

16-10-13

## ENFERMEDADES VIRALES DE LA PALMA DE ACEITE EN EL SUROCCIDENTE COLOMBIANO Y SUS AGENTES CAUSALES

Francisco J. Morales, Iván Lozano, José A. Arroyave, Mauricio Castaño, Raúl Sedano y Ana C. Velasco

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

### RESUMEN

En 1998 se inició una investigación para determinar la etiología de dos enfermedades de aparente naturaleza viral, que afectan el cultivo de la palma africana de aceite en el suroccidente colombiano. La presencia de la 'mancha anular' se registró por primera vez en 1985, en el municipio de Tumaco, Nariño. Esta enfermedad afecta palmas jóvenes en los primeros 1-3 años de vida. Las plantas afectadas mueren rápidamente debido a una necrosis sistémica. Esta enfermedad se asoció consistentemente a la presencia de un virus filamentososo de aproximadamente 800 nm de longitud y 15 nm de diámetro, con un genoma sencillo compuesto por una molécula de ARN de aproximadamente 8.000 nucleótidos. La caracterización molecular parcial del virus mostró identidades del 51-67% en la secuencia de aminoácidos con respecto al ORF 1 de dos especies tentativas del género *Foveavirus*: el *Cherry green ringspot mottle virus* y el *Cherry necrotic rusty mottle virus*. También se observaron identidades de secuencia de aminoácidos del 40-62% para la misma región, entre el virus de la palma africana de aceite y los foveavirus *Apple stem pitting virus* y *Rupestris stem pitting-associated virus*. La segunda enfermedad viral, el 'anillo clorótico', no es letal, pero las plantas sintomáticas son destruidas por los agricultores. Esta enfermedad se observó en 1996 en el municipio de Tumaco, afectando también palmas jóvenes. El 'anillo clorótico' es causado por un virus filamentososo de aproximadamente 750 nm de longitud y 15 nm de diámetro, el cual induce inclusiones cilíndricas en el citoplasma de las células infectadas. El virus se transmitió mecánicamente a especies de gramíneas (maíz, caña de azúcar, sorgo y braquiaria). Secuencias parciales del genoma viral demostraron homologías del 90.8-95% con cepas del *Sugarcane mosaic virus*. Se discuten aquí algunas estrategias de control.

**Palabras claves:** *Elaeis guineensis*, Virus del mosaico de la caña de azúcar, foveavirus

### ABSTRACT

An investigation was initiated in 1998, to elucidate the etiology of two diseases of apparent viral nature in the southwestern African oil palm production region of Colombia. The 'ring spot' disease was first observed in 1985, in the municipality of Tumaco, Nariño, causing a lethal disease of young (1-3 year-old) palms. Electron microscopy of diseased foliar tissue extracts revealed the presence of filamentous virus-like particles, ca. 800 nm in length. Double-stranded RNA extractions made from diseased palms, led to the cloning and partial sequencing of viral genome fragments showing amino acid sequence identities of 51-67% with the corresponding genes of the tentative foveavirus species *Cherry green ringspot mottle virus* and *Cherry necrotic rusty mottle virus*. Lower but consistent amino acid sequence identities (40-62%) were observed in comparisons with two recognized foveaviruses: *Apple stem pitting virus* and *Rupestris stem pitting-associated virus*. The second disease, 'chlorotic ring', was first observed in 1996, also affecting young African oil palms in Tumaco. This disease is not lethal, but growers eliminate affected palms anyway. The disease is caused by a different filamentous virus ca. 750 nm in length. The virus was characterized as a species of the genus *Potyvirus*, namely a strain of *Sugarcane mosaic virus*. Possible virus transmission mechanisms and disease management practices are discussed here.

**Key words:** *Elaeis guineensis*, *Sugarcane mosaic virus*, foveavirus

### INTRODUCCIÓN

Colombia es el principal productor de palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) en las Américas, con un área estimada en 1999 de 150.399 hectáreas distribuidas en diferentes zonas del país (Fedepalma, 2000). En la zona occidental se cultivan unas 20,970 hectáreas de palma dentro del municipio de Tumaco, Nariño. Este municipio es importante no solo por contribuir un 14,0% de la producción total nacional de aceite de palma crudo, sino también desde el punto de vista socio-económico, ya que en el se encuentra la mayor concentración (85%) de pequeños productores de palma de aceite en el país.

Uno de los principales retos de los palmicultores colombianos han sido el de aumentar la productividad del cultivo y reducir los

costos de producción, con el fin de competir favorablemente en el mercado interno y externo. Entre los factores que más han incidido negativamente en la productividad del cultivo, están la incidencia de plagas y enfermedades. En el caso específico de la zona suroccidental, existen enfermedades desconocidas en otras zonas productoras de palma de aceite del país. En 1985, se registró la enfermedad conocida como 'mancha anular' en el municipio de Tumaco (Jiménez y Peña, 1988). Esta enfermedad se observó por primera vez en 1969 (Arévalo, 1988; Renard y Quillet, 1984), en la región amazónica (Tocache) del Perú. En 1974, la enfermedad se detectó en la región noroccidental del Ecuador, donde se le llamó 'amarillamiento letal' y 'moteado del cogollo' (Dzido et al, 1978; Chávez, 1988). Las pérdidas de palmas jóve-

nes en el Ecuador alcanzaron niveles de incidencia superiores a los 90% en algunas plantaciones. En Tumaco, la 'mancha anular' apareció hacia 1988 (Jiménez, 1988). La incidencia de la 'mancha anular' ha fluctuado entre el 2 y 45%, pero en los últimos años han ocurrido brotes de mayor gravedad en algunas plantaciones (Morales, 1998). Por lo general, la 'mancha anular' es una enfermedad letal que afecta palmas jóvenes en etapa de vivero y en los dos primeros años después de la siembra definitiva en plantaciones comerciales.

Los síntomas iniciales de la enfermedad se manifiestan como una clorosis y amarillamiento de las hojas más jóvenes de la planta (Figura 1a), algunas de las cuales presentan un moteado en los folíolos y en la base del raquis (Figura 1b). La hoja flecha puede o no

presentar necrosis sistémica (Figura 1c). La muerte de las palmas afectadas ocurre por la necrosis del meristemo o punto de crecimiento. Al cortar el estípide longitudinalmente, se observa la necrosis violácea del sistema vascular (Figura 1d).

En 1995, se observó una enfermedad diferente a la 'mancha anular' en viveros de palma de aceite en el occidente del Ecuador, a la cual se denominó 'anillo clorótico' (Chinchilla et al., 1995; Rivera et al., 1996). En 1996, se observó una enfermedad similar en el municipio de Tumaco (Morales, 1999). El síntoma más característico del "anillo clorótico", es la presencia de anillos en las hojas de palmas jóvenes (Figura 1e), así como diversos tipos de variegación en las hojas de las palmas afectadas (Figura 1 f, g) y en la parte inferior del raquis (menos frecuente que en el caso de la 'mancha anular'). A diferencia de la 'mancha anular', el 'anillo clorótico' no mata las palmas de aceite afectadas, pero los agricultores eliminan las palmas enfermas como una medida sanitaria.

El objetivo de estas investigaciones fue el de identificar los agentes causales de estas enfermedades de la palma de aceite en el municipio de Tumaco, con el fin de diseñar medidas de control y así evitar mayores pérdidas de producción y su diseminación a otras zonas productoras de aceite de palma en el país.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras fueron recolectadas en el municipio de Tumaco por el autor principal o por personal del Centro Colombiano de Investigación de Palma de Aceite (CENIPALMA) y de algunas plantaciones comerciales. La mayor parte del tejido afectado y sano utilizado provino de hojas flecha de palmas de aceite africanas de uno a dos años de edad. Los tallos de todas las palmas afectadas por 'mancha anular', seleccionadas para esta investigación, se cortaron en secciones para confirmar la presencia de la necrosis violácea asociada con esta enfermedad. El tejido seleccionado se procesó fresco o fue conservado a -80°C hasta el momento de utilizarse. Se analizó también una muestra foliar obtenida de una palma silvestre del género *Bactris* (tentativamente identificada como *B. setulosa*) que presentaba síntomas de amarillamiento foliar similares a los descritos para la 'mancha anular' de la palma de aceite africana. Asimismo se incluyeron en todas las pruebas muestras de palmas de aceite africanas libres de síntomas.

### Pruebas de patogenicidad

Las inoculaciones mecánicas se hicieron utilizando extractos obtenidos de tejido de hoja flecha afectada por mancha anular, diluido 1:4 ó 1:10 (peso/volumen) en agua destilada estéril o tampón preparado a una concentración de 0,5 ó 0,1 M de fosfato de

potasio, pH 7,5, con 0,5 g de sulfito de sodio y 1 mM dietil-ditiocarbamato de sodio (DIECA).

Las siguientes especies y variedades: *Chenopodium album*, *C. amaranticolor*, *C. quinoa*, *C. murale*, *Elaeis guineensis*, *Nicotiana benthamiana*, *N. tabacum* cv 'Samsun', *Sorghum bicolor* cv'. Rio, y *Zea mays*, se inocularon en el caso de la 'mancha anular'. El rango de hospederos del agente causal del 'anillo clorótico' se estableció usando las siguientes especies y variedades: *Avena sativa* cv. Clintland, *Brachiaria brizantha* CIAT 26646, *Chenopodium amaranticolor*, *C. murale*, *C. quinoa*, *Cucumis sativus*, *Datura stramonium*, *Elaeis guineensis*, *Glycine max* cv. Mandarin y Clark, *Nicotiana benthamiana*, *N. tabacum* cv. Samsun, *Panicum maximum* CIAT 673, 6172 y 6299, *Sorghum bicolor* cvs Atlas, Rio, Texas 2786 y Trudex, *Phaseolus vulgaris* cv. Bountiful, *Sacharum officinarum* CP-57-603, *S. halepense*, *Vigna unguiculata* cv. Blackeye, y *Zea mays* cv. Sikuanis. En todas las pruebas se inoculó un promedio de cinco plantas por especie o variedad.

### Microscopía electrónica

Para la observación directa de muestras en un microscopio de transmisión JEOL JEM-1010, extractos de tejido de palmas de aceite enfermas y sanas se tiñeron negativamente en acetato de uranilo al 2%, pH 3,7. Para los estudios de citopatología, se seleccionó tejido foliar de palmas de aceite enfermas y sanas y se procedió según la técnica descrita anteriormente (Morales et al., 1990). Los cortes ultra-finos se obtuvieron con una cuchilla de diamante empleando un ultra-microtomo MT 6000 Sorval.

### Electroforesis

Se extrajeron ARNs de doble cadena (dc) de plantas de palma de aceite sanas y afectadas por la 'mancha anular' y el 'anillo clorótico', de acuerdo al procedimiento de Dodds y Bar-Joseph (1993). Se estimaron los pesos aproximados del ARNdc usando un patrón de ADN (1 Kb) (Gibco BRL). La muestra de *Bactris* sp. se procesó siguiendo el mismo procedimiento.

### Extracción de ácidos nucleicos, síntesis de ADNc, clonación y secuenciación

Las técnicas de extracción, síntesis de ADN complementario y clonación utilizadas en estas investigaciones, han sido publicadas en detalle (Morales et al., 2002 a, b). La secuenciación se llevó a cabo con un secuenciador automático de ADN ABI PRISM 377 (Perkin Elmer). Las secuencias obtenidas se analizaron empleando el programa BLAST del Centro Nacional de Información, Instituto Nacional de Salud, Bethesda, MD, USA).

## RESULTADOS

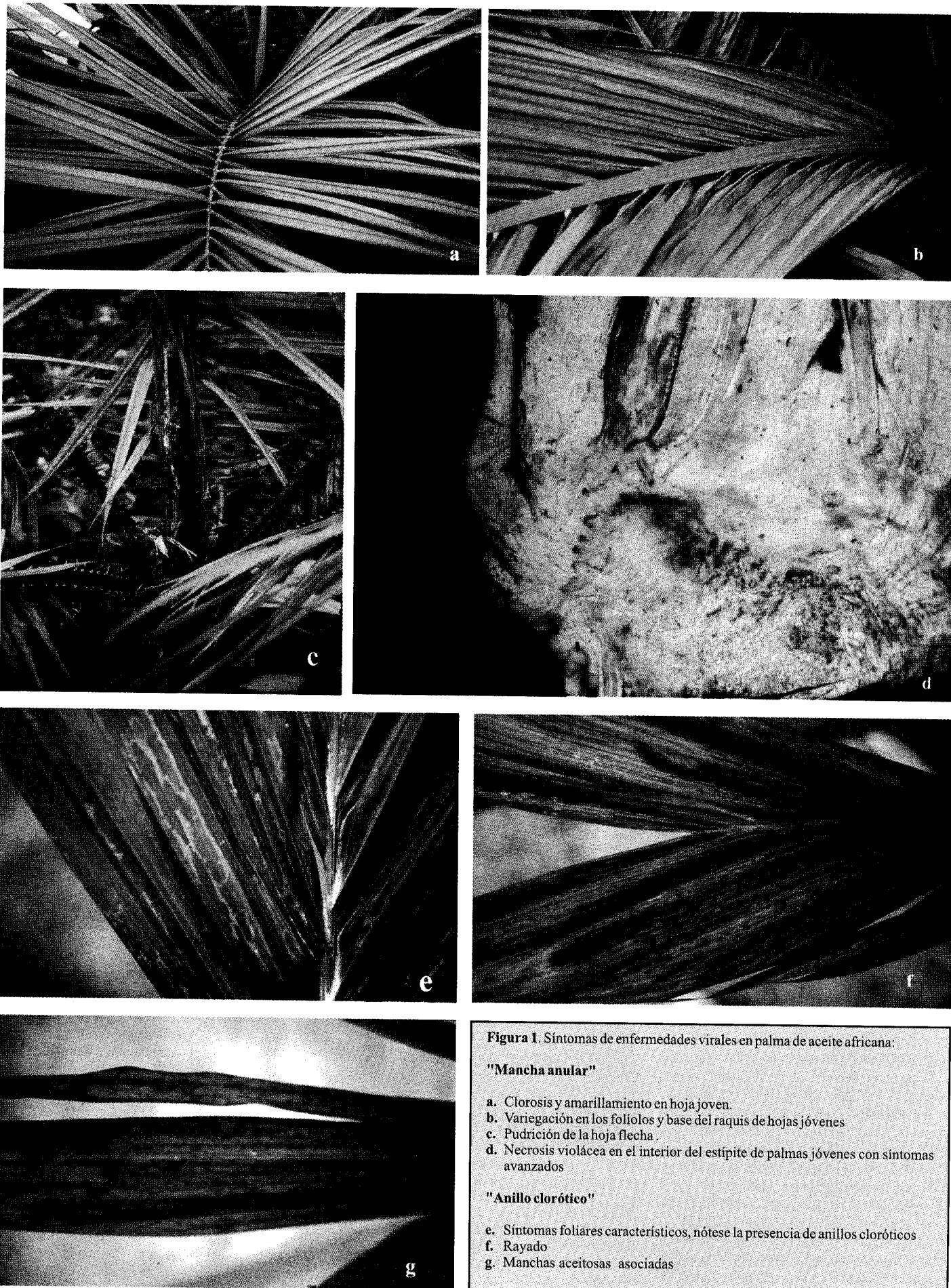
La observación directa al microscopio electrónico de extractos foliares de palmas afectadas por 'mancha anular', reveló consistentemente (aunque en baja concentración) la presencia de partículas filamentosas de aproximadamente 800 nm de longitud y 15 nm de diámetro (Figure 2a). Partículas similares de aproximadamente 750 nm de longitud y 15 nm de diámetro, se observaron en todas las muestras foliares tomadas de palmas jóvenes afectadas por 'anillo clorótico' (Figure 2b). También se observaron partículas filamentosas (v) dispersas en el citoplasma de células de hoja de palmas de aceite afectadas por 'mancha anular' (Figura 2c). La citopatología practicada a las plantas afectadas por 'anillo clorótico', reveló la presencia de 'agregados laminares' (al), a menudo asociados a partículas (v) virales (Figure 2d), característicos de especies de potyvirus, sub-división II (presencia de inclusiones cilíndricas y agregados laminares). No se observaron partículas filamentosas en extractos de tejido o secciones de tejido de varias palmas de aceite africanas asintomáticas, utilizadas como controles libres de virus.

Ninguna de las especies vegetales inoculadas mecánicamente con extractos de palmas afectadas por 'mancha anular', desarrolló síntomas o mostró al microscopio electrónico la presencia de partículas similares a virus. Las plantas de palma de aceite inoculadas se mantuvieron bajo observación durante un año, pero ninguna de las 10 plántulas inoculadas por métodos estándar o inyección, expresó síntomas.

De los 24 genotipos inoculados con extractos de palmas afectadas por 'anillo clorótico', solo cuatro especies de gramíneas: *B. brizantha* (braquiaria), *S. officinarum* (caña de azúcar), *S. bicolor* (sorgo) cvs. Rio y Trudex, y *Z. mays* (maíz), desarrollaron síntomas de mosaico y mostraron partículas virales en exámenes de microscopía electrónica. Eventualmente se logró transmitir el virus de sorgo a palma de aceite africana, por medios mecánicos.

La extracción y electroforesis del RNAdc de palmas de aceite africanas afectadas por la 'mancha anular' reveló la presencia de una banda predominante (Figura 3) de aproximadamente 8.034 pares de bases (pb), y ocasionalmente dos bandas menores de aproximadamente 7.171 y 5.854 pb, probablemente sub-productos de la molécula predominante. La muestra de hoja de la palma sintomática de *Bactris* sp. produjo un patrón de banda similar, con una especie de ARN predominante de aproximadamente 8.135 pb.

En el caso del anillo clorótico, solo se observó una banda de aproximadamente 10.000 pb (Figura 3). Extractos de tejido de palma afectada por 'anillo clorótico' reaccionaron en pruebas serológicas (ELISA) con el monoclonal comercial específico para detectar potyvirus.



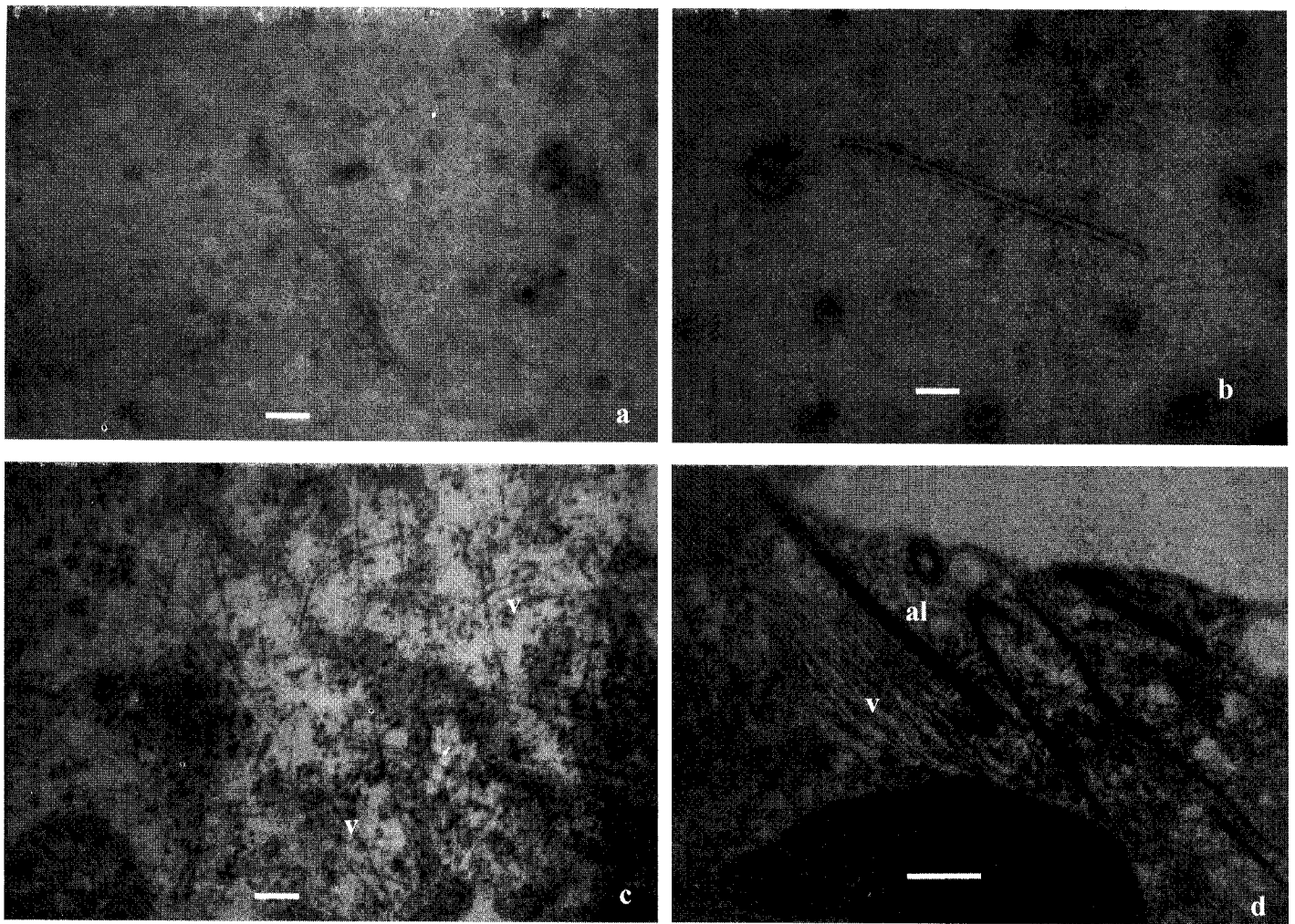
**Figura 1.** Síntomas de enfermedades virales en palma de aceite africana:

**"Mancha anular"**

- a. Clorosis y amarillamiento en hoja joven.
- b. Variegación en los foliolos y base del raquis de hojas jóvenes
- c. Pudrición de la hoja flecha.
- d. Necrosis violácea en el interior del estipite de palmas jóvenes con síntomas avanzados

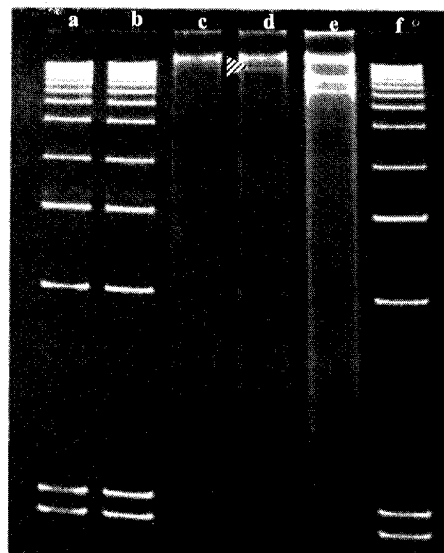
**"Anillo clorótico"**

- e. Síntomas foliares característicos, nótese la presencia de anillos cloróticos
- f. Rayado
- g. Manchas aceitosas asociadas



**Figura 2** Partículas virales y cortes ultrafinos de tejidos de palma de aceite africana: a. Partículas filamentosas características de los virus de la 'mancha anular' (barra c.a. 100 nm). b. Partículas filamentosas características de los virus del 'anillo clorótico' (barra c.a. 100 nm). c. Partículas filamentosas (v) observadas en el citoplasma de células de hoja de palma de aceite africana afectada por 'mancha anular' (barra c.a. 150 nm). d. Agregados laminares (al) y partículas virales (v) en el citoplasma de células foliares de palma de aceite africana infectada por el potyvirus causal del 'anillo clorótico' (barra c.a. 500 nm').

En el caso de la 'mancha anular', se secuenciaron veinticinco clones, lo cual produjo dos conjuntos de secuencias solapadas de un solo clon. El primer conjunto de 15 clones produjo una secuencia continua de 3.491 pb. Este fragmento tenía una identidad de secuencia de aminoácidos (aa) del 51% con la correspondiente al ORF 1 próximo del extremo 5' del *Cherry green ringspot mottle virus* (CGRMV) y *Cherry necrotic rusty mottle virus* (CNRMV). El CGRMV es una especie tentativa del género *Foveavirus* (Regenmortel et al., 2000) y el CNRMV está estrechamente relacionado con el CGRMV (Rott y Jelkmann, 2001). La similitud de secuencia de aa para esta región ORF 1 del virus de la palma de aceite africana fue del 70 y 69% comparada con el CGRMV y el CNRMV, respectivamente. Similitudes del 62 y 61% se obtuvieron en comparaciones con las secuencias de aa correspondientes a la ORF 1 próxima del *Apple stem pitting virus* (ASPV) y el *Rupestris stem pitting associated virus* (RSPaV), las dos especies reconocidas del actual género *Foveavirus* (Regenmortel et al., 2000). El segundo conjunto de nueve clones solapados con una secuencia continua de 1.667 pb mostró identidades de secuencia de aa de



**Figura 3.** Patrones electroforéticos de ARN de doble cadena de extractos de palma de aceite africana y marcadores 1Kb ADN Ladder (GIBCO, BRL). a,b,f marcadores. c. Hoja flecha de planta sana. d. Extracto de hoja flecha afectada por 'anillo clorótico' (banda de 10.000pb, triángulo). e. Extracto de hoja flecha afectada por 'mancha anular'.

67% con la región ORF 1 3' terminal del CGRMV y CNRMV. La similitud de secuencia de aa para esta región fue del 78% con estos dos foveavirus tentativos.

Dos de los sub-clones obtenidos de palmas afectadas por 'anillo clorótico', correspondían a fragmentos de la proteína de la inclusión nuclear (NIb) del genoma de los potyvirus. Un análisis comparativo de la secuencia de aa de estos fragmentos revelaron homologías del 77% y 70% con regiones correspondientes del *Virus del mosaico de la caña de azúcar* (SCMV) cepas A (GenBank Acc.U84579) y Bulgaria (GenBank Acc. AJ001691), respectivamente. La alineación óptima de 232 nucleótidos pertenecientes a la región no traducida del extremo 3' (UTR), mostró una homología del 90% a nivel de nucleótidos, con la cepa MDB del SCMV (GenBank Acc. D00949). La secuencia parcial de un pequeño fragmento de 44 nucleótidos perteneciente a la cápside del virus, mostró homologías mayores del 95% con el SCMV-MDB y otras cepas del SCMV.

## DISCUSIÓN

Se demostró en esta investigación que la 'mancha anular' de la palma de aceite africana en Colombia está asociada con un virus filamentoso relacionado con especies reconocidas y tentativas del género *Foveavirus* (Zhang et al., 1998; Regenmortel y colaboradores, 2000; Rott y Jelkmann, 2001). Sin embargo, es posible que este género de virus pueda ser reorganizado taxonómicamente en un futuro próximo, debido a las evidentes diferencias genéticas que existen entre las diversas especies de virus que lo integran están asociadas a este género actualmente. Una característica importante del virus de la palma de aceite africana, denominado en lo sucesivo Virus de la mancha anular de la palma de aceite africana (AOPRV), es su rápida diseminación durante ciertos años y épocas del año. Este patrón epidemiológico es interesante, considerando que los foveavirus no tienen vectores biológicos conocidos (Regenmortel et al, 2000) y la palma de aceite africana no requiere tratamientos culturales de ninguna clase, tales como injertos o podas, durante los primeros tres años de edad. Basados en la observación que la enfermedad de la mancha anular de la palma de aceite africana se difunde más rápidamente durante épocas de precipitación relativamente baja, no puede descartarse en este momento la posible existencia de un vector artrópodo. También se debe tener en cuenta la posibilidad de que otros géneros de palmas nativos actúen como reservorios del virus. En todo caso, se recomienda no efectuar ningún tipo de poda en palmas jóvenes menores de tres años, y no hacer aplicaciones de insecticidas en las plantaciones establecidas. Como medida preventiva, se puede proteger las plántulas durante el primer año con un insecticida sistémico.

En relación a la segunda enfermedad viral de la palma de aceite africana en Colombia, esta investigación ha demostrado que el 'anillo clorótico' en el suroccidente de Colombia, es causado por una cepa del *Virus del mosaico de la caña de azúcar* (SCMV). Vale la pena destacar la existencia de potyvirus también pertenecientes a la subdivisión II en otras especies de palmas, tales como la palma real cubana (Thomas et al, 1993) y la palma de abanico mejicana en Australia y los Estados Unidos (Mayhew y Tidweel, 1978), respectivamente. El potyvirus de palma de aceite descrito en la India (Solomon y Babu, 1998), induce inclusiones citoplasmáticas diferentes (ringletes y rollos) característicos de la subdivisión I de los potyvirus (Edwardson y Christie, 1991). Las inclusiones citoplasmáticas observadas en palma de aceite africana en el Ecuador (Chinchilla et al, 1995) son similares a las descritas en este trabajo. La identificación de una cepa del SCMV como el agente causal del 'anillo clorótico' de la palma de aceite africana, está

de acuerdo al rango de patogenicidad observado en esta investigación. Este hecho, sin embargo, dificulta el control del virus debido al gran número de gramíneas hospederas que posee el SCMV, y a las diversas especies de áfidos que transmiten estos virus de manera no-persistente (Persley, 1996). En el caso del 'anillo clorótico', parece no existir un proceso de transmisión biológica eficiente entre las gramíneas huéspedes del virus y la palma de aceite africana, ya que la incidencia de esta enfermedad en el municipio de Tumaco se mantiene baja. De todas formas se recomienda mantener los alrededores de los cultivos de palma libres de gramíneas silvestres o cultivadas. La recomendación actual de reemplazar gramíneas por leguminosas en las plantaciones de palma de aceite africana como cobertura vegetal, ayudaría al control del 'anillo clorótico'. El control químico de potyvirus no es aconsejable, ya que los insecticidas no pueden prevenir la transmisión de estos virus.

Estas investigaciones demuestran que existen dos enfermedades virales de la palma de aceite africana en el suroccidente de Colombia. A pesar de que la 'mancha anular' es una enfermedad letal y el 'anillo clorótico' no lo es, la incidencia de cualquiera de estas dos enfermedades obliga a la eliminación de las palmas jóvenes infectadas. Esperamos que estas investigaciones faciliten el diagnóstico de estas dos enfermedades de la palma de aceite, para que se puedan adoptar las medidas adecuadas de control.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue posible gracias al apoyo logístico y financiero del Centro Colombiano de Investigación de la Palma de Aceite (CENIPALMA) y del CIAT. Se reconoce especialmente el apoyo administrativo de su Director, Dr. Pedro León Gomez, y la ayuda logística del Dr. Hugo Calvache y de los ingenieros agrónomos de CENIPALMA, CORPOICA y empresas palmeras del municipio de Tumaco, cuya ayuda facilitó el desarrollo de estas investigaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arévalo, E. 1988. Principales enfermedades de la palma aceitera en Tocache, Perú. En: Ramakrishna B (ed) VI Seminario Problemas Fitopatológicos de la Palma Africana. Prociandino, Bucaramanga, Colombia. p 117-133

Chávez, F. 1988. Enfermedades presentes en la palma africana en Ecuador y su incidencia. In: Ramakrishna B (ed) VI Seminario Problemas Fitopatológicos de la Palma Africana Prociandino, Bucaramanga, Colombia. pp 113-116

Chinchilla, C., Rivera, C., Moreira, L. y Pereira, R. 1995. Síntomas asociados a virus en viveros de palma aceitera en

Ecuador. Informe Especial ASD, Costa Rica, 10 p.

Dodds, J. A., y Bar-Joseph, M. 1993. Double-stranded RNA from plants infected with closteroviruses. *Phytopathology* 73: 419-423

Dzido, J. L., Genty, P. Y' Ollagnier, M. 1978. Les principales maladies du palmier à huile en Equateur. *Oléagineux* 33: 55-60.

Edwardson, J. R. y Christie, R. G. 1991. The Potyvirus Group. Volume I. Monografía No. 6-I. Agric. Exp. Sta., IFAS, University of Florida, Gainesville. 347 p.

Fedepalma. 2000. Anuario estadístico 2000. 120 p.

Jiménez, O. D. 1988. Mancha anular de la palma africana de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Colombia. *Ascolfi Informa* 14: 55-57.

Jiménez, O. D. y Peña, E. A. 1988. Amarillamiento sorpresivo de las hojas jóvenes de la palma africana. *Ascolfi Informa* 14: 21-24.

Mayhew, D. E., y Tidweel, T. E. 1978. Palm mosaic. *Plant Disease Reporter*, 62: 803-806.

Morales, F. J., Niessen, A. I., Ramirez, B. C. y Castaño, M. 1990. Isolation and partial characterization of a geminivirus causing bean dwarf mosaic. *Phytopathology* 80:96-101.

Morales, F. J. 1998. La mancha anular de la palma de aceite: Avances de Investigación. *Ceniavances* No.53, 4 p.

Morales, F. J. 1999. Investigación sobre la posible etiología viral de la "mancha anular" de la palma de aceite en Colombia. Informe técnico final. CENIPALMA, 11p.

Morales, F. J., Lozano, I., Sedano, R., Castaño, M., y Arroyave, J. 2002a. Partial characterization of a potyvirus infecting African Oil Palm in South America. *Journ Phytopathology* 150: 297-301.

Morales, F. J., Lozano, I., Velasco, A.C., y Arroyave, J.A. 2002b. Detection of a fovea-like virus in African oil palms affected by a lethal 'ring-spot' disease in South America. *Journ Phytopathology* 150: 611-615

Persley, D. M. 1996. Sugarcane mosaic potyvirus. Pp. 1204-1207. In: Brunt A, K. Crabtree, M. Dallwitz, A. Gibbs, y Watson, L. (eds), *Viruses of Plants*, pp. CAB International, University Press, Cambridge, UK.

Regenmortel, M. H. V. van ; Fauquet, C. M. ; Bishop, D. H. L. ; Carstens, E. B. ; Estens, M. K.; Lemon, S. M. ; Maniloff, J.; Mayo M. A; McGeoch D. J.; Pringle C. R., and Wickner R. B. 2000. *Virus Taxonomy: Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of viruses*. Academic Press, New York. 1162 p.

Renard, J. L. Y Quillec, G. 1984. Les maladies graves du palmier à huile en

- Afrique et en Amérique du Sud. *Oleagineux* 39: 57-62.
- Rivera, C., Pereira, R., Moreira, L. y Chinchilla, C. 1996. Detection of potyvirus-like particles associated with oil palms (*Elaeis guineensis*) in Ecuador. *Plant Disease* 80: 1301.
- Rott, M. E. y Jelkmann, W. 2001. Complete nucleotide sequence of cherry necrotic rusty mottle virus. *Archives of Virology* 146:395-401.
- Solomon, J. J. y Babu, M. K. 1998. Incidence of potyvirus disease in oil palm nursery seedlings. *Journal of Oil Palm Research* 10: 52-56.
- Thomas, J. E., Kessling, A. F., Pearson, M. N. y Randles, J. W. 1993. A potyvirus Isolated from Cuban royal palm (*Roystonea regia*) in Queensland. *Australasian Plant Pathology*. 22: 68-71.
- Zhang, Y. P., Kirkpatrick, B. C., Smart, C. D. y Uyemoto, J. K. 1998. cDNA cloning and molecular characterization of Cherry green ring mottle virus. *Journal of General Virology* 79: 2275-2281.

Reprinted with permission from Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines ASCOLFI. Originally published in *Fitopatología Colombiana* 26(1-2): 81-86, Copyright 2002.