y los plátanos causadas por *Mycosphaerella musicola* Leach et Mulder (Sigatoka), *M. fijiensis* (Morelet) (roya negra) y *M. fijiensis* Morelet var. *diiformis* Morelet y Stover (Sigatoka negra). Conferencia impartida en Curso Postgrado, INISAV, 1994.
- Plant Protection Bulletin. Detección y medición de la resistencia a los fungicidas. Principios generales. Método FAO No. 24-30, Vol. 30 No. 2 pp. 47-71, 1982.
- Schwinn F.I. "New development in chemical control of *Phytophthora*". Ciba Geigy pp. 327-334.
- Therrien et al. Mating type, nuclear DNA content, allozyme phenotype and metalaxyl sensitivity of *Phytophthora infestans* from Japan. *Phytophthora* Newsletter No. 17: 16, 1991.
- Todd, A.F.. "Flue cured tobacco". Producing a healthy crop. Parker graphics 350 pp, 1981.

- Turkensteen L.J. Partial resistance of tomatoes against *Phytophthora infestans*, the late blight fungus. Center for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen pp. 88, 1973.
- Whiteside, J.O. Epidemiología y control de la mancha grasienta, sarna y melanosis en plantaciones de cítricos. PNN Vol. 22 (2), 1976.
- Whiteside, J.O. Histopathology of citrus Greasy Spot and identification of the causal fungus. Phytol 62: 260-263, 1972.

ANEXO

Valores de DL₅₀ y DL₉₅ de diferentes ingredientes activos sobre especies de hongos fitopatógenos de importancia económica en Cuba

Hongo	Fungicida	DL ₅₀ (mg i.a./l)	DL ₉₅ (mg i.a./l)
<i>M. muscicola</i>	Bitertanol	0.018	0.1
<i>M. muscicola</i>	Metiltiofanato	0.15	0.84
<i>M. muscicola</i>	Propiconazol	0.009	0.015
<i>M. fijiensis</i>	Propiconazol	0.011	0.193
<i>M. citri</i>	Benomyl	0.20	0.47
<i>M. citri</i>	Metiltiofanato	0.20	0.52
<i>L. theobromae</i>	Thiabendazol	0.1	5.8
<i>L. theobromae</i>	Carbendazim	0.88	5.0
<i>P. digitatum</i>	Thiabendazol	1.5	4.5
<i>P. digitatum</i>	Carbendazim	0.51	3.5
<i>P. italicum</i>	Thiabendazol	1.6	4.7
<i>P. italicum</i>	Carbendazim	0.52	3.4
<i>P. infestans</i>	Metalaxyl	0.01	0.03
<i>P. nicotianae</i>	Metalaxyl	0.06	0.81
<i>P. tabacina</i>	Metalaxyl	0.1	0.4
<i>A. solani</i> (tomate)	Iprodione	0.62	3.64
<i>A. solani</i> (papa)	Iprodione	0.61	3.63
<i>A. porri</i> (ajo)	Iprodione	0.65	3.68
<i>A. porri</i> (cebolla)	Iprodione	0.48	3.12
<i>C. gloesporoides</i>	Benomyl	0.11	0.78
<i>P. infestans</i>	Azoxystrobin	0.14	0.89
<i>P. nicotianae</i>	Iprovalicarb	0.31	0.74
<i>P. infestans</i>	Iprovalicarb	0.26	1.14
<i>P. capsici</i>	Iprovalicarb	0.24	0.41
<i>Pythium spp</i>	Iprovalicarb	0.29	0.63
<i>P. tabacina</i>	Dimetomorf	0.01	0.06
<i>P. tabacina</i>	Clorotalonil	42.37	164.92
<i>P. tabacina</i>	Maneb	29.37	72.13
<i>P. tabacina</i>	Mancozeb	19.97	75.12
<i>P. tabacina</i>	Zineb	14.83	47.56
<i>P. nicotianae</i>	Dimetomorf	0.03	0.25
<i>P. nicotianae</i>	Benalaxyl	0.13	7.69
<i>F. moniliforme</i>	Triadimenol	1.91	--
<i>F. moniliforme</i>	Propiconazol	0.63	--
<i>F. moniliforme</i>	Difenoconazol	0.02	--
<i>F. moniliforme</i>	Tebuconazol	0.11	--
<i>F. moniliforme</i>	Hexaconazol	0.17	--
<i>F. moniliforme</i>	Hepoxiconazol	0.96	--
<i>Ch. paradoxa</i>	Triadimenol	0.66	--
<i>Ch. paradoxa</i>	Propiconazol	0.05	--
<i>Ch. paradoxa</i>	Difenoconazol	0.07	--
<i>Ch. paradoxa</i>	Tebuconazol	0.01	--
<i>Ch. paradoxa</i>	Hexaconazol	0.001	--
<i>Ch. paradoxa</i>	Hepoxiconazol	0.01	--
<i>Colletotrichum musae</i>	Triadimenol	1.14	--
<i>Colletotrichum musae</i>	Propiconazol	0.01	1.36
<i>Colletotrichum musae</i>	Difenoconazol	0.01	--
<i>Colletotrichum musae</i>	Tebuconazol	0.05	1.73

<i>Colletotrichum musae</i>	Hexaconazol	0.01	1.56
-----------------------------	-------------	------	------