

GEMINIVIRUS TRANSMITIDOS POR MOSCA BLANCA EN COLOMBIA

Francisco J. Morales, Claritza Muñoz, Mauricio Castaño y Ana Cecilia Velasco

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), A.A. 6713, Cali, Colombia.
Correo electrónico f.morales@cgiar.org

98323

RESUMEN

Los geminivirus transmitidos por la mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn., han causado pérdidas considerables de producción en varios cultivos de importancia socioeconómica en regiones tropicales y subtropicales del mundo entero, incluyendo la mayoría de los países de la América Latina. En Colombia, sin embargo, estos virus no se consideran patógenos de importancia económica para el sector agrícola. En esta investigación se presenta evidencia sobre la emergencia de varios geminivirus transmitidos por *B. tabaci* en cultivos de importancia socioeconómica, tales como frutales, frijol, melón, soya y tabaco, en diversas regiones de Colombia. También se demuestra la existencia de plantas silvestres que actúan como fuentes de geminivirus que infectan especies cultivadas. Finalmente, se llama la atención sobre las medidas de control preventivas que se deben adoptar en Colombia, para evitar la proliferación de la mosca blanca *B. tabaci* y los geminivirus que transmite a cultivos alimenticios e industriales. Los begomovirus detectados en frijol común son el *Virus del mosaico enano del frijol* y el *Virus del mosaico dorado amarillo del frijol*, reportados anteriormente en el país. Los nuevos begomovirus propuestos son: el virus de la deformación de la badea, el virus de la clorosis del melón, el virus del moteado amarillo de la soya, y el virus del arrugamiento foliar del tabaco.

Palabras clave: Begomovirus, badea, frijol, melón, soya, tabaco, *Bemisia tabaci*, *Virus del mosaico enano del frijol*, *Virus del mosaico dorado amarillo del frijol*, virus del arrugamiento foliar del tabaco, virus del moteado amarillo de la soya, virus de la clorosis del melón, virus de la deformación de la badea.

SUMMARY

Whitefly-transmitted geminiviruses are considered some of the most important pathogens of food and industrial crops in tropical and subtropical regions of the world, including most of the countries in Latin America. In Colombia, however, these viruses are not yet considered pathogens of economic importance for the agricultural sector. In this report, we describe the emergence of different geminiviruses transmitted by the whitefly *Bemisia tabaci* Genn. in various crops of socioeconomic importance, such as fruit crops, common bean, melon, soybean and tobacco, in different regions of Colombia. We also show that wild plants may harbor geminiviruses capable of infecting cultivated plant species. Finally, we discuss some control measures to prevent the proliferation of *B. tabaci* and geminiviruses in food and industrial crops in Colombia. The geminiviruses detected in common bean are *Bean dwarf mosaic virus* and *Bean golden yellow mosaic virus*, described earlier in Colombia. The viruses found in giant granadilla, melon, soybean and tobacco are new begomovirus species, tentatively named Giant granadilla malformation virus, Melon chlorosis virus, Soybean yellow mottle virus, and Tobacco leaf crumple viruses, respectively.

Key words: Begomovirus, common bean, giant granadilla, melon, soybean, tobacco, *Bemisia tabaci*, *Bean golden yellow mosaic virus*, *Bean dwarf mosaic virus*, Tobacco leaf crumple, Melon chlorosis virus, Soybean yellow mottle, Giant granadilla malformation virus.

INTRODUCCIÓN

Los geminivirus transmitidos por la mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius, son patógenos de gran importancia económica en cultivos alimenticios e industriales a nivel mundial. Taxonómicamente, estos geminivirus pertenecen al género *Begomovirus*, nombre derivado del virus representativo de este género, el *Bean golden mosaic virus* (van Regenmortel *et al.*, 2000). Debido al rango de adaptación climática del insecto vector, los begomovirus son patógenos importantes en regiones agrícolas tropicales y subtropicales, especialmente en la América Latina, África y sudeste Asiático (Brown, 1994). En la América Latina, los países más afectados han sido México, los países centroamericanos y caribeños, Venezuela, Argentina y Brasil (Morales y Anderson, 2001). Colombia había estado relativamente libre de problemas causados por begomovirus, pero en los últimos años se han observado ataques severos de estos patógenos en diversos cultivos de importancia socioeconómica para el país. Los primeros informes sobre la presencia de geminivirus transmitidos por mosca blanca en Colombia

aparecieron en 1975, cuando Gálvez *et al.* observaron plantas de frijol común afectadas por mosaico dorado y moteado clorótico (mosaico enano) en Espinal, Tolima. Estos dos enfermedades del frijol han sido también observadas esporádicamente en frijol común, particularmente en siembras experimentales realizadas en el Valle del Cauca, desde la segunda mitad de la década de los 1970s (Gálvez y Cárdenas, 1980; Morales y Castaño, información no publicada). En este informe se mencionan los principales casos de cultivos afectados por begomovirus en Colombia hasta la fecha, con el fin de adoptar medidas preventivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras procesadas para esta investigación consistían en tejido foliar de las siguientes especies vegetales cultivadas: badea (*Passiflora quadrangularis* L.), frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), melón (*Cucumis melo* L.), soya (*Glycine max* Merr.) y tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Estas muestras procedían de los departamentos de Córdoba,

Valle, Atlántico, Valle y Huila, respectivamente. Las muestras de badea fueron colectadas por N. Caballero y J. Simanca de la Universidad de Córdoba. Adicionalmente, se seleccionaron varias especies de plantas silvestres (*Desmodium uncinatum* (Jacquin) DeCandolle, y *Macroptilium lathyroides* (L.) Urban (Leguminosae); *Malva* sp. (Tourn.), *Malvastrum* sp. A. Gray., y *Sida rhombifolia* Linn. (Malvaceae); *Aspilia tenebrosa* S.F. Blake (Compositae), *Euphorbia prunifolia* Jacq. (Euphorbiaceae), *Melochia villosa* Fawcett & Rendle (Sterculiaceae), y *Pavonia* sp. Domb. ex Lam. (Boraginaceae), como fuente de inóculo. De estas especies se intentó transmitir los geminivirus causales al frijol común (var. Topcrop) y a algunas otras leguminosas cultivadas y silvestres (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh., *D. uncinatum*, *M. lathyroides*, *R. minima*, y *S. rhombifolia*), a través de la mosca blanca *B. tabaci* (Tabla 1).

Para las pruebas serológicas, las muestras de tejido foliar se procesaron mediante maceración en una solución salina de tampón fosfato (PBS), siguiendo el método de ELISA por captura de anticuerpo, descrito por

Tabla 1. Transmisión de geminivirus por la mosca blanca *Bemisia tabaci* de especies silvestres a especies leguminosas cultivadas y silvestres*

Especies inoculadas	Geminivirus de especies silvestres**									
	ATV	DUV	EPV	MLV	MSV	MtSV	MVV	PSV	RMV	SRV
<i>Cajanus cajan</i>		+		+					+	
<i>Desmodium uncinatum</i>		-							-	-
<i>Macroptilium lathyroides</i>			+	+		-			+	
<i>Phaseolus vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rhynchosia minima</i>		-		+	-		-	-	+	-
<i>Sida rhombifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

* + = Infección sistémica; - = sin infección; espacio en blanco = no probado ** ATV=*Aspilia tenella*; DUV=*Desmodium uncinatum*; EPV=*Euphorbia prunifolia*; MLV=*Macroptilium lathyroides*; MSV=*Malva* sp.; MtSV=*Malvastrum* sp.; MVV=*Melochia vilosa*; PSV=*Pavonia* sp.; RMV=*Rhynchosia minima*; SRV=*Sida rhombifolia*.

Cancino *et al.* (1995). Para estas pruebas se seleccionó el anticuerpo monoclonal 3F7 de amplio espectro, el cual detecta begomovirus originarios de las Américas (Cancino *et al.*, 1995).

Los aislamientos de virus provenientes de frijol, melón, soya y tabaco, se caracterizaron parcialmente a nivel molecular, utilizando la técnica de reacción en cadena mediada por polimerasa DNA (PCR). Para esta técnica, se utilizaron los cebadores PAL1V1978 y PAR1C715, los cuales amplifican un fragmento del genoma de los begomovirus que incluye parte del gen AC1 de la replicasa viral (Rep), la región común y parte del gen AV1 de la proteína de la cápside viral (Rojas y Gilbertson, 1993). Los productos de PCR se clonaron y caracterizaron a nivel de secuencia parcial, según métodos descritos anteriormente (Muñoz, 2000). El análisis de las secuencias obtenidas se realizó a través del Banco Mundial de Genes (Altschul *et al.*, 1997).

Las pruebas de transmisión biológica se realizaron con el biotipo A de la mosca blanca *B. tabaci*. Para esta prueba se utilizaron 10 individuos por planta, después de permitirles un período de alimentación en plantas enfermas de 48 hr, y un período de inoculación de igual duración en plantas libres de virus.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en las pruebas de ELISA confirmaron la presencia de enfermedades causadas por geminivirus transmitidos por *B. tabaci* en frijol (Figuras 1 y 2), melón (Figura 3), soya (Figura 4), tabaco (Figura 5) y badea (Figura 6). En las pruebas serológicas y/o biológicas realizadas con diferentes especies silvestres, se detectó la presencia de geminivirus en las leguminosas *D. uncinatum*, *M. lathyroides* y *R. minima*; en las malváceas *Malva* sp., *Malvastrum* sp. y *S.*

rhombifolia, y en *A. tenella*, *E. prunifolia*, *M. villosa*, y *Pavonia* sp. Todas estas especies silvestres actuaron como fuente de geminivirus para infectar frijol común. Adicionalmente, los geminivirus de *D. uncinatum*, *M. lathyroides* y *R. minima* se transmitieron mediante *B. tabaci* al guandú o guandul (*C. cajan*), otra leguminosa cultivada. La leguminosa *M. lathyroides* se comportó como una hospedera de diversos geminivirus provenientes de *E. prunifolia* (Euphorbiaceae), y *M. lathyroides* y *R. minima* (Leguminosae). El virus de la malvácea *S. rhombifolia* solo se transmitió a frijol común, además de a la misma especie.

Las investigaciones básicas sobre los begomovirus del frijol común en el Valle del Cauca (Morales *et al.*, 1990; Muñoz, 2000), revelan hasta el momento la presencia de los *Virus del mosaico enano del frijol* (*Bean dwarf mosaic virus* = BDMV) y *Virus del mosaico dorado amarillo del frijol* (*Bean golden yellow mosaic virus* = BGYMV). El geminivirus encontrado en melón en la Costa Atlántica, no guarda relación estrecha alguna a nivel de especie (homología igual o mayor del 90% a nivel de nucleótidos o aminoácidos dentro de la región amplificada) con ninguno de los begomovirus caracterizados a nivel molecular hasta el momento. El geminivirus de la soya encontrado en el Valle del Cauca, está relacionado estrechamente (> 95%) a nivel de la proteína de la cápside (AV1), pero solo moderadamente (< 85%) a nivel del gen de la replicasa (AC1) con un geminivirus aislado de repollo (*Cabbage leaf curl virus*) en Florida, Estados Unidos (Abouzid *et al.*, 1992). El geminivirus del tabaco es estrechamente relacionado a nivel de la cápside protéica (> 92%) con el *Virus del mosaico de la merremia* de Puerto Rico, y con el *Virus del mosaico dorado del tomate* (TGMV) de Brasil. Sin embargo, el nivel de homología en otras áreas del genoma está por debajo del umbral de especie (< 90%) con los geminivi-

rus analizados en esta investigación para genes diferentes al AV1.

A pesar de que los begomovirus en Colombia habían sido detectados en plantas cultivadas a mediados de los 1970s, Colombia había permanecido relativamente libre de problemas causados por este grupo de virus transmitidos por la mosca blanca *B. tabaci*. A finales de los 1970s, se presentaban ya ataques esporádicos de geminivirus en cultivos, como frijol común y soya, en presencia de hospederos de *B. tabaci* (como la soya y el algodón) y condiciones de baja precipitación, que favorecen el aumento de las poblaciones de este insecto vector. Los geminivirus encontrados en melón, soya y tabaco en Colombia, no han sido descritos en otros países, por lo que se propone los nombres de virus del arrugamiento foliar del tabaco, virus del moteado amarillo de la soya, y virus de la clorosis del melón, para estos nuevos patógenos. El ataque de geminivirus a badea, constituye el primer informe de este tipo, y, por consiguiente, se propone el nombre de virus de la malformación de la badea para este patógeno. Se espera continuar su caracterización en el futuro.

Los nuevos brotes de begomovirus registrados en los últimos años en Colombia, pueden estar asociados a la diversificación de los sistemas de cultivos, y al uso intensivo de pesticidas. La presencia de cultivos que son a la vez hospederos de *B. tabaci* y de begomovirus, facilita la dispersión de estos virus. El melón, la soya y el tabaco, son ejemplo de este tipo de cultivos afectados hoy en día por begomovirus en Colombia, donde la mosca blanca se puede reproducir abundantemente. El tomate es uno de los cultivos que más se han intensificado en la última década, y donde más se utilizan agroquímicos para el control de plagas, incluyendo la mosca blanca *B. tabaci*, la cual se reproduce también en este cultivo.

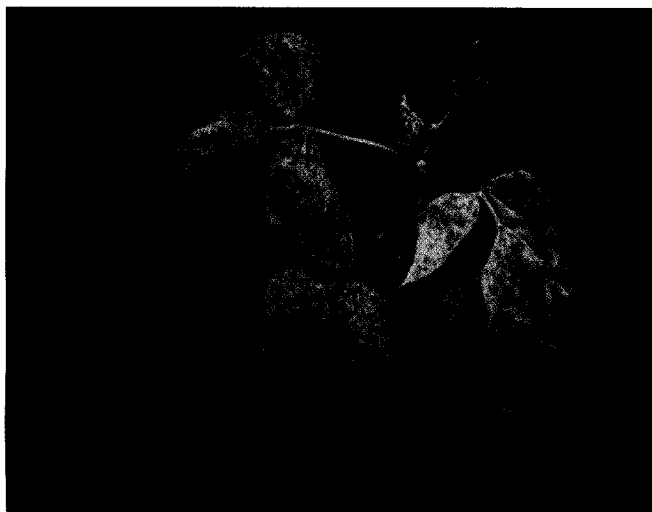


Figura 1. Mosaico dorado amarillo del frijol



Figura 2. Mosaico enano del frijol

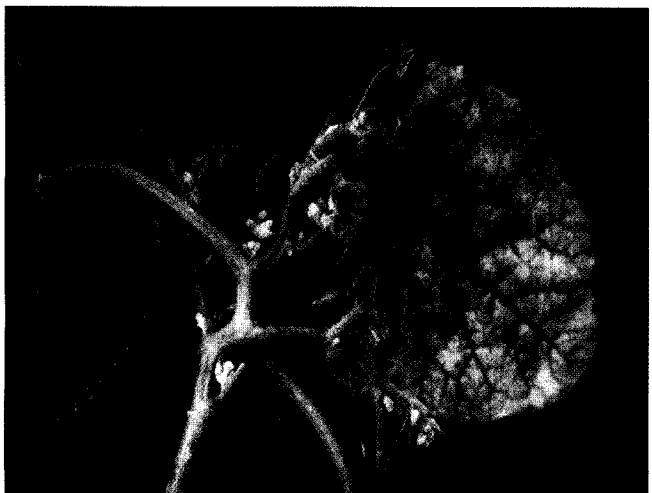


Figura 3. Clorosis del melón

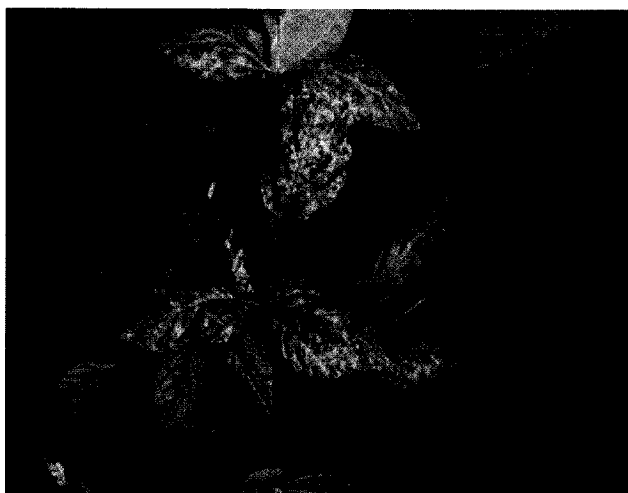


Figura 4. Moteado amarillo de la soya



Figura 5. Arrugamiento foliar del tabaco



Figura 1. Deformación de la badea

El problema de *B. tabaci* se ha incrementado notablemente en las zonas tomateras del norte de Colombia, donde se realiza un promedio de 20 aplicaciones de pesticidas a este cultivo (Bolaño, 1997). A pesar de que hasta ahora no se ha detectado un geminivirus afectando tomate en Colombia, se espera que este cultivo sea atacado por estos virus en un futuro próximo, de no tomarse medidas para reducir el uso de agroquímicos e implementar otras estrategias de control para combatir la mosca blanca. Otro factor que pudo haber influido notablemente en la emergencia de begomovirus en cultivos de importancia económica en Colombia, fue la aparición de un nuevo biotipo de *B. tabaci* en 1998 (Quintero *et al.*, 1998). El biotipo B de *B. tabaci* es más agresivo y polífago que el biotipo A original, y puede causar problemas fisiológicos, tales como el 'plateado' foliar en cucurbitáceas (Quintero *et al.*, 1998), y la 'maduración irregular' en tomate. Este último síntoma ha sido observado en la costa Atlántica por el autor principal.

Una de las medidas de control recomendadas, es evitar la siembra de cultivos susceptibles a mosca blanca y/o geminivirus durante las épocas secas del año, especialmente al inicio del verano, cuando las poblaciones de mosca blanca se incrementan. Es importante también proteger los semilleros en el caso de especies susceptibles que se trasplantan, utilizando una malla fina contra mosca blanca. La infección temprana de plantas susceptibles, resulta en las mayores pérdidas de producción. El control biológico de mosca blanca es posible, siempre y cuando se reduzca a un mínimo la aplicación de insecticidas que perjudican los depredadores naturales de *B. tabaci*. Existen también entomopatógenos producidos comercialmente, como *Beauveria bassiana* y *Verticillium lecanii*, que contribuyen a reducir las poblaciones de mosca blanca. Los insecticidas contra la mosca blanca, deben ser sistémicos y aplicados al momento de la siembra. Posteriormente, se recomienda el uso de insecticidas selectivos o de bajo impacto, como los insecticidas botánicos o jabones.

Es importante tomar ciertas medidas preventivas para evitar que los geminivirus transmitidos por la mosca blanca *B. tabaci* (begomovirus) alcancen una mayor incidencia en Colombia. Las zonas del país con

mayor riesgo de ataques por begomovirus, son aquellas que se encuentran a menos de 1,000 m de altura sobre el nivel del mar, y donde se presentan lluvias escasas o periodos de sequía prolongados, como la Costa Atlántica o valles secos interandinos. La presencia de cultivos donde la mosca blanca se reproduce adecuadamente, tales como el algodón, el tabaco, el melón, la soya y el tomate, aumentan la posibilidad de daño por mosca blanca y/o geminivirus. Las epidemias de estas plagas son más frecuentes en zonas donde se hace un uso indiscriminado y abusivo de agroquímicos, especialmente insecticidas.

La mosca blanca *B. tabaci* tiene muchas especies silvestres donde se puede reproducir, y en esta investigación se demostró que los begomovirus que infectan naturalmente algunas de estas especies, pueden transmitirse a especies cultivadas, como el frijol y el guandú. Este tipo de transmisión se facilita entre especies silvestres y cultivadas de la misma familia, pero también ocurre entre especies de diferentes familias, como se observó en esta investigación. Sin embargo, las especies silvestres raramente contribuyen a crear epidemias de begomovirus, por lo que los brotes de estos virus se asocian generalmente a hospederos de la mosca blanca cultivados extensivamente dentro del ecosistema afectado. Es en estas condiciones, y donde existe abuso de pesticidas y factores climáticos favorables a *B. tabaci*, que se pueden presentar epidemias de geminivirus transmitidos por la mosca en Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abouzid, A. M., Hiebert, E., y Strandberg, J. O. 1992. Cloning, identification and partial sequencing of the genome components of a geminivirus infecting the Brassicaceae. *Phytopathology* 82: 1070.
- Altschul, S.F., Thomas, L.M., Alejandro, A.S., Jinghui, Z., Zheng, Z., Web, M., y David, J.L. 1997. Gapped Blast and Psi-blast: a new generation of protein database search programs. *Nucleic Acid Research* 25:3389-3402.
- Bolaño, R.E. 1997. Determinación de niveles de daño económico de *Bemisia tabaci* en tomate en el norte del Cesar, Colombia. *Manejo Integrado de Plagas* 46:26-33.
- Brown, J.K. 1994. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. *FAO Plant Protection Bulletin* 42:3-32.
- Cancino, M., Abouzid, A.M., Morales, F.J., Purcell, D.E., Polston, J.E., y E. Hiebert. 1995. Generation and characterization of three monoclonal antibodies useful in detecting and distinguishing bean golden mosaic virus isolates. *Phytopathology* 85: 484-490.
- Gálvez, G.E., Castaño, M., y Belalcazar, S. 1975. Presencia de los virus del mosaico dorado y del moteado clorótico del frijol, en Colombia. *Ascolfi Informa* 1:3-4.
- Gálvez, G.E., y Cárdenas, M.R. 1980. Whitefly-transmitted viruses, pp. 261-289 En *Bean Production Problems*. H.F. Schwartz y G.E. Gálvez (Eds.). CIAT, Palmira, Colombia.
- Morales, F.J., Niessen, A., Ramirez, B., y Castaño, M. 1990. Isolation and partial characterization of a geminivirus causing bean dwarf mosaic. *Phytopathology* 80: 96-101.
- Morales, F.J., y Anderson, P.K. 2001. The emergence and dissemination of whitefly-transmitted geminiviruses in Latin America. *Archives of Virology* 146:415-441.
- Muñoz, C. 2000. Caracterización molecular de begomovirus en algunos cultivos de importancia socioeconómica en Colombia. Tesis, Universidad Católica de Manizales. 90 p.
- Quintero, C., Cardona, C., Ramirez, D., y Jimenez, N. 1998. Primer registro del biotipo B de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia. *revista Colombiana de Entomología* 24:23-28.
- Rojas, M., y Gilbertson, R. 1993. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. *Plant Disease* 4: 340-347.
- Van Regenmortel, M.H.V., Fauquet, C.M., Bishop, D.H.L., Carstens, E.B., Estes, M.K., Lemon, S.M., Maniloff, J., Mayo, M.A., McGeoch, D.J., Pringle, C.R., Wickner, R.B. 2000. Virus taxonomy: seventh report of the international committee on taxonomy of viruses. Academic Press, N.Y. 1162.

Reprinted with permission from ASCOLFI. Originally published in *Fitopatología Colombiana* 24(1-2):95-98, Copyright 2000.