

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS VIRUS DE *Musa*

PRESENT STATUS OF *Musa* VIRUSES

CARMEN RIVERA HERRERO. Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular y Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, crivera@sol.racsa.co.cr

Los virus son responsables de gran cantidad de enfermedades de plantas, las cuales producen importantes pérdidas económicas, estimadas en aproximadamente \$15 billones anuales (71). Se han descrito aproximadamente 950 virus de plantas y clasificado de acuerdo a sus propiedades en 47 grupos, hoy en día considerados géneros y reconocidos por el Comité Internacional de Taxonomía de Virus (74, 107).

Actualmente se conocen siete virus que infectan el género *Musa*: el virus de la copa racemosa del banano (*Banana bunchy top virus*, BBTV), el virus del mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus*, CMV), el virus del estriado del banano (*Banana streak virus*, BSV), el virus del mosaico de la bráctea del banano (*Banana bract mosaic virus*, BBrMV), el virus del mosaico leve del banano (*Banana mild mosaic virus*, BanMMV), el virus del mosaico del abacá (*Abaca mosaic virus*, AbaMV), y el virus de la muerte descendente del banano (*Banana die-back virus* BDBV). Los cuatro primeros son los causantes de las principales enfermedades virales de banano y plátano en el mundo.

El éxito de los virus como patógenos y la severidad de la enfermedad que producen están determinados por la interacción de las propiedades de la partícula viral, las propiedades de sus vectores, su ámbito de hospederas y la influencia del ambiente sobre ellas. Por lo tanto, la correcta caracterización e identificación de cada virus son indispensables para establecer medidas adecuadas para su control. A continuación se discuten las principales características biológicas y moleculares de los siete virus descritos en la literatura para *Musa*, su distribución y detección y algunas recomendaciones para su manejo.

***Banana bunchy top virus* (BBTV)**

Este virus produce la enfermedad más seria que afecta al banano en el mundo. En 1923 causó graves pérdidas económicas en Filipinas. En 1925 destruyó la industria bananera australiana, donde el total del área productiva se redujo entre el 90 y 95% (62). Al inicio de la década de los años 90, en Hawaii y en Pakistán se registraron pérdidas severas causadas por esta enfermedad (29, 51). La enfermedad fue descrita por primera vez en la Isla de Fidji en 1890 y desde entonces su presencia ha sido informada en numerosos países de África, en el sur y sureste de Asia, y en la Región del Pacífico. Hasta el momento no se ha informado la presencia del BBTV en ningún país de América Latina, ni en El Caribe, sin embargo el áfido vector está presente. En el Cuadro 1 se muestran los países donde se ha informado el BBTV con su primera referencia.

Cuadro 1. Distribución geográfica del BBTV y su primera referencia.

Países	Ref.	Países	Ref.	Países	Ref.
Pacífico		Asia		Africa	
Australia*	62	China*	24	Burundi*	88
Fidji*	62	India*	66	República Africa Central	24
Guam	4	Indonesia*	95	Congo*	112
Hawaii*	25	Japón: Islas Bonin, Okinawa*	32 54	República Democrática del Congo	69
Kiribati	89	Malasia*	47	Egipto*	62
Samoa Americana	67	Pakistán*	51	Gabón*	69
Samoa Occidental*	67	Filipinas*	13	Malawi	56
Tonga*	67	Sri Lanka*	8	Ruanda*	88
Tuvalu	10	Taiwán*	96		
Islas Walis	90	Vietnam*	106		

Modificada de Jones 1999.

*El BBTV fue detectado usando “enzyme-linked immunosorbent assay” (ELISA) o la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

El BBTV pertenece al género *Nanovirus*. La partícula viral es icosaédrica, de 18-20 nm de diámetro, con una proteína de cápside de 20 kD (25, 40, 99, 100) (Figura 1B). Tiene un genoma multicomponente que consiste al menos de 6 ADN monocatenarios, circulares, cada uno de 1000-1100 nucleótidos de largo (1 kb) los cuales se multiplican por el mecanismo del círculo rodante (9, 53, 116, 117, 119). El componente 1 codifica por dos proteínas, una de ellas la proteína *Rep*, tiene actividades de corte y ligamiento y puede iniciar la replicación propia y la de los otros ADN. Los componentes del 2-6 codifican cada uno por una proteína. La proteína de cubierta es codificada por el ADN 3. El ADN 4 y el ADN 6 codifican por proteínas de movimiento dentro de la célula, y de célula a célula. En las regiones no codificantes de los seis componentes existen dos áreas altamente conservadas, una de ellas es un lazo u horquilla de 69 nucleótidos, involucrada en la replicación del círculo rodante y en la iniciación de la síntesis de la banda viral del ADN. La otra es una región de tamaño variable de 65 a 92 nucleótidos, la que parece tener una función promotora. En esta región también se encuentran iniciadores de ADN endógenos (5, 9, 20, 37, 38, 39, 41, 111).

Los síntomas típicos del BBTV son muy diferentes de los causados por otros virus del banano. Las plantas infectadas presentan una reducción pronunciada en el tamaño de las hojas, tanto en el ancho como en el largo, una apariencia áspera y frágil, y una posición más erecta de lo normal, dándole a la planta una apariencia racemosa o de roseta. Además, las hojas presentan clorosis marginal, rayas y puntos verde oscuro paralelos a la vena central y en el pecíolo (Figura 2E). Las plantas infectadas por lo general no producen fruta.

El BBTV es transmitido naturalmente por el áfido negro del banano, *Pentalonia nigronervosa* Coquerel, en forma circulativa, no propagativa (37, 44). Este vector es muy eficiente en la transmisión del virus a cortas distancias. También es transmitido por el material convencional de siembra y mediante plantas propagadas *in vitro* (28, 82, 115), lo cual constituye

la vía más importante de su diseminación a larga distancia (12). El virus no se transmite en forma mecánica.

Se conoce que infecta varias especies de *Musa* y *Ensete*. También existen algunas evidencias de que tiene hospederas fuera de Musaceae. Por ejemplo, se ha informado reacción positiva por ELISA y la recuperación del virus en plantas de *Canna indica* y *Hedychium coronarium* previamente inoculadas (93). También se ha reportado a *Colocasia esculenta* como hospedera del BBTV (81), sin embargo, otros investigadores no pudieron comprobarlo en Hawaii (44).

Frecuentemente se han observado diferencias en susceptibilidad entre diferentes cultivares, tanto en infecciones naturales de campo como experimentales en invernadero, sin embargo no se han confirmado informes de inmunidad de ninguna especie, ni de ningún cultivar de *Musa* (28, 49, 65, 72). Los cultivares del subgrupo Cavendish son generalmente muy susceptibles a BBTV, mientras que Gros Michel muestra resistencia a la enfermedad. Al comparar Gros Michel con Williams, la concentración de viriones en plantas infectadas y el porcentaje de plantas infectadas por inoculación con áfidos es más bajo en el primero (36).

Cucumber mosaic virus (CMV)

La enfermedad del mosaico del banano fue descrita por primera vez en Australia, en 1930 (63, 64). Se le han dado varios nombres incluyendo clorosis infecciosa, corazón rojo, mosaico del pepino y mosaico del banano (63, 92, 113). Está ampliamente distribuida en el mundo y se asume que se encuentra en todas las áreas donde se siembra banano. Constantemente aparecen informes dando detalles de nuevas localidades (79, 104, 110). Por lo general, esta enfermedad es una molestia solamente cuando se establecen nuevas plantaciones usando cormos o hijos, sin embargo, se está volviendo más común, en algunas localidades, en plantaciones establecidas con material derivado de cultivo de tejidos (76, 105).

El agente causal es el virus del mosaico del pepino (CMV). Este virus es un miembro del género *Cucumovirus*, familia Bromoviridae. Las partículas virales son isométricas de 28-30 nm de diámetro (Figura 1C). Es un virus multipartita con tres especies de ARN genómico de simple hebra y un ARN subgenómico (30). Una quinta especie de ARN ocurre en algunos aislamientos (52), la cual se ha relacionado con la modulación de la expresión de síntomas en algunas plantas incluyendo banana (33). Basándose en las relaciones serológicas, las razas de CMV se han dividido en dos subgrupos, DTL y ToRS (23, 78). Estos dos subgrupos corresponden a dos categorías de clasificación basadas en la hibridación de ácidos nucleicos: DTL designado WT (78) y subgrupo I (77) y ToRS o S (78) o subgrupo II (77). Los aislamientos de CMV de banano han sido identificados como pertenecientes al subgrupo I (33, 43, 91).

Los síntomas varían dependiendo de las razas del virus y de la temperatura. Las razas comunes o leves producen un mosaico difuso o patrones de líneas y manchas anulares en la lámina de la hoja y se ha informado que no causan daños económicos importantes (58, 76, 118). Ocasionalmente las hojas pueden presentar mosaico, deformarse y encrespase (Figura 2C) y el mosaico aparecer en el fruto. En contraste, las razas severas o de corazón rojo causan pérdidas económicas significativas. Los síntomas suelen ser más pronunciados incluyendo necrosis de la

candela (Figura 2F), alcanzando diferentes grados de necrosis en la lámina desplegada y en el pseudotallo, lo que puede resultar en la muerte de la planta (76).

El ámbito de hospederas naturales de CMV incluye cerca de 800 especies de plantas. Al ser transmitido por semilla de varias especies, a menudo hay reservorios de él en el campo.

El CMV es transmitido por más de 60 especies de áfidos de manera no persistente, incluyendo *Aphis gossypii*, *Rhopalosiphum maidis*, *R. prunifoliae*, *Myzus persicae* y *Pentalonia nigronervosa*. Esta última especie es vector del BBTV en forma persistente y es la única especie de áfido conocida que coloniza banano.

Actualmente no se conoce resistencia a CMV en *Musa*.

Banana streak mosaic virus (BSV)

El BSV se observó por primera vez en 1958 en Costa de Marfil, pero fue en 1964, después de que ocurrió un serio brote o epidemia, que se inició la investigación en este tema (118). Actualmente la enfermedad se encuentra distribuida ampliamente en la región del Pacífico, Asia, Africa, Europa y América (Cuadro 2) y el impacto sobre el rendimiento en la producción se ha estimado entre el 7% y el 90% de pérdidas.

Cuadro 2. Distribución geográfica del *Banana streak virus* y primera referencia del virus

Países	Ref.	Países	Ref.	Países	Ref.
Pacífico		Africa		América Latina y El Caribe	
Australia*	102	Benin*	24	Brasil	48
Samoa Occidental*	24	Camerún*	35	Colombia*	84
Tonga*	102	Cabo Verde*	24	Costa Rica*	24
Asia		Ghana*	24	Cuba *	48
China	48	Kenia	24	Ecuador*	48
India*	24	Guinea*	24	Grenada	48
Indonesia	24	Costa de Marfil*	118	Guadalupe*	48
Malasia*	24	Marruecos*	58	Haití*	47
Filipinas*	24	Madagascar*	48	Honduras*	48
Sri Lanka*	24	Isla Mauricio*	48	Nicaragua*	47
Taiwán*	94	Nigeria*	48	Jamaica	48
Vietnam	24	Africa del Sur*	48	Puerto Rico*	47
Europa		Ruanda*	88	Santa Lucía*	47
España (Canarias)*	24	Tanzania*	88	Trinidad*	48
Portugal (Madeira)*	48	Malawi*	109	Islas Vírgenes*	24
		Uganda*	16	Venezuela	47

Modificada de Jones, 1999.

* El virus fue confirmado por microscopía electrónica o por serología, en el resto de los países el diagnóstico esta basado en sintomatología

La expresión de síntomas varía desde un rayado clorótico poco conspicuo hasta una necrosis letal, dependiendo del aislamiento del virus, del cultivar y del ambiente. Los síntomas más comunes son rayas angostas cloróticas o amarillas discontinuas, a veces continuas, que van desde la vena central al margen de la hoja, y que se oscurecen a naranja, café y hasta negro (Figura 2D).

También se observan patrones en forma de ruedas de molino o en forma de ojo y manchas amarillas, deformación de la lámina foliar, estriado necrótico (Figura 2A), necrosis de la nervadura central y de la candela. La planta puede presentar acortamiento de los entrenudos y enanismo, necrosis interna del pseudotallo (Figura 2G), reducción en el tamaño del racimo, deformación, rayado y necrosis de la fruta (Figura 1B). Los síntomas aparecen intermitentemente en el transcurso del tiempo pudiendo una misma planta presentar inicialmente síntomas, luego apariencia sana y posteriormente presentar de nuevo síntomas. Estos cambios están relacionados principalmente con cambios en la temperatura, ocurriendo la expresión de síntomas en forma más regular y severa en las áreas donde las fluctuaciones de la temperatura son mayores (18, 60). En general los síntomas se pueden confundir con los del CMV pues ambos virus causan mosaico foliar, necrosis de la candela, y necrosis interna del pseudotallo, sin embargo, el tipo de mosaico que presenta cada virus se logra diferenciar con la práctica.

El BSV pertenece al género *Badnavirus*, familia *Caulimoviridae*. Las partículas virales son baciliformes de 130-150 nm, sin envoltura (Figura 1E). Contiene un genoma ADN circular, bicatenario, de 7.4 kb (59, 60). Se replica por transcripción reversa de un ARN intermediario. En los últimos años se ha observado que hay secuencias del genoma de BSV integradas en el genoma de *Musa* y *Ensete* (42, 57). Actualmente estas secuencias han sido detectadas por PCR en más de 400 genotipos de *Musa* (57). Aunque estas secuencias virales parecen estar integradas en todos los genotipos de *Musa*, su naturaleza varía y recientemente se han caracterizado dos tipos de ellas. Una secuencia corta, que es incapaz de dar infecciones episomales de BSV, que se encuentra en todos los genotipos (57) y una secuencia larga que contiene todo el genoma del virus, la cual parece ser la fuente de las infecciones episomales. Esta última secuencia se ha encontrado en un gran número de genotipos de *Musa* incluyendo los híbridos triploides y tetraploides mejorados (75). Las infecciones episomales de BSV a partir de secuencias virales integradas se han relacionado con la hibridación sexual, con la micropropagación y posiblemente con otros factores de estrés (75). Estudios recientes en que se evaluó el efecto de un procedimiento de micropropagación común sobre la expresión de BSV en el híbrido tetraploide FHIA21, indican que la etapa de proliferación asociada a una intensa producción de nuevos brotes formados parece ser determinante en la expresión del BSV, mientras que las etapas de enraizamiento y aclimatación tienen poco o ningún efecto (21).

Los aislamientos conocidos de BSV presentan gran heterogeneidad serológica, genómica y biológica (61). Inicialmente se identificaron cinco aislamientos que presentan diferencias serológicas y genómicas en Marruecos, Honduras, Ruanda, Filipinas y Trinidad (61). Esta variabilidad ha producido problemas prácticos en la detección y diagnóstico del virus.

El BSV no se ha logrado transmitir en forma mecánica. Es transmitido experimentalmente en forma semipersistente por las cochinillas *Planacoccus citri* y *Pseudococcus* sp. Otras especies de cochinillas se han nombrado como posibles vectores: *Dysmicoccus* sp fue encontrado colonizando el banano en Nigeria y en América del Sur (70); *Planacoccus musae*, una nueva especie de cochinilla fue observada en Africa en campos donde la incidencia del virus es alta (17); y *Pseudococcus comstocki* fue informada en Ecuador como la especie más común encontrada en banano. La información obtenida de muchos países sugiere que la dispersión natural del BSV por cochinillas es limitada y no juega un papel importante en la epidemiología del virus (60). Sin embargo, en Ecuador se ha observado que las cochinillas son transportadas por hormigas de una planta a otra con facilidad. La forma más frecuente de diseminación del virus es por propagación vegetativa a partir de plantas infectadas. Todos los cultivos de tejidos derivados de meristemos de plantas infectadas se han encontrado positivos para el BSV. La transmisión por semilla parece ser probable. Al cruzar Mysore infectada con BSV, con el diploide SH-3362 en el programa de mejoramiento de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), se observó que los híbridos resultantes tenían BSV (22). También en *Musa balbisiana* originalmente obtenida de semilla se han observado partículas virales.

El BSV tiene un ámbito de hospederas naturales y experimentales muy restringido. Ocurre naturalmente en bananos cultivados, pero no se sabe si ocurre en *Musa* silvestre. Actualmente en los Centros de Indexación de INIBAP existe información sobre gran cantidad de cultivares susceptibles de los subgrupos Gros Michel, Cavendish, Lujugira-Mutika (AAA), Plátano y Maía Maoli-Popoulu (AAB), Bluggoe (AB), de híbridos tetraploides(AAAB) y clones AB.

Banana bract mosaic virus (BBrMV)

Se sabe muy poco sobre el impacto económico de esta enfermedad. En Mindanao, Filipinas se han registrado pérdidas en el rendimiento del 40% (55, 101). En plantaciones comerciales se ha observado una correlación entre la alta incidencia de la enfermedad y un alto rechazo de fruta por deformación y rayado.

Esta enfermedad viral se observó por primera vez en 1979, en la isla de Mindanao, en varios cultivares de banano (68). En 1988, en Los Baños, se le dio el nombre de *Banana bract mosaic virus* y se incluyó en la lista de virus de importancia cuarentenaria (31). Actualmente ha sido informada en varios países del Asia y de la Región del Pacífico (1, 2, 12, 24, 68, 86) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución geográfica del BBrMV y primera referencia del virus

Países	Ref.	Países	Ref.
Pacífico		Asia	
Australia	2	India*	1
Samoa Occidental	86	Filipinas*	68
		Sri Lanka*	2, 24
		Vietnam	86

*El BBMV fue detectado usando “enzyme-linked immunosorbent assay” (ELISA) o la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

El BBrMV es un virus filamentoso, flexuoso de 725-750 x 11 nm (3, 73, 103) (Figura 1A). Tiene una proteína de cápside (CP) de 38-39 kDa estimada por SDS-PAGE y de 39.3 kDa al calcular su tamaño directamente de la secuencia de aminoácidos (3). Los análisis de secuencia de nucleótidos de los fragmentos obtenidos por retrotranscripción-reacción en cadena de la polimerasa (RT-PCR) utilizando iniciadores degenerados para potyvirus indicaron que es un potyvirus nuevo, diferente al virus del mosaico del abacá (34, 103).

Las plantas infectadas presentan patrones de mosaico en las brácteas de color rojizo o cloróticos sobre fondo rojo los cuales son diagnósticos. El pseudotallo presenta un incremento en la pigmentación y patrones de mosaico, bandas y rayas en forma de huso en su base, los cuales se pueden observar cuando se remueven las bases de las hojas. A veces los síntomas son cloróticos sobre un fondo rojizo, o son rojos, amarillos o cloróticos sobre un fondo verde y pueden oscurecerse de rojo a café y a negro. Las hojas toman un arreglo en forma de abanico en un plano, y a veces se observan en ellas, paralelo a las venas, rayas cloróticas y bandas ahusadas (Figura 1D). En algunos lugares se asocia con un aumento en los niveles de fruta malformada (68).

Se conoce que es transmitido en forma no persistente por al menos tres especies de áfidos: *Aphis gossypii*, *Rhopalosiphum maidis* y *Pentalonia nigronervosa* (24, 73). La transmisión mecánica hacia plantas herbáceas no se ha logrado. Ocasionalmente se ha transmitido mecánicamente de banano a banano utilizando la savia. Se transmite por material de siembra vegetativo tradicional y vía plántulas micropropagadas.

El ámbito natural y experimental de hospederas se restringe a *Musa*, incluyendo abacá. Se ha encontrado infectando naturalmente un amplio ámbito de cultivares y genotipos de banano, y en ninguno se ha observado resistencia al virus (103).

Banana mild mosaic virus (BanMMV)

Desde 1992 se observaron frecuentemente partículas filamentosas similares a virus en *Musa* tanto en plantas de las colecciones de germoplasma como en el campo (1, 6, 11, 85).

Actualmente los resultados de la investigación sugieren que es un mismo virus el que está presente en la mayoría de los casos, el cual tiene una amplia distribución mundial tanto en el campo como en las colecciones de germoplasma *in vitro*. Existen informes de su existencia en Australia, Africa del Sur, sureste de Asia, América Central y América del Sur y El Caribe, infectando gran variedad de cultivares y genotipos de *Musa*. Se tiene poca información del impacto económico que causa. Algunas observaciones indican que afecta el rendimiento del banano y plátano en Latinoamérica (47).

El “banana mild mosaic” es un virus flexuoso, filamentoso de cerca 580 nm x 14 nm (Figura 1D), con una CP de 30 kDa, estimada por SDS-PAGE, y 27 kDa estimada de la secuencia del gen. Su genoma es ARN monocatenario, de 7.4 kb. Contiene 5 marcos abiertos de lectura (ORF), el más cercano al extremo 5' codifica por la polimerasa, y el más alejado, por la CP. Comparte algunas características pero no todas con el género *Potexvirus*, tales como la organización del genoma, y está relacionado serológicamente con miembros de ese género.

La sintomatología del BanMMV no es muy definida. En muchos casos tanto en el invernadero como en el campo las infecciones son asintomáticas. En algunas variedades se han observado en las hojas rayados y mosaicos cloróticos, rayados plateados, enanismo y atraso en la emergencia del racimo (Figura 1 E). Es común observar infecciones mixtas de este virus con BSV y con CMV (11).

El BanMMV no se ha logrado transmitir mecánicamente usando savia ni preparaciones de virus parcialmente purificadas. Hasta ahora no se conoce ningún vector. Sin embargo, en Guadalupe se observó que plantas libres de este virus, obtenidas por cultivo de tejidos y establecidas en el campo se infectaban frecuentemente con infecciones mixtas del BanMMV y CMV, y que la incidencia de la infección aumentaba durante el ciclo del cultivo. Esto parece indicar que ambos virus puedan estar siendo simultáneamente transmitidos por el áfido que transmite el CMV (11).

Todos los genotipos de *Musa* parecen ser susceptibles. No se le conocen hospederas herbáceas (11).

Banana die-back virus (BDBV)

Esta enfermedad se observó por primera vez en plantas de banano (cv Valery), en Nigeria en 1996. Su existencia ha sido informada solo en un número limitado de lugares en Nigeria, aunque en Ghana y Camerún se han observado plantas con síntomas similares (45). Las plantas enfermas se observan severamente atrofiadas, las hojas presentan clorosis, bordes rizados y necróticos, y muerte súbita de la hoja candela. Progresivamente los retoños de las plantas enfermas se vuelven enanos y eventualmente la planta madre muere.

La enfermedad se transmitió mecánicamente a *Vigna unguiculata* TVu-76 y *Nicotiana occidentalis*, obteniéndose lesiones locales de punto y reducción de tamaño, e infección asintomática sistémica, respectivamente. Se purificaron partículas virales isométricas de 28 a 30 nm de diámetro, a partir de banano y de *N. occidentalis*, y se prepararon anticuerpos que se usaron en ELISA e ISEM para la detección del virus. Se encontró relación serológica entre el virus aislado y los siguientes virus perteneciente al género *Nepovirus*: *Tabacco ringspot virus*, *Tomato ringspot virus* y *Cacao necrosis virus* (45). Se buscaron nematodos en el suelo alrededor de las plantas infectadas y se encontraron como especies predominantes pero en bajo número *Helicotylenchus multincinctus* (Cobb) Golden, y *H. dihystra* (Cobb) Sher. No se identificó ningún nematodo conocido como vector de virus. Es necesario, por lo tanto, realizar estudios para determinar el modo de diseminación del BDBV y las implicaciones que tiene para la producción del banano y plátano en África y para el movimiento seguro de germoplasma.

Abaca mosaic virus (AbaMV)

El primer informe del AbaMV fue en 1925 en Mindanao, Filipinas (27). A finales de 1930 fue el mayor factor limitante de la producción de abacá y responsable de grandes pérdidas de fibra y económicas, provocando el traslado de la industria hacia zonas más remotas en Filipinas (92). En 1955 el virus había afectado el 47% de las áreas cultivadas de abacá. Actualmente se encuentra en la mayoría de los lugares donde se siembra abacá en Filipinas. Este virus junto con el BBTv son los virus que causan efectos más severos en el abacá (83).

El AbaMV es un virus filamentoso, flexuoso, de cerca 680 nm de largo. Pertenece al género *Potyvirus*, familia Potyviridae (27). Este virus es diferente del BBrMV (34, 103). Presenta una estrecha relación con los miembros del subgrupo del *Sugar cane mosaic virus* (SCMV), la cual se ha demostrado por ELISA y confirmado mediante análisis de secuencia del gen de la CP.

Los síntomas más comunes en abacá son pequeñas manchas blanquecinas que se alargan dando rayas ahusadas cloróticas paralelas a las venas secundarias de las hojas. Posteriormente se pueden observar rayas amarillas o verde claro a lo largo de la lámina foliar (Figura 1F).

AbaMV es transmitido por numerosas especies de áfidos en forma no persistente, incluyendo *A. gossypii*, *Rhopalosiphum nymphaeae* y *R. maidis* (14, 15).

Sus hospederas están restringidas a monocotiledóneas. Naturalmente en *Musaceae* infecta a todas las variedades comerciales de *M. textilis*, *Ensete glaucum*, y varios cultivares de banano. También infecta *Canna indica* (*Cannaceae*) y *Marantha arundinaceae* (*Marantaceae*) y varias especies de *Gramineae* (108).

Se ha observado resistencia del híbrido “Canton” *M. balbisiana* x *M. textilis* y *M. ornata* (7).

Detección y control de los virus

El diagnóstico temprano y certero de las enfermedades virales es un componente crucial para el manejo de cualquier cultivo. Los avances en la tecnología y en el conocimiento de las virosis de *Musa* han permitido adaptar y desarrollar las principales metodologías serológicas (ELISA, ISEM) y moleculares (hibridación, PCR), y producir diferentes anticuerpos monoclonales y policlonales, y sondas para el diagnóstico de la mayoría de ellas (Cuadro 4). Sin embargo, es necesario mayor conocimiento sobre la variabilidad de los diferentes virus y sobre su biología molecular para ampliar el ámbito de detección de los métodos y reactivos ya existentes.

Cuadro 4. Principales metodologías utilizadas para diagnóstico de virus en banano

Virus	Métodos				Referencias	
	ELISA		ISEM	Hibridación		PCR
	Ac M	Ac P				
BBTV	+	+	+	+	+	44, 98, 99, 100, 114, 119
CMV	+	+	+	+	+	46, 77, 78, 91
BBrMV		+			+	3, 73, 103
BSV	+	+	+	+	+	58, 60, 61, 97, 98
BanMMV	+	+	+		+	11
BDBV		+	+			45
AbaMV		+		+	+	34

Ac M= anticuerpos monoclonales, Ac P= anticuerpos policlonales

Debido a que la diseminación a larga distancia de los virus de *Musa* está relacionada principalmente con el trasiego de germoplasma y materiales tradicionales de siembra, o de cultivo *in vitro* infectados, existe un gran riesgo de que los virus aún no informados para América Latina y El Caribe, principalmente el BBTV sean introducidos. A pesar de que existen regulaciones fitosanitarias y políticas establecidas para el movimiento seguro de germoplasma, los países de América Latina y El Caribe, en su mayoría, no cuentan con la infraestructura, ni con la tecnología necesaria para la detección específica y rápida de las virosis, aumentándose el riesgo de su introducción.

Además de las regulaciones existentes a nivel mundial para el movimiento seguro de germoplasma, frecuentemente son utilizadas otras medidas de control preventivo para el manejo de virus tales como el uso de material de siembra tradicional y producido *in vitro* libres de virus, el control de vectores, la erradicación de plantas infectadas u otras fuentes de infección en el campo y el uso de cultivares y especies resistentes. Estas medidas contribuyen a impedir o atrasar el ingreso de las enfermedades y de sus vectores en zonas nuevas, y a mantener los niveles de incidencia y diseminación de la enfermedad más bajos en zonas ya infectadas. Sin embargo, el uso de material de siembra libre de virus, no garantiza que éste no se infecte en el campo.

Al no conocerse ningún cultivar resistente para ninguno de los virus que afectan *Musa*, es necesario para realizar mejoramiento convencional, buscar resistencia en géneros y familias cercanos y desarrollar resistencia transgénica. Sagi (87) indica que si bien es cierto que la tecnología para la introducción de genes foráneos al genoma del banano cuenta con grandes avances, el desarrollo de clones transgénicos de *Musa* se encuentra aún en pañales y se espera un rápido progreso a este respecto en los próximos años.

En Australia y Hawaii se están desarrollando plantas de banano transgénicas con resistencia a BBTV, introduciendo construcciones con el gen de la proteína de cápside y el de la replicasa. Actualmente se cuenta con algunas plantas transgénicas resistentes a BBTV en invernadero, las cuales serán evaluadas en el campo. También se están preparando construcciones con genes de BBrMV, CMV y BSV para transformar *Musa* (80). Sin embargo,

cabe aún la pregunta sobre la aceptación mundial de los bananos transformados, ya que al respecto se ha presentado una amplia polémica referente a seguridad ambiental y al consumo de alimentos modificados genéticamente.

LITERATURA CITADA

- 1 Anónino. 1993. Risks involved in the transfer of banana and plantain germplasm. *In: Bananas, Plantains and INIBAP Annual Report 1993*. INIBAP, Montpellier, France, pp. 39-47.
- 2 Anónino. 1995. *Musa News*. Infomusa 4(2): 26-30.
- 3 Bateson M.F. & Dale J.L. 1995. Banana bract mosaic virus: characterization using potyvirus specific degenerate PCR primers. *Archives of Virology* 140: 515-527.
- 4 Beaver R.G. 1982. Use of picloram for eradication of banana diseased with bunchy top. *Plant Disease* 66: 906-907.
- 5 Beetham P.R., Hafner G.J., Harding R.M. & Dale J.L. Two mRNAs are transcribed from banana bunchy top virus DNA-1. *Journal of General Virology* 78: 229-236.
- 6 Belalcazar S., Reichel H., Pérez R., Gutiérrez T., Múnera G. & Arévalo E. 1998. Banana streak badnavirus infection in *Musa* plantations in Colombia. *In: Frison, E. & Sharrock, S.L. (eds). 1998. Banana Streak Virus: A Unique Virus-Musa Interaction? Proceedings of Workshop of the PROMUSA Virology Working Group held in Montpellier, France, 19-21 January 1998*. INIBAP, Montpellier, France, pp. 55-57.
- 7 Bernardo F.S. & Umali D.L. 1956. Possible sources of resistance to abaca mosaic and bunchy-top. *The Philippine Agriculturist* 40: 277-284.
- 8 Bryce G. 1921. The Bunchy Top Plantain Disease. Leaflet 18. Department of Agriculture, Peradeniya, Ceylon, 2 p.
- 9 Burns T.M., Harding R.M. & Dale J.L. 1995. The genome organization of banana bunchy top virus: analysis of six ssDNA components. *Journal of General Virology* 76:1471-1482.
- 10 Campbell J.G. 1926. Annual Report of the Fiji Department of Agriculture, 1925. Fiji Department of Agriculture, Suva.
- 11 Caruana M.L. & Galzi S. 1998. Identification of uncharacterised filamentous viral particles on banana plants. *Acta Horticulturae* 490: 323-335.
- 12 Caruana M.L. 1998. Viruses in musaceas: present situation and perspectives and solutions. *In: Hidalgo L. & CONABAN (eds.). Memorias XIII Reunión ACORBAT, Guayaquil, Ecuador, Noviembre 23-27, 1998*. pp. 693-714
- 13 Castillo B.S. & Martínez A.L. 1961. Occurrence of bunchy top disease of banana in the Philippines. *FAO Plant Protection Bulletin* 9: 74-75.
- 14 Celino M.S. 1940. Experimental transmission of the mosaic of abacá, or manila hemp plant (*Musa textilis* Née). *The Philippine Agriculturist* 29: 379-414.
- 15 Celino M.S. & Ocfemia G.O. 1941. Two additional insect vectors of mosaic of abacá, or manila hemp plant, and transmission of its virus to corn. *The Philippine Agriculturist* 30, 70-78.
- 16 Dabek A.J. & Waller J.M. 1990. Black leaf streak and viral leaf streak: new banana diseases in East Africa. *Tropical Pest Management* 36: 157-158.

- 17 Dahal G., Hughes J.A.A. & Lockhart B.E.L. 1998. Status of banana streak disease in Africa: problems and future research needs. *Integrated Pest Management Reviews* 3:85-97.
- 18 Dahal G., Hughes J. A., Thottappilly G. & Lockhart B.E.L. 1998. Effect of temperature on symptom expression and reliability of banana streak badnavirus detection in naturally infected plantain and banana (*Musa* spp.). *Plant Disease* 82: 16-21.
- 19 Dale J.L. 1987. Banana bunchy top: an economically important tropical plant virus disease. *Advances in Virus Research* 33: 301-325.
- 20 Dale J.L. 1996. Structure and function of the banana bunchy top virus genome. *In: Abstracts of the Xth International Congress of Virology, Jerusalem, Israel, 11-16 August 1996, Abstract W52-4, p. 76.*
- 21 Dallot S., Acuña P., Rivera C., Ramírez P., Cote F., Lockhart B.E.L & Caruana M.L. 2000. Evidence that the proliferation stage of micropropagation procedure is determinant in the expression of *Banana streak virus* integrated into the genome of the FHIA 21 hybrid (*Musa* AAAB). *Archives of Virology*, sometida para publicación
- 22 Daniells J., Thomas J.E. & Smith B.J. 1995. Seed transmission of banana streak confirmed. *Infomusa* 4(1): 7.
- 23 Desvignes J.C. & Cardin L. 1973. Contribution a l'etude du virus de la mosaïque du concombre (CMV). IV. Essai de classification de plusieurs isolats sur la base de leur structure antigenique. *Annual Review of Phytopathology* 5: 409-430.
- 24 Diekmann D.R. & Putter C.A.I. 1996. *Musa*, 2nd edn. FAO/IPGRI Technical Guidelines for the Safe Movement of Germplasm, No. 15, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 28 p.
- 25 Dietzgen R.G. & Thomas J.E. 1991. Properties of virus-like particles associated with banana bunchy top disease in Hawaii, Indonesia and Tonga. *Australasian Plant Pathology* 20: 161-165.
- 26 Drew R.A., Moisaner J.A. & Smith M.K. 1989. The transmission of banana bunchy-top virus in micropropagated bananas. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 16: 187-193.
- 27 Eloja A.L. & Tinsley T.W. 1963. Abaca mosaic virus and its relationship to sugarcane mosaic. *Annals of Applied Biology* 51: 253-258.
- 28 Espino R.C., Magnaye LX, Johns A.P. & Juanillo C. 1993. Evaluation of Philippine banana cultivars for resistance to bunchy-top and fusarium wilt. *In: Valmayor RX, Hwang S.C., Ploetz R., Lee S.C. & Roa N.V. (eds) Proceedings: International Symposium on Recent Developments in Banana Cultivation Technology, Taiwan Banana Research Institute, Chiuiu, Pingtung, Taiwan, 14-18 December 1992. INIBAP/ASPNET, Los Baños, Philippines, pp. 89-102.*
- 29 Ferreira S.A., Trujillo E.E. & Ogata D.Y. 1989. Bunchy Top Disease of Bananas, Commodity Fact Sheet BAN-4(A), FRUIT, Hawaii Cooperative Extension Service, Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii, Manoa.
- 30 Francki R.I.B., Mossop D.W. & Hatta T. 1979. Cucumber Mosaic Virus. Descriptions of Plant Viruses No. 213, Commonwealth Mycological Institute and Association of Applied Biologists, Kew, Surrey, England, 6 p.
- 31 Frison E.A. & Putter C.A.J. 1989. FAO/IBPGR Technical Guidelines for the Safe Movement of *Musa* Germplasm. FAO/IBPGR, Rome, 23p.

- 32 Gadd C.H. 1926. Bunchy top disease of plantains (a review). *Tropical Agriculturist* 66: 3-20.
- 33 Gafny R., Wexler A., Mawassi M., Israeli Y. & Bar-Joseph M. 1996. Natural infection of banana by a satellite-containing strain of cucumber mosaic virus: nucleotide sequence of the coat protein gene and the satellite RNA. *Phytoparasitica* 24: 49-56.
- 34 Gambley C.F., Thomas J.E., Geering A.D.W. & Magnaye L.V. 1997. Differentiation of two potyvirus infecting *Musa*, abaca mosaic virus and banana bract mosaic virus. *In: Abstracts of the 11th Biennial APPS Conference, Australasian Plant Pathology Society, Perth, 29 September-2 October 1997*, p. 108.
- 35 Gauhl F. & Pasberg-Gauhl C. 1997. First report of banana streak badnavirus in plantain landraces in southern Cameroon, Central Africa. *Plant Disease* 81: 1335.
- 36 Geering A.D.W. & Thomas J.E. 1997. Search for alternative hosts of banana bunchy top virus in Australia. *Australasian Plant Pathology* 26: 250-254.
- 37 Hafner G.J., Harding R.M. & Dale I.L. 1995. Movement and transmission of banana bunchy top virus DNA component one in bananas. *Journal of General Virology* 76: 2279-2285.
- 38 Hafner G.J., Harding R.M. & Dale J.L. 1997. A DNA primer associated with banana bunchy top virus. *Journal of General Virology* 78: 479-486.
- 39 Hafner G.J., Stafford M.R., Wolter L.C., Harding R.M. & Dale J.L. 1997. Nicking and joining activity of banana bunchy top virus replication protein *in vitro*. *Journal of General Virology* 78: 1795-1799.
- 40 Harding R.M., Burns T.M. & Dale J.L. 1991. Virus-like particles associated with banana bunchy top disease contain small single-stranded DNA. *Journal of General Virology* 72: 225-230.
- 41 Harding R.M., Burns T.M., Hafner G.J., Dietzgen R.G. & Dale J.L. 1993. Nucleotide sequence of one component of the banana bunchy top virus genome contain the putative replicase gene. *Journal of General Virology* 74:323-328.
- 42 Harper G., Osuji J.O., Heslop-Harrison J.S. & Hull R. 1999. Integration of episomal banana streak badnavirus into the *Musa* genome: Molecular and cytogenetic evidence. *Virology* 255: 207-213.
- 43 Hu J.S., Li H.P., Barry K. & Wang M. 1995. Comparison of dot blot, ELISA and RT-PCR assays for detection of two cucumber mosaic virus isolates infecting banana in Hawaii. *Plant Disease* 79: 902-906.
- 44 Hu J.S., Wang M., Sether D., Xie W. & Leonhardt K.W. 1996. Use of polymerase chain reaction (PCR) to study transmission of banana bunchy top virus by the banana aphid (*Pentalonia nigronervosa*). *Annals of Applied Biology* 128: 55-64.
- 45 Hughes J.d'A., Spoijer P.R. & Olatunde O. 1998. Banana die-back virus - a new virus infecting banana in Nigeria. *Plant Disease* 82: 129.
- 46 Hsu H.T., Barzuna L., Hsu Y.H, Bliss W. & Perry K.L. 2000. Identification and subgrouping of cucumber mosaic virus with mouse monoclonal antibodies. *Phytopathology* 90:615-628
- 47 Jones D.R. (ed.). 1999. *Diseases of Banana, Abaca and Enset*. CABI Publishing, New York, USA, 515 p.
- 48 Jones D.R. & Lockhart B.E.L. 1993. Banana Streak Disease. *Musa Disease Fact Sheet No. 1*, INIBAP, Montpellier, France.

- 49 Jose P.C. 1981. Reaction of different varieties of banana against bunchy top disease. *Agricultural Research Journal of Kerala* 19: 108-110.
- 50 Kahlid S. & Soomro M.H. 1993. Banana bunchy top disease in Pakistan. *Plant Pathology* 42:923-926.
- 51 Kahlid S., Soomro M.H. & Stover R.H. 1993. First report of banana bunchy top virus in Pakistan. *Plant Disease* 77: 101.
- 52 Kaper J.M. & Waterworth H.E. 1977. Cucumber mosaic virus-associated RNA 5: causal agent for tomato necrosis. *Science* 196: 429-431.
- 53 Karan M., Harding R.M. & Dale J.L. 1997. Association of banana bunchy top virus DNA components 2 to 6 with bunchy top disease. *Molecular Plant Pathology* on-line (<http://www.bspp.org.uk/mppol/1997/0624karan>).
- 54 Kawano S. & Su H.J. 1993. Occurrence of banana bunchy top virus in Okinawa. *Annals of the Phytopathological Society of Japan* 59: 53.
- 55 Kenyon L., Magnaye L., Warburton H., Herradura L., Chancellor T., Escobido E. & Foot C. 1996. Epidemiology and Control of Banana Virus Diseases in the Philippines. NRI - Department for International Development Crop Protection Programme Project A0217/XO258 Final Technical Report, Natural Resources Institute, Chatham Maritime, UK.
- 56 Kenyon L., Brown M. & Khonje P. 1997. First report of banana bunchy top virus in Malawi. *Plant Disease* 81: 1096.
- 57 LaFleur D.A., Lockhart B.E.L. & Olszewski N.E. 1996. Portions of the banana streak badnavirus genome are integrated in the genome of its host *Musa* spp. *Phytopathology* 86: S100.
- 58 Lockhart B.E.L. 1986. Purification and serology of a bacilliform virus associated with a streak disease of banana. *Phytopathology* 76: 995-999.
- 59 Lockhart B.E.L. 1990. Evidence for a double-stranded circular DNA genome in a second group of plant viruses. *Phytopathology* 80: 127-131.
- 60 Lockhart B.E.L. 1995. Banana Streak Badnavirus Infection in *Musa*: Epidemiology, Diagnosis and Control. Food and Fertilizer Technology Center Technical Bulletin 143.
- 61 Lockhart B.E.L. & Olszewski, N.E. 1993. Serological and genomic heterogeneity of banana streak badnavirus: implications for virus detection in *Musa* germplasm. *In*: Ganry, J. (ed.) *Breeding Banana and Plantain for Resistance to Diseases and Pests*, Proceedings of the International Symposium on Genetic Improvement of Bananas for Resistance to Diseases and Pests organized by CIRAD-FLHOR, Montpellier, France, 7-9 September 1992. CIRAD, Montpellier, France, pp.105-113.
- 62 Magee C.J.P. 1927. Investigation on the Bunchy Top Disease of the Banana. Council for Scientific and Industrial Research, Melbourne, 86 pp.
- 63 Magee C.J.P. 1930. A new virus disease of bananas. *Agricultural Gazette of New South Wales* 41: 929.
- 64 Magee C.J.P. 1940. Transmission of infectious chlorosis or heart rot of banana and its relationship to cucumber mosaic. *Journal of the Australian Institute of Agriculture* 6: 44-47.
- 65 Magee C.J.P. 1948. Transmission of banana bunchy top to banana varieties. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 14: 18-24.
- 66 Magee C.J.P. 1953. Some aspects of the bunchy top disease of banana and other *Musa* spp. *Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales* 87: 3-18.

- 67 Magee C.J.P. 1967. The Control of Banana Bunchy Top. South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 13 p.
- 68 Magnaye L.V. & Espino R.R.C. 1990. Note: Banana bract mosaic, a new disease of banana. 1. Symptomatology. The Philippine Agriculturist 73: 55-59.
- 69 Manser P.D. 1982. Bunchy top disease of plantain. FAO Plant Protection Bulletin 30: 78-79.
- 70 Matile-Ferrero D. & Williams D.J. 1995. Recent outbreaks of mealybugs on plantain (*Musa* spp.) in Nigeria including a new record for Africa and a description of a new species of *Planococcus* Ferris (Homoptera, Pseudococcidae). Bulletin de la Societe Entomologique de France 100: 445-449.
- 71 Matthews, R.E.F. (ed). 1993. Plant Virus Diseases. CRC Press, USA.
- 72 Muharam A. 1984. Test for resistance of some banana cultivars to banana bunchy-top disease. Bulletin of Penel. Hort. 11: 16-19.
- 73 Muñoz A.R. 1992. Symptomatology, transmission and purification of banana bract mosaic virus (BBrMV) in 'Giant Cavendish' banana. MSc thesis, University of the Philippines, Los Baños, Philippines.
- 74 Murphy F.A., Fauquet C.M., Bishop D.H.L., Ghabrial S.A., Jarvis A.W., Martelli G.P., Mayo M.A., & Summers M.D. (eds) 1995. Virus Taxonomy-Classification and Nomenclature of Viruses. Sixth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, Spring-Verlag, Vienna
- 75 Ndwora T., Dahal, G., LaFleur, D., Harper, G., Hull, R., Olszewski, N.E. & Lockhart, B. 1999. Evidence that badnavirus infection in *Musa* can originate from integrated pararetroviral sequences. Virology 255: 214-220.
- 76 Niblett C.L., Pappu S.S., Bird J. & Lastra R. 1994. Infectious chlorosis, mosaic and heart rot. In: Ploetz R.C., Zentmyer G.A., Nishijima W.T., Rohrbach K.G. & Ohr H.D. (eds) Compendium of Tropical Fruit Diseases. APS Press, St Paul, Minnesota, pp. 18-19.
- 77 Owen J., Shintaku, Aeschleman P., Ben Taber S. & Palukitis P. 1990. Nucleotide sequence and evolutionary relationships of cucumber mosaic virus (CMV) strains. CMV RNA 3. Journal of General Virology 71: 2243-2249.
- 78 Piazzolla P., Diaz-Ruiz J.R. & Kaper J.M. 1979. Nucleic acid homologies of eighteen cucumber mosaic virus isolates determined by competition hybridization. Journal of General Virology 45: 361-369.
- 79 Pietersen G., Staples M., Kasdorf G.C.F. & Thomas J.E. 1998. First report of cucumber mosaic cucumovirus subgroup I in South Africa from banana with infectious chlorosis. Plant Disease 82: 1171.
- 80 PROMUSA: Reunión del grupo de trabajo en virología. 1998. Infomusa 7(2): 10-12.
- 81 Ram R.D. & Summanwar A.S. 1984. *Colocasia esculenta* (L) Schott. A reservoir of bunchy top disease of banana. Current Science 53: 145-146.
- 82 Ramos C.S. & Zamora A.B. 1990. Elimination of banana bunchy top infection from banana (*Musa* sp. cv. Lakatan) by heat pretreatment and meristem culture. Philippine Journal of Crop Science 15:119-123.
- 83 Raymundo A. 1998. Epidemiology and integrated management of abaca bunchy top in the Philippines. In: Proceedings of the Regional Workshop on Disease Management of Banana and Citrus: The Use and Management of Disease-free Planting Material, 14-16 October. 1998. International Network for the Improvement of Banana and Plantain/Food and Fertilizer Technology Center, Davao, Philippines.

- 84 Reichal H., Belalcazar S., Múnera G., Pérez R. & Arévalo E. 1997. The presence of banana streak virus infecting sugarcane has been confirmed in plantain (*Musa AAB Simmonds*), sugarcane (*Saccharum officinarum*) and edible canna (*Canna edulis*) in Columbia. *Infomusa* 6(1): 9-12.
- 85 Rivera C., Ramírez P. & Pereira R. 1992. Preliminary characterization of viruses infecting banana in Costa Rica. *In: Biotechnology Applications for Banana and Plantain Improvement*. INIBAP, Montpellier, France, pp. 63-68.
- 86 Rodoni B.C., Harding R.M., Bateson M.F. & Dale J.L. 1996. Banana bract mosaic potyvirus (BBrMV): a new and widespread virus of bananas. *In: Abstracts of the Xth International Congress of Virology, Jerusalem, Israel, 11-16 August, 1996*. Virology Division, International Union of Microbiological Societies, p. 156.
- 87 Sagi L. 1999. Genetic Engineering of banana for disease resistance- future possibilities. *In: Jones, D.R. (Ed.). Diseases of Banana, Abaca and Enset*. CABI. London UK pp. 465-515
- 88 Sebasigari K. & Stover R.H. 1988. Banana Diseases and Pests in East Africa. Report of a Survey in November 1987. INIBAP, Montpellier, France, 15 pp.
- 89 Shanmuganathan N. 1980. Virus and virus-like diseases of plants in the Gilbert Islands. *FAO Plant Protection Bulletin* 28: 29-38.
- 90 Simmonds N.W. 1933. Report on Visit to Samoa. Department of Agriculture, Suva, Fiji.
- 91 Singh Z., Jones R.H.C. & Jones M.G.K. 1995. Identification of cucumber mosaic subgroup I isolates from banana plants affected by infectious chlorosis disease using RT-PCR. *Plant Disease* 79: 713-716.
- 92 Stover R.H. 1972. Banana, Plantain and Abaca Diseases. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Suffey, England, 316 pp.
- 93 Su H.J., Wu KY. & Tsao L.Y. 1993. Ecology of banana bunchy-top virus disease. *In: Valmayor KV., Hwang S.C., Ploetz R., Lee S.C. & Roa N.V. (eds) Proceedings: International Symposium on Recent Developments in Banana Cultivation Technology, Taiwan Banana Research Institute, Chiuju, Pingtung, Taiwan, 14-18 December 1992*. INIBAP/ASPNET, Los Baños, Philippines, pp. 308-312.
- 94 Su H.J., Hung T.H. & Wu M.L. 1997. First report of banana streak virus infecting banana cultivars (*Musa* spp.) in Taiwan. *Plant Disease* 81: 550.
- 95 Sulyo Y., Duriat A.S. & Said A. 1978. Peninjauan pendahuluan penyakit virus don vektornya pada tanaman pisang. Laporan Kegiatan Penelitian LPH, Jakarta, pp. 210-211.
- 96 Sun S.K. 1961. Studies on the bunchy top diseases of bananas. *Special Publication of College of Agriculture, National Taiwan University* 10: 82-109.
- 97 Thomas J.E. 1991. Virus indexing procedures for banana in Australia. *In: Valmayor V.V., Umali B.E. & Besjosano C.P. (eds). Banana Diseases in Asia and the Pacific: Proceedings of a Technical Meeting on Diseases affecting Banana and Plantain in Asia and the Pacific, Brisbane, Australia, 15-18 April 1991*. INIBAP, Montpellier, France, pp. 144-157.
- 98 Thomas J.E. 1997. Detection and control of viruses of banana. *Musarama* 13:60.
- 99 Thomas J.E. & Dietzgen R.G. 1991. Purification, characterization and serological detection of virus-like particles associated with banana bunchy top disease in Australia. *Journal of General Virology* 72: 217-224.
- 100 Thomas J.E. & Dietzgen R.G. 1996. Development and detection method of banana bunchy top virus with monoclonal antibodies. *Musarama* 13:59-60

- 101 Thomas J.E. & Magnaye L.V. 1996. Banana Bract Mosaic Disease. Musa Disease Fact Sheet No. 7. International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France.
- 102 Thomas J.E., McMichel L.A., Dietzgen R.G., Searle C., Matalevea S. & Osasa A. 1994. Banana streak virus in Australia, Western Samoa and Tonga. *In: International Society of Sugar Cane Technologists, 4th Sugar Cane Pathology Workshop, Brisbane, Australia, Abstracts*, p. 40.
- 103 Thomas J.E., Geering A.D.W., Gambley C.F., Kessling A.F. & White M. 1997. Purification, properties and diagnosis of banana bract mosaic potyvirus and its distinction from abaca mosaic potyvirus, *Phytopathology* 87: 698-705.
- 104 Trindade D.R., Potronier L.S., Albuquerque F.C., de Benchimol R.L. & Amorim A.M. 1998. Occurrence of cucumber mosaic virus on banana in the State of Para, Brazil. *Fitopatologia Brasileira* 23: 185.
- 105 Tsai Y.P., Hwang M.T., Chen S.P. & Liu S.S. 1986. An ecological study of banana mosaic. *Plant Protection Bulletin (Taiwan ROC)* 28: 383-387.
- 106 Vakili N.G. 1969. Bunchy top diseases of bananas in the Central Highlands of South Vietnam. *Plant Disease Reporter* 53: 634-638
- 107 van Regenmortel M.H.V., Fauquet C.M., Bishop D.H.L., Cartens E., Estes M.K., Lemon S., Maniloff J., Mayo M.A., McGeoch D., Pringle C.R. & Wickner R.B. (eds). 1999. Virus taxonomy. Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Academic Press, New York.
- 108 Velasco-Magnaye L. & Eloja A.L. 1996. Some physical properties and suscept range of abaca mosaic virus. *Philippine Phytopathology* 2:22-30.
- 109 Vuylsteke D.R., Chizala C.T. & Lockhart BEL. 1996. First report of Banana Streak Virus Diseases in Malawi. *Plant Disease* 80: 224
- 110 Vuylsteke D.R., Hughes J.d'A. & Rajab K. 1998. Banana Streak Badnavirus and cucumber mosaic virus in farmers' fields in Zanzibar. *Plant Disease* 82: 1403
- 111 Wanitchakorn R., Harding R. & Dale JL. 1997. Banana Bunchy Top Virus DNA-3 encodes the viral coat protein. *Archives of Virology* 142: 1673-1680.
- 112 Wardlaw G. W. 1961. The virus diseases: bunchy top. *Banana Diseases including Plantains and Abaca*. Longman, Green, London, UK, 684p.
- 113 Wardlaw G. W. 1972. *Banana Diseases including Plantains and Abaca*. Longman, Green, London, UK, pp 68-115
- 114 Wu R.Y. & Su H.J. 1990. Production of monoclonal antibodies against banana bunchy top virus in diseases and their use in enzyme-linked immunosorbent assay. *Journal of Phytopathology* 128:203-208.
- 115 Wu R.Y. & Su H.J. 1991. Regeneration of healthy banana plantlets from banana bunchy top virus infected tissues cultured at high temperature. *Plant Pathology* 40:4-7
- 116 Wu R.Y., You, L.R. & Soong T.S. 1994. Nucleotide sequences of two circular single-stranded DNAs associated with banana bunchy top virus. *Phytopathology* 84:952-958
- 117 Yeh H.H., Su H.J. & Chao Y.C. 1994. Genome characterization and identification of viral-associated dsDNA component of banana bunchy top virus. *Virology* 198: 645-652
- 118 Yot-Dauthy D. & Bové J.M. 1999. Mosaïque du bananier. Identification et purification de diverses souches du virus. *Fruits* 21: 449-466
- 119 Xie W.S. & Hu J.S. 1995. Molecular cloning, sequence analysis, and detection of banana bunchy top virus in Hawaii. *Phytopathology* 85: 339-347.

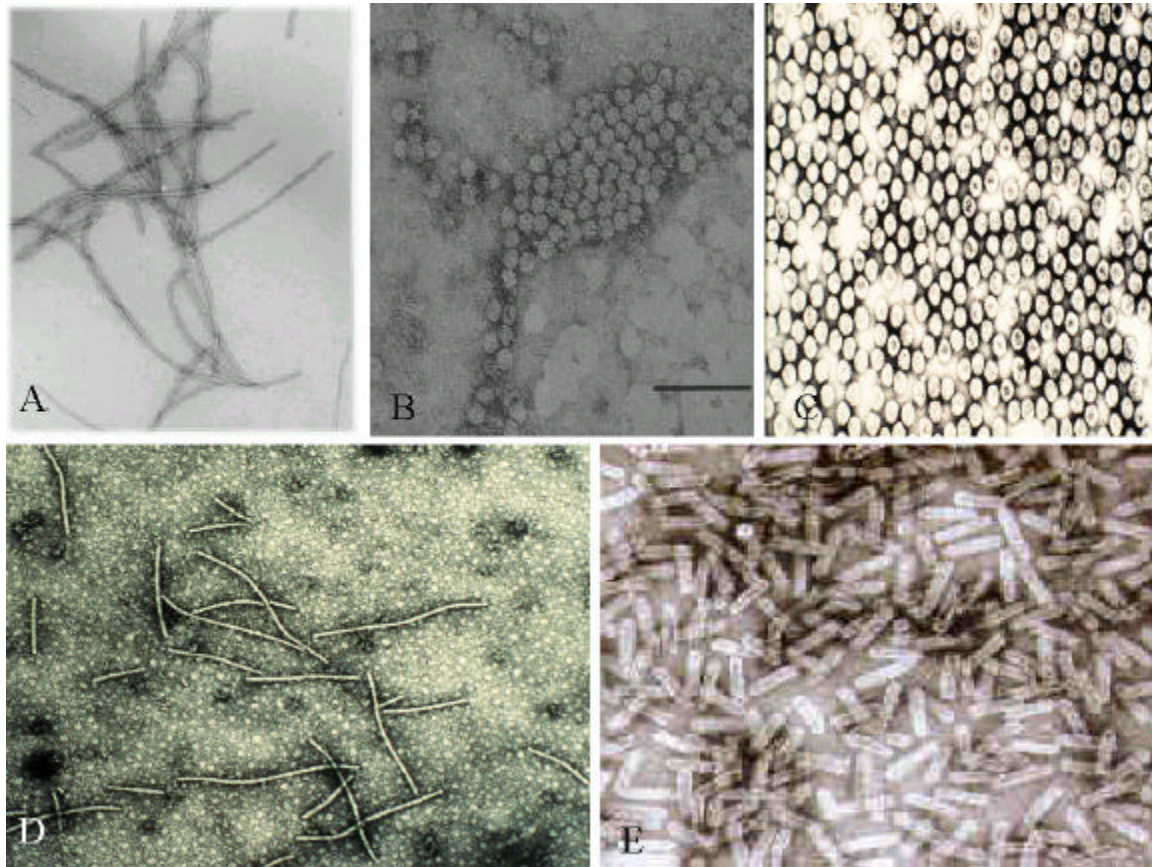
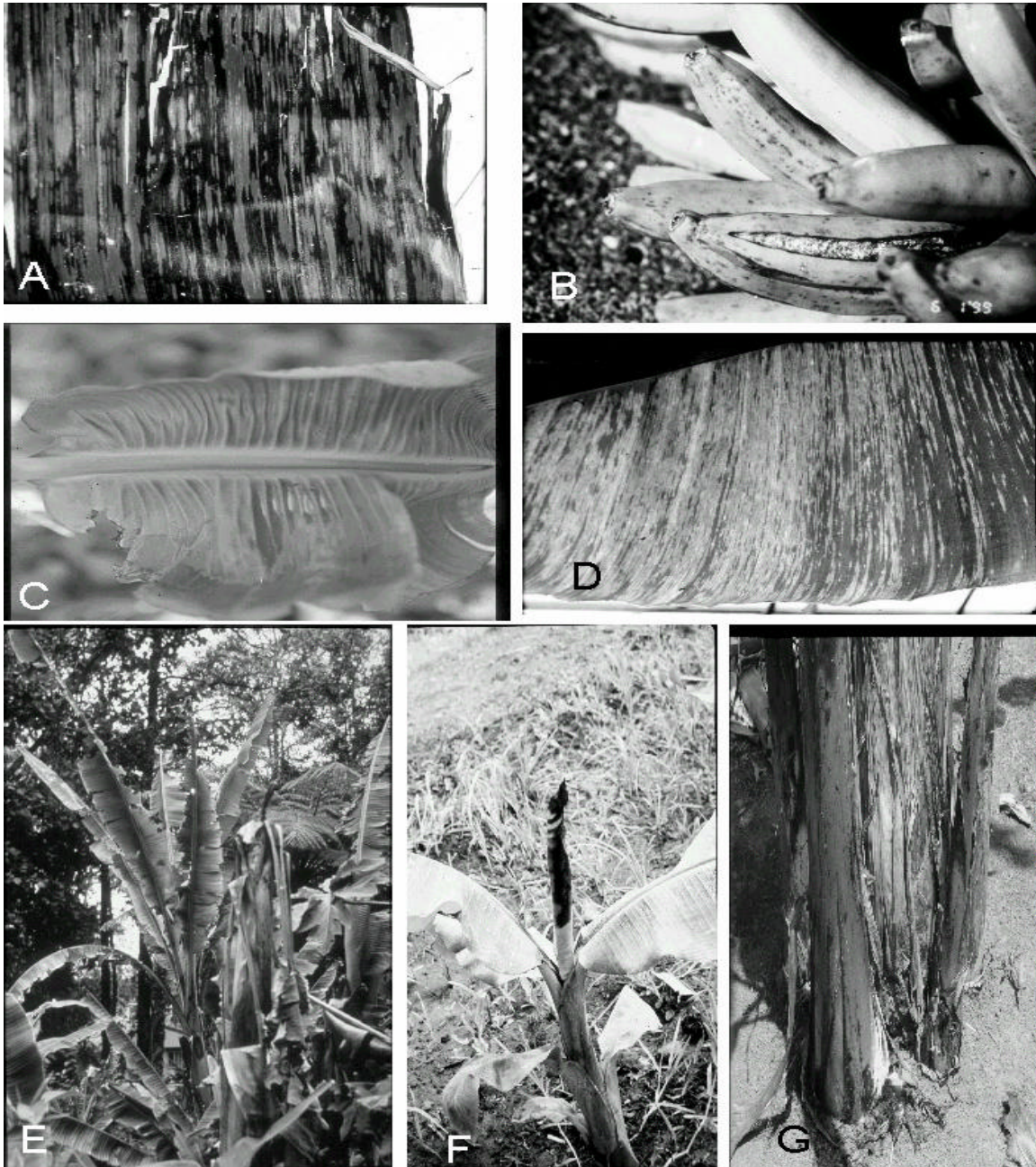
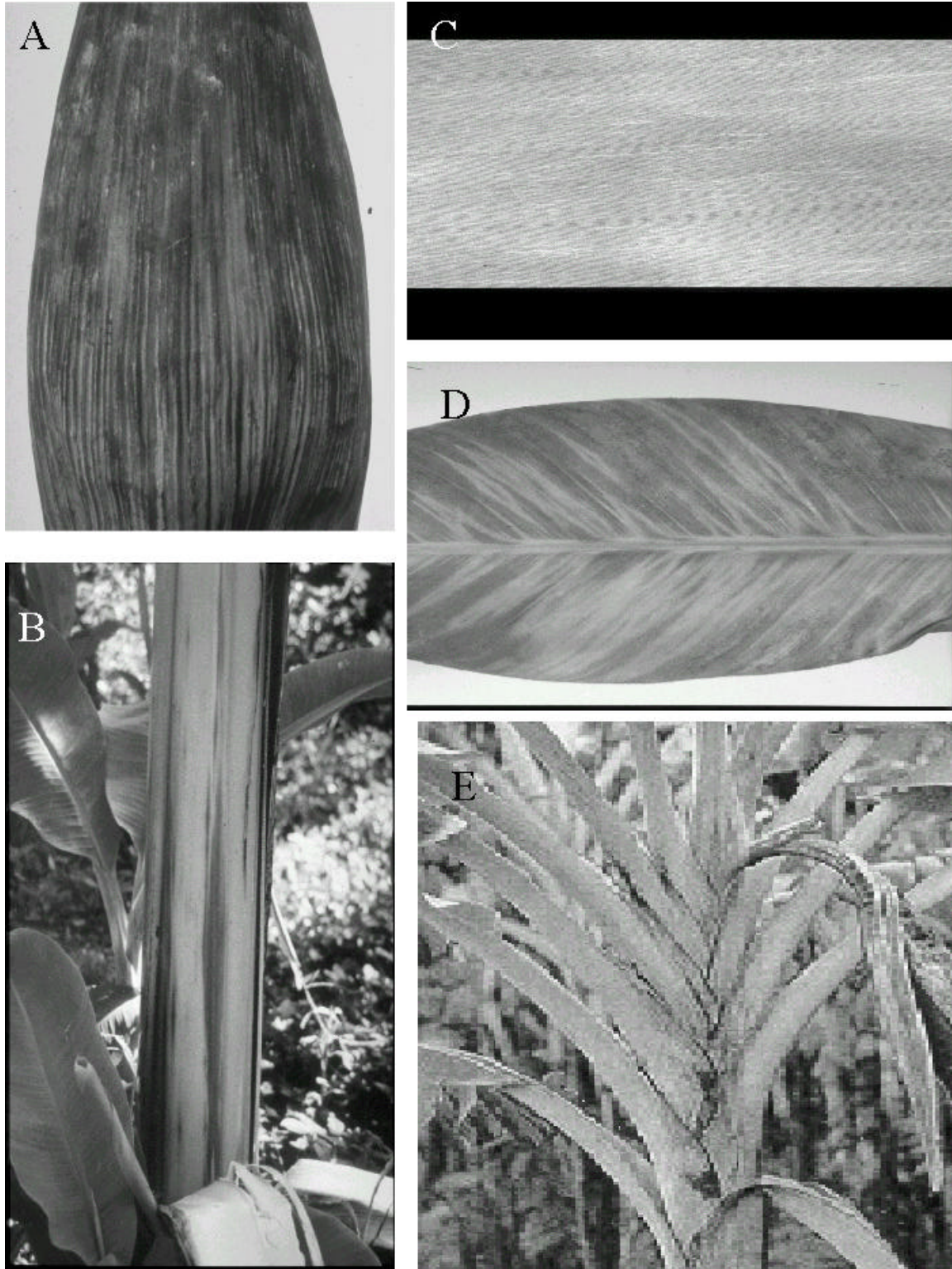


Figura 1. Partículas virales observadas al microscopio de transmisión. A- Partículas filamentosas, flexuosas de 725-750 nm de BBMV. B- Partículas isométricas de 18-20 nm de BBTV, C- Partículas isométricas de 28-30 nm de CMV. D- Partículas filamentosas de 580 nm de BanMMV. E- Partículas baciliformes de 130-150 nm sin envoltura de BSV. Fotos B y E son cortesía de J.E Thomas y B.E.L Lockhart respectivamente.



Fotografías A, D y E cortesía de J.E. Thomas y B.E.L. Lockhart.

Figura 2. Principales síntomas causados por los virus de *Musa*. A- BSV, estriado necrótico B- BSV, rayado y necrosis de la fruta. C- CMV, lamina foliar deformada y corrugada con nervaduras engrosadas y mosaico clorótico. D- BSV, estriado clorótico. E- BBTV, clorosis marginal de la lámina foliar, enanismo y apariencia racemosa y erecta de la planta., F- CMV, necrosis de la hoja candela. G- BSV, necrosis del pseudotallo y yaguas abiertas.



Fotografías C, D y E cortesía de J.E. Thomas y B.E.L. Lockhart.

Figura 3. Principales síntomas causados por los virus de *Musa*. A- BBMV, mosaico oscuro con fondo rojizo en las brácteas. B- BBMV, rayas rojizas en forma de huso en la base del tallo. C- BanMMV, rayado plateado en la lamina foliar. D- AbaMV, rayas ahusadas cloróticas paralelas a las venas secundarias de las hojas. E- BBMV, arreglo de las hojas en forma de abanico plano.