

El biotipo B de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) adquiere mayor importancia en el Valle del Cauca

The B biotype of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) becomes more important in the Cauca Valley

ISAURA RODRÍGUEZ¹, HÉCTOR MORALES², JUAN MIGUEL BUENO³, CÉSAR CARDONA M.⁴

Revista Colombiana de Entomología 31 (1): 21-28 (2005)

Resumen. Para actualizar la información obtenida en el año 1997 sobre la composición de especies y biotipos de moscas blancas en cultivos anuales en el Valle del Cauca, se hizo un nuevo reconocimiento en 37 localidades de 23 municipios del departamento. Se tomaron muestras de adultos y pupas en once cultivos. Por observación de las características morfológicas de las pupas se hizo la diferenciación entre las especies *Bemisia tabaci* (Gennadius) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). La reconfirmación de la identidad de especies y la diferenciación entre los biotipos A y B de *B. tabaci* se realizó por medio de polimorfismo en ADN amplificado al azar (RAPD-PCR). *T. vaporariorum*, predominante en 1997 con 73% de las muestras, ocupa ahora un lugar secundario con apenas 22,7% de las muestras. El biotipo A de *B. tabaci* (en 1997 con 15,5% de las muestras) no fue encontrado en ninguno de los muestreos realizados en 2002-2003. Por el contrario, la incidencia del biotipo B se incrementó de 11,5% en 1997 a 62,6% en 2003. Su mayor presencia se evidenció además por la común ocurrencia de desórdenes fisiológicos como la maduración desuniforme en frutos de tomate, el plateado de las hojas del zapallo y la clorosis de pecíolos y vainas en habichuela, que no habían sido señalados en el departamento. Habichuela, soya, pimentón, batata y uva fueron registrados como nuevos hospedantes del biotipo B. En 14,6% de las muestras se halló mezcla de biotipo B y *T. vaporariorum*. El biotipo B mostró altos niveles de resistencia a insecticidas convencionales y susceptibilidad a insecticidas novedosos (neonicotinoides y reguladores de crecimiento). Se discute la importancia que estos cambios en la composición de especies y biotipos de moscas blancas pueden tener para la agricultura de la región.

Palabras clave: Moscas blancas. Especies. Biotipos. RAPD-PCR. Hospedantes. Resistencia a insecticidas.

Summary. To update information on whitefly species composition and occurrence of whitefly biotypes affecting annual crops in the Cauca Valley of Colombia, a new survey was conducted in 2002-2003. Thirty-seven sites in 23 different locations were visited. Adult and pupal samples were taken from 11 crops. Differentiation between the species *Bemisia tabaci* (Gennadius) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) was based on morphological characteristics of the pupae. Reconfirmation of species identity and differentiation between biotypes A and B was done by means of random amplified polymorphic DNA (RAPD's-PCR analysis). *T. vaporariorum*, the predominant species in 1997 (present in 73% of the samples), now occupies a secondary place detected in only 22,7% of the samples. The Biotype A of *B. tabaci* (15,5% of the samples in 1997) was not found in any samples taken in 2002-2003. On the contrary, the incidence of the B biotype increased from 11,5% in 1997 to 62,6% in 2003. Increased incidence of the B biotype was also evidenced by the common occurrence of such physiological disorders as irregular ripening of tomatoes, silver-leaf symptoms on squash and pod chlorosis on snap beans. These disorders had not been recorded in the Cauca Valley before. Snap beans, soybeans, pepper, sweet potato, and grapes were recorded as new host plants for the B biotype. A mix of *T. vaporariorum* and biotype B was found in 14,6% of the samples. The B biotype showed high levels of resistance to conventional insecticides and susceptibility to novel insecticides (neonicotinoids and insect growth regulators). The importance that these changes in species composition and biotypes of whitefly have to the region's agriculture are discussed.

Key words: Whiteflies. Species. Biotypes. RAPD-PCR. Host plants. Insecticide resistance.

Introducción

Una de las especies de mosca blanca que ha sido más estudiada en los últimos años es *Bemisia tabaci* (Gennadius), debido a su amplia distribución geográfica, gran número de hospedantes afectados y la marcada capacidad de transmitir virus (Na-

ranjo y Ellsworth 2001). En 1991, ataques severos de *B. tabaci* sobre alfalfa, brócoli, algodón, tomate y papa en Estados Unidos causaron pérdidas cercanas a 500 millones de dólares (Perring *et al.* 1993). Por medio de estudios detallados se encontró que los ataques severos se debían a la presencia de una variante de la especie deno-

minada biotipo B de *B. tabaci* (raza Florida, raza Poinsettia, o *B. argentifolii* Bellows & Perring), forma totalmente diferente de la *B. tabaci* nativa (raza California, raza algodón, biotipo A) (Perring 1996). Morfológicamente no se pueden distinguir los dos biotipos de *B. tabaci*; sin embargo, existen algunas características biológicas

¹ Autor para correspondencia: Asistente de investigación, Entomología, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Km 17 Recta Cali-Palmira, Cali. Tel: 4450000 ext 3382, Fax: 4450073 e-mail: i.rodriguez@cgiar.org

² Técnico, Entomología, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali.

³ Asistente de investigación, Entomología, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali.

⁴ Entomólogo, Programa de Fríjol, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali.

que los diferencian: el biotipo B presenta mayor rango de hospedantes, ataca en mayores densidades de población y presenta mayor capacidad para adquirir resistencia a los insecticidas que el biotipo A (Cahill *et al.* 1996). Además de estos aspectos, el biotipo B induce desórdenes fisiológicos en tomate (maduración desuniforme de los frutos) y cucurbitáceas (plaqueado de las hojas) que no son inducidos por el biotipo A (Perring 2001). Una identificación más precisa se puede hacer a nivel bioquímico y molecular, por medio de esterases no específicas y polimorfismo en ADN amplificado al azar (RAPD) respectivamente, ya que los dos biotipos presentan patrones de bandas que permiten diferenciarlos y determinar la presencia de cualquiera de ellos en un cultivo o región determinada (Perring 2001).

En Colombia, Quintero *et al.* (1998) registraron mediante pruebas bioquímicas y moleculares la presencia del biotipo B de *B. tabaci* en poblaciones de moscas blancas colectadas en la costa Atlántica durante 1995, que habían causado pérdidas considerables en algodón debido a la excesiva excreción de melaza y en tomate por la maduración desuniforme de los frutos. A partir de este primer registro, se realizó un muestreo de moscas blancas en cultivos semestrales de Colombia y Ecuador, donde por medio de la técnica de RAPD se identificó a *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) como especie dominante en el trópico alto y valles interandinos de los dos países sobre cultivos de frijón, habichuela, tomate y papa, ubicados entre 600 y 2.830 msnm. El biotipo B de *B. tabaci* se encontró en el trópico bajo entre 0 y 890 msnm desde Córdoba hasta la Guajira en Colombia. En el Ecuador el biotipo B fue la única especie identificada en la costa. Los hospedantes registrados para el biotipo B fueron ahuyama, berenjena, algodón, col, melón, frijón lima, pepino, sandía, tomate y tabaco. El biotipo A sólo se halló en los departamentos de Córdoba, Sucre, Valle del Cauca y Huila sobre berenjena, tomate, tabaco, soya, brócoli y poinsettia entre 50 y 1.350 msnm (Quintero *et al.* 2001). Para complementar el diagnóstico, se realizaron estudios de resistencia a insecticidas por medio de la técnica de viales impregnados sobre adultos de moscas blancas en varias regiones de los dos países (Cardona *et al.* 2001). Las poblaciones de *T. vaporariorum* fueron susceptibles a metomil, medianamente resistentes a cipermetrina y muy resistentes a metamidofos, mientras que las poblaciones del biotipo B de la costa Atlántica mostraron altos niveles de resistencia a metomil y a metamidofos en la mayoría de los sitios; tan sólo tres localidades presentaron niveles de resistencia intermedia a cipermetrina. Estos resultados confirman los registros de resistencia a organofosforados, carbamatos y piretroides que han mostrado poblaciones de biotipo B en algunas regiones del mundo (Elbert y Nauen 2000; Palumbo *et al.* 2001).

Para el caso específico del Valle del Cauca, Rodríguez y Cardona (2001) diagnosticaron la problemática de moscas blancas sobre cultivos semestrales en 15 municipios hortícolas del departamento durante 1997 y 1998, por medio de identificaciones morfológicas (cuarto instar ninfal), electroforesis de α - β esterases y RAPD's. *T. vaporariorum* fue la especie dominante (73% del total de las muestras tomadas) en tomate, tabaco, pepino, habichuela, zapallo, berenjena, frijón, repollo, cilantro, pimentón, arveja, col y geranio en un intervalo de altitud entre 828 y 2.040 msnm. El biotipo A de *B. tabaci* se encontró en segundo lugar con 15,5% de los casos. Como hospederos para el biotipo A se registraron los cultivos de soya, tabaco, poinsettia y algodón en intervalo de altura de 850 a 950 msnm. El biotipo B ocurrió en la menor proporción del muestreo (11,5% de las muestras) sobre plantas ornamentales de poinsettia, dalia y maní forrajero mantenidos bajo cubierta entre 963 y 995 msnm. Este biotipo también fue hallado a 1.200 y 1.700 msnm sobre plantas de poinsettia importadas de los Estados Unidos y mantenidas en ambiente artificial.

La presencia del biotipo B en el Valle del Cauca detectada en 1997 no tuvo mayores repercusiones iniciales en el sector hortícola del departamento. Sin embargo, como consecuencia de un período prolongado de sequía durante el 2002, en septiembre del mismo año algunos agricultores de municipios como Pradera, El Cerrito, Guacarí y Roldanillo observaron poblaciones excesivas de mosca blanca, ataques más agresivos en diversos hospedantes y desórdenes en la maduración de los frutos de tomate (síntoma denominado "arco iris" por los cultivadores). Estas situaciones no se habían manifestado en años anteriores en el departamento y causaron pérdidas considerables a la producción. Simultáneamente, en habichuela se detectó la ocurrencia de un desorden fisiológico (clorosis de peciolas y vainas), sintomatología asociada a la presencia del biotipo B en Egipto (Hassan y Sayed 1999), además de síntomas típicos de un begomovirus nuevo transmitidos por *B. tabaci*. Surgió entonces la necesidad de actualizar la información sobre la presen-

cia de especies de moscas blancas en las principales regiones hortícolas, con el fin de confirmar la posible presencia del biotipo B de *B. tabaci* y determinar si había cambios en la composición de especies. Además, como los agricultores incrementaron el control químico como principal estrategia de manejo, y como las moscas blancas tienen gran capacidad de adquirir resistencia a insecticidas (Denholm *et al.* 1996; Palumbo *et al.* 2001), se vio la necesidad de hacer evaluaciones de resistencia a algunos productos en adultos y ninfas en aquellas zonas en las cuales predominaba el biotipo B.

Materiales y Métodos

Identificación de especies

El área de muestreo se dividió en cinco zonas: norte, centro-norte, centro, centro-sur y sur. Se colectaron 123 muestras en 22 municipios del Valle del Cauca y uno del norte del Cauca (Tabla 1). Las visitas se realizaron entre julio de 2002 y julio de 2003. Para cada muestra se registraron los datos de altitud sobre el nivel del mar, el nombre de la planta hospedante y observaciones correspondientes a la presencia de síntomas característicos de la presencia del biotipo B en hospederos específicos.

Para la identificación morfológica se colectaron en cajas de petri hojas infestadas con pupas de moscas blancas, que fueron revisadas bajo estereoscopio en el laboratorio. Las especies se clasificaron utilizando las características registradas en la clave de campo para inmaduros de moscas blancas de Centro América (Caballero 1994). Los adultos fueron colectados con aspiradores bucales y se conservaron en etanol al 70% hasta el momento de la identificación molecular, la cual partió de la extracción de ADN de insectos individuales según el método descrito por Quintero *et al.* (1998). El ADN de todas las muestras se amplificó por medio de RAPD's con el cebador OPA-04. Se utilizaron como testigos los biotipos A y B de *B. tabaci* criados sobre *Phaseolus vulgaris* L. (var. ICA Pijao) a 23°C y 70% HR y *T. vaporariorum* criado sobre el mismo hospedante a 21°C y 80% HR. La comparación con los testigos de las colonias permitió la identificación de las

Tabla 1. Relación de muestras biológicas colectadas en cinco zonas del Valle del Cauca durante los años 2002 y 2003

Zona ¹	Municipios visitados	Intervalo de altura sobre el nivel del mar (m)	Número de muestras coleccionadas
1	Roldanillo, El Dovio, La Unión, Trujillo, Ricaute, Toro y Bolívar	850 - 1.460	37
2	Buga, Tuluá y Bugalagrande	963 - 1.030	15
3	La Cumbre, Vijes, Restrepo, Yumbo y Darién	980 - 1.591	13
4	Ginebra, Guacarí y Cerrito	860 - 1.100	17
5	Palmira, Pradera, Candelaria, Jamundí y Puerto Tejada (Cauca)	860 - 1.628	41

¹ Zonas de muestreo: 1: Norte; 2: Centro-norte; 3: Centro; 4: Centro-sur; 5: Sur.

bandas polimórficas y, en consecuencia, de las especies de moscas blancas.

Medición de los niveles de resistencia a insecticidas

Con el propósito de evaluar el impacto causado por el incremento de aplicaciones de insecticidas debido a la presencia del biotipo B, se hicieron mediciones de resistencia a insecticidas en adultos y ninfas en aquellos sitios en los cuales se presentaron los mayores problemas con el biotipo B. En las evaluaciones para adultos se utilizaron las dosis diagnósticas para metamidofos (32 $\mu\text{g/vial}$), metomil (2,5 $\mu\text{g/vial}$), cipermetrina (500 $\mu\text{g/vial}$), monocrotofos (300 $\mu\text{g/vial}$), carbosulfan (100 $\mu\text{g/vial}$), cialotrina (500 $\mu\text{g/vial}$), bifentrin (5 $\mu\text{g/vial}$), imidacloprid (40 ppm) y tiametoxam (200 ppm) establecidas en trabajos anteriores (CIAT 2001; Rodríguez *et al.* 2003). Para ninfas de primer instar, se evaluaron las dosis diagnósticas establecidas por Rodríguez *et al.* (2003) para buprofezin (16 ppm), diafenthiuron (300 ppm) e imidacloprid (300 ppm). Se visitaron tres municipios del Valle del Cauca: Rozo, Santa Helena y La Unión, donde se había encontrado al biotipo B como especie dominante y donde ocurre alto uso de insecticidas para el control de moscas blancas. Se hicieron dos mediciones de resistencia para adultos (semestres 2002B y 2003B) y una para ninfas (2002B).

Las evaluaciones de resistencia de adultos a insecticidas tradicionales (organofosforados, carbamatos y piretroides) se hicieron en campo mediante la técnica de viales impregnados con la dosis diagnóstica de cada producto (Rodríguez *et al.* 2003). Los individuos colectados directamente de las plantas en cada zona visitada se introdujeron en los viales. Seis horas después se registró el número de individuos vivos y muertos en cada vial con el fin de calcular el porcentaje de mortalidad. Se utilizaron como controles viales tratados con acetona pura. Para los insecticidas sistémicos (imidacloprid y tiametoxam) se colectaron hojas infestadas con pupas, que fueron llevadas a cuartos de cría del CIAT para esperar la emergencia de adultos. Cuando los adultos así obtenidos tenían cinco días de edad, fueron utilizados en pruebas de resistencia por el método de inmersión de peciolas (Rodríguez *et al.* 2003), que consiste en sumergir peciolas de frijol de la variedad 'ICA Pijao' por 16 h en soluciones acuosas de las dosis seleccionadas para cada producto, de tal manera que el insecticida sea absorbido por los peciolas y luego trasladado a las hojas. Posteriormente, se cortaron discos de follaje de 5 cm de diámetro, que se colocaron sobre agar noble en cajas de Petri. Como testigos se utilizaron peciolas sumergidos en agua destilada. El tiempo de exposición a los insecticidas fue de 48 h. Tanto en las pruebas con viales como en las de inmersión de peciolas se registró el número de individuos vivos y muertos en cada repetición. En los dos tipos de prue-

ba se usó un diseño de bloques completos al azar con diez (10) repeticiones por dosis de cada insecticida y 20 adultos por repetición, para un total de 200 individuos evaluados por dosis de producto.

Para medir la resistencia en ninfas, se levantaron crías de cada raza a partir de hojas infestadas con pupas, colectadas en cultivos afectados en cada una de las zonas visitadas. Los adultos emergidos de las pupas se mantuvieron en plantas de frijol variedad 'ICA Pijao', bajo las mismas condiciones ambientales (23°C, 70% HR) a las cuales se crió la raza susceptible. Se estableció una población de ninfas de primer instar de cada raza que fuera suficiente para las pruebas, mediante la confinación por 24 h de 10 adultos de siete días de edad en jaulas pinza sobre trifolios de frijol. Se esperaron por lo menos 10 días para que ocurriera la eclosión de los huevos. Como en cada jaula ocurren números variables de ninfas, se marcó el área de ubicación de ellas y se contó el número de individuos por repetición así obtenidos. Los trifolios con ninfas se trataron con las dosis seleccionadas de cada uno de los insecticidas por inmersión de follaje durante 5 s (Rodríguez *et al.* 2003). Como tratamiento control para corrección de mortalidad, se usaron trifolios infestados con ninfas inmersos en agua destilada. Luego de 26 días se contó el número de exuvias (emergencia de adultos) en el área demarcada de cada repetición. La diferencia entre el número inicial de ninfas y el número de exuvias por repetición, constituye una medida de supervivencia y se usó para calcular el porcentaje de mortalidad obtenido con cada dosis. Se usó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones por dosis diagnóstica de cada producto.

En todos los casos (adultos y ninfas), la mortalidad se corrigió por la fórmula de Abbott (Busvine 1971) y no se aceptaron pruebas con porcentajes de mortalidad en los testigos superiores al 10%. Todos los datos se sometieron a análisis de varianza previa transformación a arco seno de la raíz cuadrada de la proporción. En el trabajo se presentan las medias sin transformación. Cuando la prueba de *F* fue significativa, se hizo la separación de medias por Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% (STATISTIX 1998) con el propósito de comparar las respuestas de las razas de campo con respecto a la respuesta de la raza susceptible de biotipo B mantenida en CIAT.

Para identificar posibles cambios en los niveles de resistencia en poblaciones de adultos a través del tiempo, las mortalidades obtenidas en la primera medición de resistencia (2002B) con cada raza, en cada sitio, fueron comparadas con las mortalidades obtenidas en la segunda medición (2003B). La comparación se hizo mediante el análisis de los datos en un diseño de parcelas divididas; las mediciones periódicas de resistencia constituyeron las prue-

celas mayores y las razas fueron las parcelas menores. Se hizo separación de medias por DMS al 5% (STATISTIX 1998).

La interpretación de los datos de mortalidad corregida se hizo mediante la siguiente escala arbitraria para clasificar la resistencia o susceptibilidad de las poblaciones: 0-50% de mortalidad, resistencia; 50-80%, resistencia intermedia; > 80%, susceptibilidad (Cardona *et al.* 2001; Rodríguez *et al.* 2003).

Resultados y Discusión

Identificación de especies

De las 123 muestras colectadas, 108 (87,8%) fueron identificadas por morfología de pupas. *T. vaporariorum* y *B. tabaci* fueron identificadas como las dos especies de moscas blancas predominantes en la zona. Estas dos especies han sido reconocidas por la mayoría de autores como plagas causantes de grandes pérdidas económicas en distintos cultivos.

De las técnicas de identificación de moscas blancas disponibles, la técnica de RAPD es una de las más adecuadas, porque es rápida y permite distinguir con precisión diferencias entre los fragmentos de ADN de los dos biotipos de *B. tabaci* (Ferring 2001). Otra de las ventajas que posee esta técnica, es el manejo fácil de las muestras en campo sin necesidad de refrigerar (Quintero *et al.* 2001). Como lo han señalado diversos autores, el uso del cebador OPA-04 en el presente trabajo también reveló un alto grado de polimorfismo entre *T. vaporariorum* y los biotipos A y B de *B. tabaci* (Gawel y Bartlett 1993; Quintero *et al.* 1998, 2001) (Fig. 1). Hubo 100% de coincidencia entre las identificaciones morfológicas y las moleculares.

Después de identificar todas las muestras de moscas blancas coleccionadas, se analizó la distribución geográfica del biotipo B en el Valle del Cauca. El insecto aumentó drásticamente su presencia en el departamento; pasó de ocurrir en tres municipios (Yumbo, Cali y Palmira) a presentarse en 19 localidades desde el norte hasta el sur del Valle, incluyendo Puerto Tejada en el norte del Cauca (Fig. 2). A diferencia de los resultados de los muestreos realizados por Rodríguez y Cardona (2001), el biotipo B siempre fue encontrado a campo abierto causando daños considerables en cultivos de tomate, habichuela y algodón. Se trata entonces de un insecto de mucha agresividad, que se ha dispersado rápidamente por la geografía del Valle del Cauca con una gran capacidad de daño en cultivos de mucha importancia económica para la región. Los resultados presentados aquí, constituyen una alerta para el sector agropecuario del departamento y servirán como fuente de información para futuras caracterizaciones sobre la situación de moscas blancas en el Valle del Cauca. Esta situación fue similar a la ocurrida a finales de 1994 en la costa Atlántica colombiana, donde el biotipo B causó daños severos

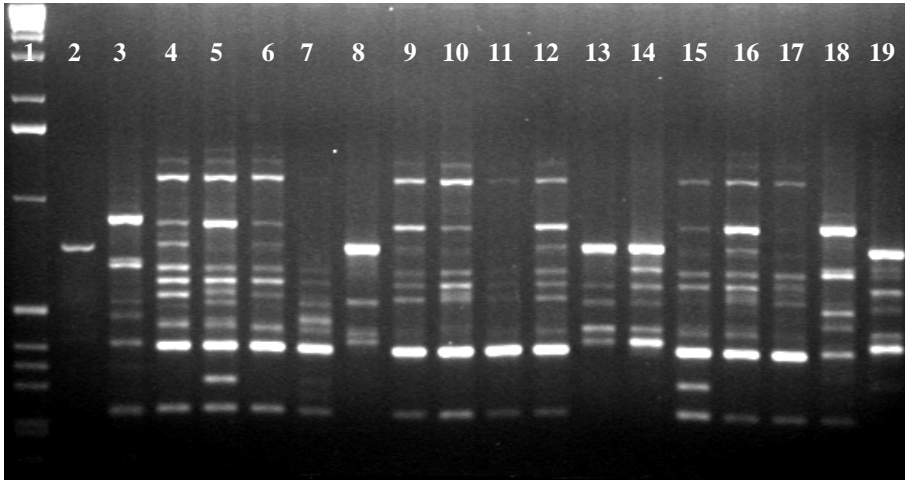


Figura 1. Amplificación del cebador OPA-04 en adultos del biotipo B de *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* colectados sobre tres hospedantes en el municipio de Pradera. 1, Marcador (1Kb); 2-4, testigos de *T. vaporariorum* y los biotipos A y B de *B. tabaci*, respectivamente; 5-7, biotipo B de *B. tabaci* (habichuela); 8, *T. vaporariorum* (habichuela); 9-12, biotipo B de *B. tabaci* (zapallo); 13-14, *T. vaporariorum* (tomate); 15-16, biotipo B de *B. tabaci* (tomate); 17-19, testigos de los biotipos B y A de *B. tabaci* y *T. vaporariorum*, respectivamente.

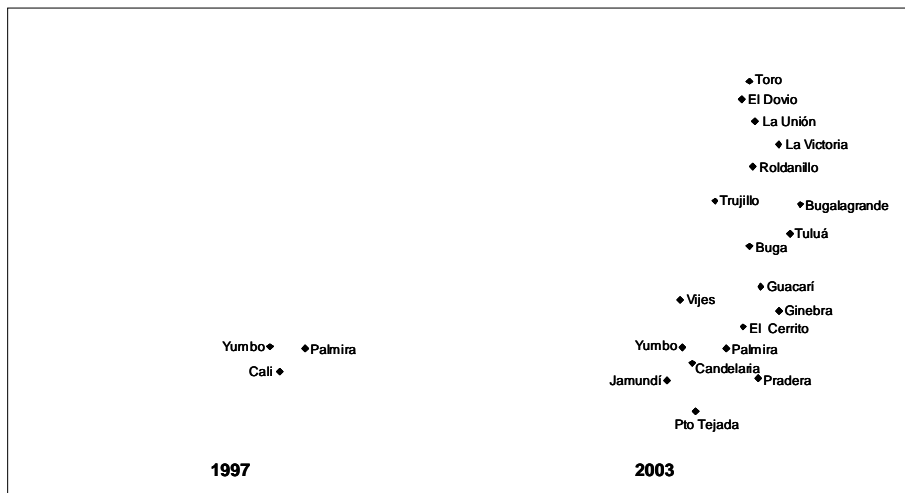


Figura 2. Distribución comparada del Biotipo B de *B. tabaci* en el Valle del Cauca durante los muestreos realizados en los años 1997 y 2003.

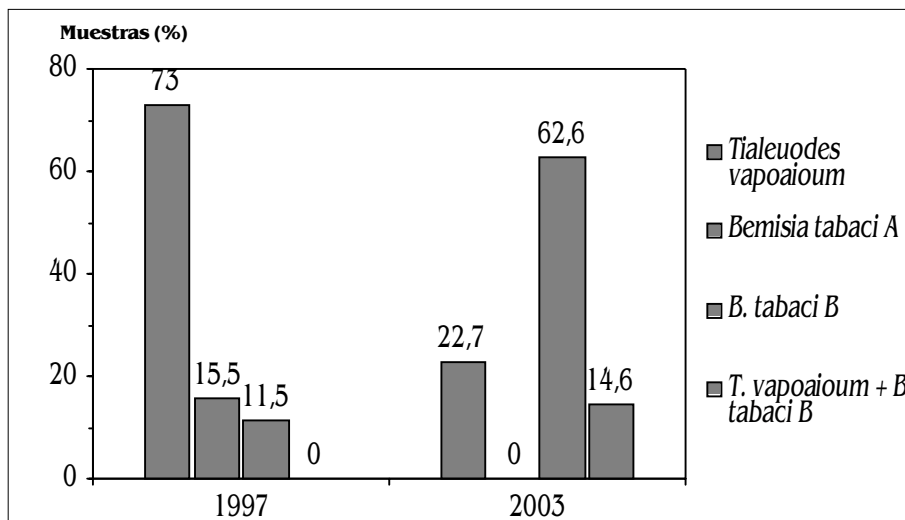


Figura 3. Composición de especies de moscas blancas en el Valle del Cauca durante los muestreos realizados en 1997 y 2003.

en cultivos de algodón y tomate (Quintero *et al.* 1998).

En el análisis de la composición de especies de moscas blancas, el biotipo B de *B. tabaci* es la especie predominante porque constituyó el 62,6% de las muestras procesadas. *T. vaporariorum* por su parte se encontró en el 22,7% de las muestras tomadas. El 14,6% restante correspondió a muestras que presentaban mezcla de individuos de *T. vaporariorum* y el biotipo B de *B. tabaci*. No se halló ninguna evidencia de la presencia del biotipo A en el muestreo. Al hacer la comparación de la composición de especies entre 1997 y 2003, se observa un fenómeno de desplazamiento por parte del biotipo B de *B. tabaci* con respecto a *T. vaporariorum* y al biotipo A (Fig. 3). Este resultado confirma los registros de Quintero *et al.* (2001), sobre la presencia masiva del biotipo B en la costa Atlántica colombiana y la costa del Ecuador. La distribución del biotipo A quedó limitada a unos cuantos departamentos (Córdoba, Sucre, Valle del Cauca y Huila). De otra parte, el hecho de hallar a *T. vaporariorum* compartiendo hospederos con el biotipo B de *B. tabaci*, confirma los resultados de Quintero *et al.* (2001) quienes hallaron en el mismo nicho ecológico a las dos especies en los departamentos de Valle del Cauca, Huila y Tolima.

Con respecto a la distribución altitudinal de las especies de moscas blancas, se encontró a *T. vaporariorum* desde 963 msnm (recta Cali-Palmira, tomate) hasta 1.628 msnm (Pradera, habichuela). Esta distribución concuerda con la registrada en años anteriores (Rodríguez y Cardona 2001; Quintero *et al.* 2001). El biotipo A de *B. tabaci* no fue encontrado. El biotipo B se registró desde 850 msnm (Roldanillo, tomate) hasta 1.030 msnm (Buga, habichuela). Por su parte, la combinación *T. vaporariorum* - biotipo B se halló desde 860 msnm (Cerrito, tomate) hasta 1.147 msnm (Pradera, habichuela) lo cual sugiere que el biotipo B ha ampliado su rango de adaptación ecológica al sobrepasar los 995 msnm, altura máxima a la cual se había registrado este insecto en Colombia (Rodríguez y Cardona 2001). Esto es explicable por la facilidad de adaptación a nuevos hábitats que posee el insecto, hecho que sumado a las movilizaciones de material vegetal infestado que hace el hombre, favorece la aparición, adaptación y diseminación de especies de moscas blancas en lugares donde generalmente no podrían desarrollarse (Byrne *et al.* 1990; Perring 2001).

El biotipo B de *B. tabaci* ha pasado de atacar tres cultivos de importancia menor en una zona restringida del departamento del Valle, a afectar 14 especies de plantas de mucho mayor importancia económica tales como algodón, habichuela, tomate, melón, tabaco y soya (Tabla 2). Por primera vez se registraron como hospedantes reproductivos del biotipo B los cultivos de habichuela, soya, pimentón, batata y uva.

En algunos de los cultivos, el biotipo B estaba asociado con *T. vaporariorum* (Tabla 2), mezcla que no había sido registrada anteriormente en Colombia.

Además de las identificaciones morfológicas y moleculares que permitieron registrar la presencia del biotipo B en el Valle del Cauca, se observaron desórdenes fisiológicos característicos causados por este biotipo tales como la maduración desuniforme de los frutos de tomate y el plateado de las hojas de zapallo. Es importante

destacar que la presencia de estas sintomatologías son indicativas de la presencia de biotipo B en una nueva área geográfica (Perring 2001).

En habichuela (hortaliza de importancia económica en el departamento), se registra por primera vez la aparición de un desorden fisiológico caracterizado por la decoloración de los tejidos jóvenes y las vainas de la planta; esta sintomatología es ocasionada por el daño que originan poblaciones altas del biotipo B en el culti-

vo (Fig. 4). Este desorden (conocido en inglés como "chlorotic pod"), fue asociado a la presencia del biotipo B en cultivos de habichuela en Egipto (Hassan y Sayed 1999). La situación en el departamento del Valle se complicó además, con la aparición de síntomas de una enfermedad causada por un nuevo begomovirus transmitido por el biotipo B en habichuela, al cual Morales *et al.* (2002) denominaron Virus del arrugamiento foliar del frijol. Las plantas afectadas por este virus muestran arrugamiento foliar severo y amarillamiento moderado (Fig. 5). Estos begomovirus son capaces de atacar gran cantidad de especies cultivadas, debido a que son transmitidos de malezas a cultivos por adultos y ninfas de *B. tabaci* (Morales 2001). La alta incidencia de begomovirus en las plantaciones de habichuela revela el gran potencial epidemiológico que estos virus transmitidos por *B. tabaci* han demostrado poseer en otras regiones tropicales y subtropicales del mundo (Morales *et al.* 2002). Los resultados del presente estudio para el cultivo de habichuela, originaron el desarrollo de investigaciones encaminadas a la búsqueda de fuentes de resistencia al begomovirus por parte del CIAT, como alternativa de manejo para el problema diseminado en las regiones horticolas del departamento, ya que a pesar de que existen fuentes de resistencia a begomovirus en frijol común, éstas no han sido usadas para mejorar variedades de habichuela que satisfagan las características agronómicas y de calidad que demandan los productores del Valle del Cauca (Morales *et al.* 2002).

Medición periódica de los niveles de resistencia a insecticidas en adultos

Los porcentajes de mortalidad corregida obtenidos con metamidofos en los tres sitios de estudio fueron inferiores al 50% y

Tabla 2. Principales cultivos afectados por moscas blancas en muestreos hechos en el Valle del Cauca en los años 1997 y 2003

Especie de mosca blanca	Hospedantes	
	1997 ¹	2003
Biotipo B de <i>Bemisia tabaci</i>	Poinsettia Dalia Maní forrajero	Habichuela Tomate Frijol Pepino Melón Soya Algodón Pimentón Calabaza Zapallo Tabaco Batata Berenjena Uva
<i>Trialeurodes vaporariorum</i> y biotipo B de <i>Bemisia tabaci</i>		Berenjena Tomate Pepino Habichuela Frijol Zapallo Girasol

¹Tomado de: Rodríguez y Cardona (2001).



Figura 4. Vainas de habichuela sanas (a) y afectadas por clorosis inducida por el biotipo B de *Bemisia tabaci* (b).



Figura 5. Síntomas causados por un nuevo begomovirus (Virus del arrugamiento foliar del frijol) transmitido por el biotipo B de *Bemisia tabaci* en habichuela.

difirieron significativamente del porcentaje de mortalidad en la raza susceptible 'CIAT'. En el 2003, el nivel de resistencia a este organofosforado en Rozo aumentó significativamente con respecto al 2002 (Tabla 3). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Cardona *et al.* (2001), quienes detectaron altos niveles de resistencia a metamidofos en todas las razas de biotipo B evaluadas en la costa Atlántica. Se registraron niveles de resistencia altos a monocrotofos en la Unión e intermedios en Rozo. La raza de Santa Helena exhibió resistencia intermedia (50-80% de mortalidad corregida) a este ingrediente activo. Los niveles de resistencia a organofosforados son frecuentes en razas de *T. vaporariorum* y *B. tabaci* debido al excesivo uso de este grupo químico por parte de los agricultores en el departamento (Rodríguez y Cardona, 2001; Rodríguez, *et al.* 2003).

La raza de La Unión presentó resistencia intermedia a metomil en tanto que la de Rozo, a pesar de haber sido catalogada como susceptible en las dos mediciones de resistencia, manifestó disminución significativa en la susceptibilidad en el 2003. Para Santa Helena, la respuesta a metomil fue de resistencia intermedia en la primera medición y de susceptibilidad en la segunda (Tabla 3). La resistencia del biotipo B a metomil también fue encontrada en varias razas de Córdoba, Atlántico y Sucre por Cardona *et al.* (2001) y confirma la mayor capacidad de este biotipo para tolerar el carbamato en comparación con *T. vaporariorum*, especie que es muy susceptible a metomil en diversas regiones de Colombia y el Valle del Cauca (Cardona *et al.* 2001; Rodríguez *et al.* 2003). En las evaluaciones de resistencia con carbofuran se detectó resistencia alta en Santa Helena y La Unión e intermedia en Rozo. Con carbosulfan, en la primera medición Rozo y Santa Helena fueron tan susceptibles como la raza 'CIAT', durante la segunda evaluación las poblaciones mostraron aumentos significativos en su nivel de tolerancia a este producto y pasaron a ser medianamente resistentes. La Unión mostró resistencia a carbosulfan en las dos evaluaciones (Tabla 3). De acuerdo con los resultados de Rodríguez *et al.* (2003), carbosulfan era uno de los productos eficientes para el control de moscas blancas en zonas como Rozo; la eficiencia se explicaba por la presencia de poblaciones de *T. vaporariorum* susceptibles a ese producto; no obstante, la mayor incidencia del biotipo B en esta región, hace que el insecticida aparezca ahora como poco efectivo para el control de adultos.

Se encontraron altos niveles de resistencia a cipermetrina en Rozo e intermedios en La Unión. Hubo una disminución significativa en la susceptibilidad a este piretroide en la raza de Santa Helena durante la evaluación realizada en el 2003 (Tabla 3). La resistencia a cipermetrina también ocurre en razas de biotipo B de Sucre y Córdoba (Cardona *et al.* 2001). Para el

Tabla 3. Respuesta de adultos de tres razas de campo de *Bemisia tabaci* biotipo B a diez insecticidas en tres zonas del Valle del Cauca durante dos mediciones periódicas de resistencia. Las dosis diagnóstico de imidacloprid y tiametoxam se probaron bajo condiciones controladas siguiendo la metodología descrita por Rodríguez *et al.* (2003); las demás, en condiciones de campo usando viales impregnados con los respectivos insecticidas

Razas ¹	Mortalidad corregida (%)			
	2002B	2003B	2002B	2003B
	metamidofos (32 µg /vial)		monocrotofos (300 µg/vial)	
'CIAT'	93,9 a A ²	94,4 a A	94,8 a A	95,3 a A
Rozo	32,1 b A	18,2 b B	74,7 b A	68,4 b A
Santa Helena	16,8 bc A	17,8 b A	54,4 c A	46,1 c A
La Unión	11,2 c B	22,3 b A	26,1 d A	30,2 d A
	metomil (2,5 µg/vial)		carbofuran (5 µg/vial)	
'CIAT'	100,0 a A	97,4 a A	96,0 a A	93,9 a A
Rozo	99,4 a A	85,0 ab B	64,8 b A	53,1 b A
Santa Helena	78,1 b A	87,1 b A	24,6 c B	42,1 b A
La Unión	65,1 c A	78,4 b A	21,6 c B	44,0 b A
	carbosulfan (100 µg/vial)		cipermetrina (500 µg/vial)	
'CIAT'	94,8 a A	93,4 a A	93,9 a A	93,4 a A
Rozo	88,7 a A	77,5 b B	48,3 c A	39,6 c A
Santa Helena	89,7 a A	70,7 b B	88,7 a A	71,2 b B
La Unión	47,4 b A	53,4 c A	68,5 b A	74,8 b A
	cialotrina (500 µg/vial)		bifentrin (5 µg/vial)	
'CIAT'	94,3 a A	91,2 a A	94,3 a A	96,4 a A
Rozo	81,0 b A	60,2 c B	28,8 b A	12,6 d B
Santa Helena	90,6 ab A	78,5 b A	25,2 b A	21,6 c A
La Unión	84,3 b A	84,5 ab A	36,7 b B	49,8 b A
	imidacloprid (40 ppm)		tiametoxam (200 ppm)	
'CIAT'	96,3 a A	97,9 a A	99,5 a A	98,9 a A
Rozo	81,9 b B	97,3 a A	97,3 a A	99,5 a A
Santa Helena	91,9 ab A	93,4 ab A	100,0 a A	96,4 a B
La Unión	87,4 b A	90,7 b A	97,9 a A	91,4 b B

- 1 El término 'CIAT' se refiere a una cría permanente de mosca blanca susceptible mantenida en CIAT
- 2 Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra minúscula no difieren significativamente al nivel de 5% (pruebas de DMS). Las medias dentro de una fila seguidas por la misma letra mayúscula, no difieren significativamente al 5% (Pruebas de DMS). Cada producto, en cada semestre, fue analizado por separado.

caso del Valle del Cauca, en los registros de Rodríguez *et al.* (2003) cuando la especie dominante en Santa Helena era *T. vaporariorum*, se había manifestado susceptibilidad y el producto figuraba como eficiente para el control de moscas blancas. Los resultados del presente trabajo sugieren que cuando ocurre un cambio en la composición de especies en una región determinada, el uso de este tipo de piretroides es poco efectivo para el control de adultos. La raza colectada en La Unión fue susceptible a cialotrina; las de Rozo y Santa Helena, catalogadas como susceptibles en el 2002, pasaron a ser medianamente resistentes al producto en el 2003. Todas las razas del biotipo B evaluadas con bifentrin presentaron diferencias significativas con respecto al testigo susceptible 'CIAT' y se clasificaron como resistentes al piretroide (Tabla 3).

Los cambios en la resistencia de adultos de biotipo B a insecticidas tradicionales (organofosforados, carbamatos y piretroides), están relacionados con el historial de exposición a insecticidas para el control de mosca blanca y otras plagas en las

regiones con mayor actividad agrícola en el departamento. Tal como lo registraron Rodríguez y Cardona (2001) y Rodríguez *et al.* (2003), La Unión, Rozo y Santa Helena son sitios donde los agricultores hacen aplicaciones de tipo calendario con insecticidas convencionales para el control de moscas blancas y otras plagas. Esto favorece el aumento de los niveles de resistencia a insecticidas de uso muy frecuente. Los resultados sugieren que la reciente introducción al Valle del Cauca del biotipo B significa que la agricultura del departamento ha sido invadida por una forma de mosca blanca cuyos adultos (Tabla 3), presentan altos niveles de resistencia a productos tradicionales como organofosforados, carbamatos y piretroides. Lo anterior concuerda con múltiples registros sobre la mayor habilidad del biotipo B de *B. tabaci* para adquirir resistencia a estos grupos de insecticidas (Dittrich *et al.* 1990; Cahill *et al.* 1996; Elbert y Nauen 2000).

Con las dosis diagnóstico de los neonicotinoides evaluados (imidacloprid y tiametoxam) se halló susceptibilidad en las

poblaciones de biotipo B colectadas en Rozo, Santa Helena y La Unión durante las mediciones de resistencia del 2002 y 2003 (Tabla 3). Este resultado y el registro de Rodríguez *et al.* (2003) para *T. vaporariorum*, confirman que el uso de insecticidas de nueva generación con modos de acción diferentes a los tradicionales, puede hacer parte de una estrategia de manejo de moscas blancas en la región. Teniendo en cuenta que de acuerdo con Rodríguez y Cardona (2001) el imidacloprid es uno de los insecticidas más utilizados por los agricultores, de continuar con el excesivo uso de este ingrediente activo, se podría aumentar la presión de selección de individuos resistentes y por lo tanto, disminuir su efectividad. Si estos productos no se manejan adecuadamente, se podrían presentar casos de resistencia del biotipo B de *B. tabaci* a neonicotinoides tal como ha ocurrido en España (Elbert y Nauen 2000), Israel y Estados Unidos (Palumbo *et al.* 2001).

Medición de los niveles de resistencia a insecticidas en ninfas

Los niveles de resistencia en adultos e inmaduros de moscas blancas son situaciones totalmente distintas y si se quiere hacer un estudio completo, es necesario medir la respuesta de los diferentes estados de desarrollo del insecto a insecticidas (Denholm *et al.* 1996). La mortalidad de ninfas con buprofezin en todas los sitios estudiados fue mayor del 80%, lo cual permite clasificar esta reacción como susceptible. Aunque la raza de Rozo fue la única que difirió significativamente del testigo 'CIAT', sigue siendo susceptible (Tabla 4). No hubo diferencias significativas entre los porcentajes de mortalidad de las razas de biotipo B de campo y la raza susceptible 'CIAT' con diafentiuron, lo que demuestra que aún no se ha desarrollado resistencia a este regulador de crecimiento. Aunque hubo diferencias significativas entre las mortalidades de las poblaciones de campo y la raza susceptible, no se puede decir que existen niveles de resistencia a imidacloprid porque los porcentajes de

mortalidad obtenidos con la dosis diagnóstica de este producto fueron superiores al 89% (Tabla 4).

Los resultados del presente trabajo para inmaduros son similares a los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2003) cuando la especie dominante en Rozo, Santa Helena y La Unión era *T. vaporariorum*, hecho que demuestra la efectividad de los productos de nueva generación para el manejo de cualquiera de las dos especies de mosca blanca en una región determinada. Sin embargo, teniendo en cuenta la frecuencia de uso de este tipo de ingredientes, la susceptibilidad podría disminuir y se crearían problemas de resistencia. Un ejemplo es la resistencia del biotipo B de *B. tabaci* a buprofezin en España (Elbert y Nauen 2000), Israel y los Países Bajos (Palumbo *et al.* 2001).

La identificación de moscas blancas mediante RAPDs, permitió establecer que el biotipo B de *B. tabaci* es hoy en día la especie de mosca blanca más importante en los principales cultivos semestrales en el Valle del Cauca. Esta información es fundamental para diseñar un plan de investigación encaminado a desarrollar programas de manejo integrado del insecto. Los niveles de resistencia a insecticidas informados en este trabajo, señalan que existe una problemática de moscas blancas difícil de manejar en las zonas más afectadas por el biotipo B en el departamento. También aportan información fundamental para el diseño de futuros planes de control químico del biotipo B, donde los insecticidas modernos (neonicotinoides y reguladores de crecimiento), juegan un papel fundamental. Estos ingredientes activos constituyen herramientas importantes para una alternativa química que, manejada adecuadamente en programas de rotación y aplicada con criterio a niveles de población cercanos a umbrales de acción, pueden hacer parte del paquete de manejo integrado de moscas blancas en zonas con ataques críticos del insecto tales como Rozo, Santa Helena y La Unión. La asociación de la presencia del biotipo B

con desórdenes fisiológicos y begomovirus, complica aun más la situación de cultivos como la habichuela, para el cual es necesario incluir la resistencia varietal al virus como pilar fundamental en el manejo integrado de la plaga, debido a la mayor importancia socio-económica que los begomovirus pueden cobrar en Colombia (Morales *et al.* 2002).

Literatura citada

BUSVINE, J. R. 1971. A critical review of the techniques for testing insecticides. Commonwealth Agricultural Bureaux. The Commonwealth Institute of Entomology, 56 Queens Gate, London. 345 p.

BYRNE, D. N.; BELLOWS, T. S.; PARRELLA, M. P. 1990. Whiteflies in agricultural systems. p. 227-261. En: Gerling, D (ed.). Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. Intercep Limited. Andover. UK. 348 p.

CABALLERO, R. 1994. Clave de campo para inmaduros de moscas blancas en Centroamérica (Homoptera: Aleyrodidae). Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de Protección Vegetal, Sección de Entomología. El Zamorano (Honduras). 4 p.

CAHILL, M.; GORMAN, K.; DAY, S.; DENHOLM, I. 1996. Baseline determination and detection of resistance to imidacloprid in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Bulletin of Entomological Research 86: 343-349.

CARDONA, C.; RENDÓN, F.; GARCÍA, J.; LÓPEZ-ÁVILA, A.; BUENO, J.; RAMÍREZ, J. 2001. Resistencia a insecticidas en *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. Revista Colombiana de Entomología 27 (1-2): 33-38.

CIAT. 2001. Annual Report IP-1. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p. 136.

DENHOLM, I.; CAHILL, M.; BYRNE, F. J.; DEVONSHIRE, A. L. 1996. Progress with documenting and combating insecticide resistance in *Bemisia*. p. 577-603. En: Gerling, D.; Mayer, R. (eds.). *Bemisia* 1995 Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management. Intercep Limited. Andover. UK. 407 p.

DITTRICH, V.; UK, S.; ERNST, H. 1990. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. p. 263-285. En: Gerling, D (ed.). Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. Intercep Limited. Andover. UK. 348 p.

ELBERT, A.; NAUEN, R. 2000. Resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in southern Spain with special reference to neonicotinoids. Pest Management Science 56 (1): 60-64.

GAWEL, N. J.; BARTLETT, A. C. 1993. Characterization of differences between whiteflies using RAPD-PCR. Insect Molecular Biology 2 (1): 33-38.

HASSAN, A.; SAYED, S. 1999. Chlorotic pod: a new physiological disorder of green-podded snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) associated with silverleaf whitefly infestations. Egyptian Journal of Horticulture 26 (2): 213-228.

Tabla 4. Respuesta de ninfas de *Bemisia tabaci* biotipo B a tres insecticidas en tres zonas del Valle del Cauca. Las dosis diagnóstica de cada insecticida se probaron bajo condiciones controladas siguiendo la metodología descrita por Rodríguez *et al.* (2003)

Razas ¹	Porcentaje de mortalidad corregida		
	buprofezin (16 ppm)	diafentiuron (300 ppm)	imidacloprid (300 ppm)
'CIAT'	98,4 a ²	100,0 a	91,1 b
Rozo	80,6 b	100,0 a	89,3 b
La Unión	100,0 a	98,2 a	100,0 a
Santa Helena	100,0 a	100,0 a	100,0 a
CV ³ :	14,6	2,5	12,2

1 El término 'CIAT' se refiere a una cría permanente de mosca blanca susceptible mantenida en CIAT

2 Las medias dentro de una columna seguidas por la misma letra no difieren significativamente al nivel de 5% (pruebas de DMS)

3 Coeficiente de Variación.

- MORALES, F. 2001. Conventional breeding for resistance to *Bemisia tabaci*-transmitted geminiviruses. *Crop Protection* 20 (9): 825-834.
- MORALES, F.; MARTÍNEZ, A.; VELASCO, A. 2002. Nuevos brotes de begomovirus en Colombia. *Fitopatología Colombiana* 26 (1): 75-79.
- NARANJO, S.; ELLSWORTH, P. 2001. Special Issue: Changes and opportunities for pest management of *Bemisia tabaci* in the new century. *Crop Protection* 20 (9): 707.
- PALUMBO, J.; HOROWITZ, A.; PRABHAKER, N. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection* 20 (9): 739-765.
- PERRING, T. M. 1996. Biological differences of two species of *Bemisia* that contribute to adaptive advantage. p. 3-16. En: Gerling, D.; Mayer, R. (eds.). *Bemisia* 1995 Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management. Intercep Limited. Andover. UK. 407 p.
- PERRING, T. M. 2001. The *Bemisia tabaci* complex. *Crop Protection* 20 (9): 725 - 735.
- PERRING, T. M.; FARRAR, C. A.; BELLOW, T. S.; COOPER, A. D.; RODRÍGUEZ, R. J. 1993. Evidence for a new species of whitefly: URC findings and implications. *California Agriculture* 47: 7-8.
- QUINTERO, C.; CARDONA, C.; RAMÍREZ, D.; JIMÉNEZ, N. 1998. Primer registro del biotipo B de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 24 (1-2): 23-28.
- QUINTERO, C.; RENDÓN, F.; GARCÍA, J.; CARDONA, C.; LÓPEZ-ÁVILA, A.; HERNÁNDEZ, P. 2001. Especies y biotipos de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en cultivos semestrales de Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (1-2): 27-31.
- RODRÍGUEZ, I.; CARDONA C. 2001. Problemática de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) como plagas de cultivos semestrales en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (1-2): 21-26.
- RODRÍGUEZ, I.; MORALES, H.; CARDONA, C. 2003. Líneas base, dosis diagnóstico y medición periódica de resistencia a insecticidas en poblaciones de adultos e inmaduros de *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en el Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 29 (1): 21-27.
- STATISTIX. 1998. Analytical Software. Statistix for Windows. User's Manual. 333 p.

Recibido: Dic. 15/2003

Aceptado: Abr. 03/2004