

PRIMER REPORTE DE LA RAZA D DEL VIRUS DEL MOSAICO DE LA CAÑA DE AZUCAR INFECTANDO CAÑA DE AZUCAR EN VENEZUELA

Mario José Garrido¹ y Rafaela Cuello de Uzcátegu²

¹ Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Botánica Agrícola y Departamento de Química y Tecnología, Apartado 4579, Maracay 2101, Venezuela.

² Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Centro de Microbiología y Biología Celular, Laboratorio de Biotecnología y Virología Vegetal, Apartado 21827, Caracas 1020, Venezuela.

Aceptado para publicar: Febrero 10, 2000.

ABSTRACT

GARRIDO, M.J., and R. CUELLO de UZCATEGUI. 2000. First report of sugarcane mosaic potyvirus strain D in sugarcane in Venezuela. FITOPATOLOGIA 35(1): 59-65.

In an experimental plot of sugarcane (*Saccharum* spp.) in Maracay, Aragua state, an apparently viral disease was observed. Affected plants of the cultivar C5-71 showed severe symptoms of mosaic. The disease was mechanically transmitted to some differential hosts for its identification. Electron microscopy revealed flexuous rods 762 nm long. Cytoplasmic inclusions of the pinwheel, scroll, and laminated aggregates types were found in cells of maize infected with the virus. The dilution end point of the virus was 10^{-3} - 10^{-4} , the thermal inactivation point was

55-60°C, and the longevity in vitro was 24-36 h at 23 °C. In agar gel double diffusion serological test using polyclonal antisera against sugarcane mosaic potyvirus (SCMV) strains A and D, and maize dwarf mosaic potyvirus (MDMV) strains A and V, the virus was more closely related to SCMV-D, distantly related to SCMV-A and MDMV-V, and not related to MDMV-A. The virus was transmitted from sorghum to sorghum in a non-persistent manner by the aphid *Rhopalosiphum maidis*, but it was not transmitted through sorghum seed. On the basis of these results the virus was identified as an isolate of SCMV-D naturally infecting sugarcane in Venezuela.

Additional keywords: SCMV-D

INTRODUCCION

La caña de azúcar (*Saccharum* spp.) es un cultivo que reviste gran importancia desde el punto de vista agrícola en Venezuela, y representa uno de los cultivos con mayor valor de la producción nacional. Sin embargo, en los últimos años se ha observado una disminución en su producción (10). Son varios los factores que han determinado esta situación, entre los cuales se encuentran las enfermedades.

En Venezuela, la caña de azúcar es infectada por numerosos agentes patógenos, tales como virus, hongos, bacterias y nematodos, que le causan enfermedades de diversa importancia económica

(11,12). Las enfermedades virales que afectan a este cultivo, aunque pocas, constituyen un problema en Latinoamérica y en otros países productores, a pesar del conocimiento que se tiene de los virus que la afectan y los progresos alcanzados en la obtención de cultivares resistentes (3). En Venezuela, sólo ha sido identificado el virus del mosaico de la caña de azúcar (sugarcane mosaic virus, SCMV), el cual reviste especial interés debido a las pérdidas que puede ocasionar y porque en la mayoría de los casos no se posee suficiente material resistente para todas sus razas (12,16).

El mosaico de la caña de azúcar es, probablemente, la más cosmopolita de todas las virosis que afectan a las gramíneas, pudiéndose presentar en

cualquier parte del mundo donde se encuentren especies susceptibles. El SCMV es un miembro del grupo potyvirus, se transmite fácilmente por inoculación con savia y por varias especies de áfidos. Presenta numerosas razas y puede infectar al sorgo (*Sorghum bicolor*), maíz (*Zea mays*) y muchas especies de gramíneas silvestres y cultivadas (20). En Venezuela sólo han sido identificadas las razas A, B y H del SCMV afectando caña de azúcar (13,14), aunque se presume la existencia de otras, además de otros virus (11; Ordosgoitti, A., comunicación personal).

Recientemente, se observó en el campo experimental del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), en Maracay, Edo. Aragua, que varias plantas del cultivar de caña de azúcar C5-71 exhibían síntomas característicos de infección viral. Un aislamiento tomado de estas plantas fue inoculado mecánicamente a varios hospedantes diferenciales para su identificación, observándose síntomas distintos a los causados por las razas del SCMV identificadas hasta ahora en Venezuela afectando a caña de azúcar. Por esta razón, se consideró de interés realizar esta investigación, con la finalidad de identificar la raza viral presente.

MATERIALES Y METODOS

Aislamiento viral. El aislamiento viral en estudio (AVEE) fue obtenido de follaje de caña de azúcar cv C5-71 que exhibía síntomas de mosaico severo, característicos de infección viral. Este aislamiento fue propagado por transferencias periódicas mediante inoculación mecánica en plantas de sorgo cvs. Chaguaramas-7 y Río.

Siembra, inoculación y mantenimiento de plantas. Todos los hospedantes fueron sembrados en materos plásticos de 425 ml de capacidad, los cuales contenían una mezcla de tierra negra, arena y turba en la proporción 3:1:1 (v/v), respectivamente, desinfectada mediante calor húmedo. Las semillas, en todos los casos, fueron colocadas en cámaras húmedas para que iniciaran la germinación. Posteriormente, fueron sembradas 3-5 semillas en cada matero. Para el caso de la caña de azúcar se sembraron esquejes con dos yemas viables por matero.

El AVEE fue inoculado mecánicamente siguiendo la metodología que usualmente es utilizada para transmitir virus de plantas (25). Después de la inoculación, las plantas fueron transferidas a un

cobertizo para plantas enfermas, protegido contra insectos, con temperatura controlada a 26-28 °C y 65-75% HR. De cada hospedante diferencial fueron inoculadas 20-30 plantas. La última observación de los síntomas fue realizada a los 21 días después de la inoculación. Como chequeo rutinario, follaje de los hospedantes que no mostraban síntomas al momento de la evaluación final, fue reinoculado sobre plantas de maíz Ohio-28 en estado de 2-3 hojas, para determinar si se trataba de un portador asintomático.

Hospedantes diferenciales. Fue utilizado el grupo de hospedantes propuesto por Gingery & Gordon (7) para identificar los principales virus que son transmisibles mecánicamente al maíz, ya que algunos de ellos también infectan a la caña de azúcar (Cuadro 1). Además, se utilizó el grupo de cultivares de sorgo propuesto por Tosic & Ford (23) para diferenciar razas del SCMV y del virus del mosaico enanizante del maíz (maize dwarf mosaic virus, MDMV) (Cuadro 2). Igualmente, los cultivares de caña de azúcar CP-31294 y CP-31588, utilizados tradicionalmente para identificar razas del SCMV (1,20).

La semilla de estos hospedantes fue suministrada por D. T. Gordon (Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, OH, EE.UU.), D. M. Persley (DPI, Plant Pathology Branch, Indooroopilly, Q1, Australia) y A. Ordosgoitti (CENIAP, Departamento de Protección Vegetal, Maracay, Venezuela).

Microscopía electrónica. Hojas de plantas de maíz 'Ohio-28' después de 15 días de haber sido inoculadas mecánicamente con el AVEE fueron utilizadas para realizar preparaciones de enjuague ("dipping") y clarificados virales concentrados, para observar la forma y tamaño de las partículas (8). El estudio ultraestructural de los tejidos infectados con el virus fue realizado con plantas de maíz del mismo cultivar y se siguió la metodología citada por Garrido et al. (6). Muestras de hojas de maíz sanas, del mismo cultivar y de la misma edad, fueron tratadas idénticamente con el fin de establecer comparaciones.

Serología. Se utilizó la técnica de doble difusión en agar (15) y antisueros policlonales contra el SCMV razas A y D (SCMV-A y SCMV-D) y MDMV razas A y V (MDMV-A y MDMV-V). Los antisueros fueron suministrados por R. W. Toler (Texas A & M University, Texas, EE.UU.) y por M. J. Garrido (UCV, Facultad de Agronomía, Maracay, Venezue-

la). Como antígenos se emplearon savia de plantas infectadas con el AVEE, MDMV-A, MDMV-V, SCMV-A, SCMV-B y savia de plantas sanas (testigo), para determinar relaciones serológicas con fines de identificación. Estos antígenos fueron preparados de acuerdo a la técnica inicialmente mencionada (15).

Transmisión por áfidos. Se utilizaron individuos ápteros del áfido verde del maíz, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), provenientes de una cría sana. Inicialmente se les sometió a un período de ayuno por 60 min y luego se les permitió un período de acceso a la adquisición de 1-10 min y un período de acceso a la inoculación de 120 min. Se utilizaron 10 plantas de sorgo cv. Atlas en estado 4-5 hojas y 15-20 áfidos por planta.

Transmisión por semilla. Para esta prueba fueron inoculadas plantas de sorgo cv. Río con el AVEE cuando presentaban 2-3 hojas, y durante todo su ciclo fueron mantenidas en un invernáculo para plantas enfermas. Una vez madura la semilla, las panojas fueron cosechadas y colocadas a secar por 15 días. Después de este acondicionamiento, las semillas se sembraron en bandejas plásticas de 30 cm de largo x 20 cm de ancho que contenían una capa de tierra de 12-15 cm de espesor, con el fin de determinar si las plantas originadas de estas semillas presentaban síntomas virales. La evaluación, sobre la base de los síntomas, se efectuó a los 30 días después de la germinación.

Estabilidad en savia. El punto de inactivación térmica, el punto final de dilución y la longevidad in vitro fueron determinadas de acuerdo a la metodología comúnmente utilizada en laboratorios de virología vegetal (25). Como fuente de inóculo se utilizó plantas de sorgo 'Río' después de tres semanas de haber sido inoculadas mecánicamente. Estas propiedades de la savia infectiva fueron determinadas en dos ocasiones diferentes, utilizando como plantas indicadoras sorgo cvs. Atlas y NM-31.

RESULTADOS Y DISCUSION

Hospedantes diferenciales. Los cultivares de maíz y sorgo empezaron a manifestar síntomas virales a partir de los 5-6 días después de la inoculación, mientras que los cultivares de caña de azú-

car lo hicieron a partir de los 10-12 días. Sólo el cultivar de sorgo BTx-398 manifestó síntomas después de 18-20 días de haber sido inoculado. En general, en los hospedantes susceptibles el porcentaje de infección fue de 80-100%.

Los síntomas que exhibieron los hospedantes diferenciales, con excepción de la caña de azúcar, se presenta en los Cuadros 1 y 2. En las dos ocasiones en que fue realizada esta evaluación, la sintomatología de todos los hospedantes diferenciales fue similar. La reacción de los hospedantes diferenciales presentada en el Cuadro 1 permitió descartar como agente causal a los virus siguientes: virus del mosaico enanizante del maíz (maize dwarf mosaic virus, MDMV), virus del moteado clorótico del maíz (maize chlorotic mottle virus, MCMV), virus del mosaico estriado del trigo (wheat streak mosaic virus, WSMV), virus del mosaico del pasto setaria (foxtail mosaic virus, FMV) y virus del mosaico del bromo (bromus mosaic virus, BMV)(7). De igual forma permitió descartar al virus del mosaico del pasto Johnson (Johnsongrass mosaic virus, JGMV), al virus del mosaico del pasto Guinea (Guinea grass mosaic virus, GGMV) y al virus del mosaico estriado de la cebada (barley streak mosaic virus, BSMV). Los últimos tres virus infectan a la avena (*Avena sativa*) y al pasto johnson (2,17,24), mientras que el AVEE no infectó a estas gramíneas.

El análisis de la reacción de los cultivares de sorgo diferenciales evidenció que el AVEE indujo síntomas muy parecidos a los causados por la raza D del SCMV (SCMV-D). Sin embargo, muestra cierta similitud con la raza B del MDMV (MDMV-B); actualmente esta raza es considerada una raza del SCMV (18) y, a diferencia de otras razas del SCMV, no infecta los cultivares de caña de azúcar CP-31588 y CP-31294, mientras que el AVEE si los infectó. La reacción del pasto Johnson y de los cultivares de sorgo Atlas y OKY8 permite descartar a la raza venezolana del MDMV (MDMV-V). Esta raza infecta a los hospedantes antes mencionados, y el AVEE infectó solamente al cultivar Atlas, donde indujo síntomas diferentes a los provocados por MDMV-V (4,5).

El cultivar de caña de azúcar CP-31588 presentó al inicio estrías cloróticas de pequeño tamaño, que posteriormente coalescían y formaban grandes áreas cloróticas. En el cultivar CP-31294 el AVEE indujo estrías cloróticas, que se unían y le transmitían un efecto blanqueco a la hoja. También aparecían manchas necróticas foliares y las plantas presentaron un evidente retardo en el crecimiento (acortamiento de los entrenudos), muerte de los

CUADRO 1. Respuesta de los hospedantes diferenciales propuestos por Gingery y Gordon a la inoculación mecánica con el virus en estudio

Hospedante	Reacción
Maíz (<i>Zea mays</i> L.) cv. Ohio-28	Mosaico
Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) cv. Monon	No susceptible
Paja johnson [<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers] ²	No susceptible
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.) cv. Pennrad	No susceptible
Avena (<i>Avena sativa</i> L.) cv. Garland	No susceptible
Sorgo [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench] cv. Río	Mosaico, puntos necróticos rojizos
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) cv. Atlas	Lesiones locales necróticas, mosaico, necrosis sistémica, muerte de plantas

¹ Evaluación realizada a los 21 días después de la inoculación.

² Procedente de EE.UU. y Venezuela.

CUADRO 2. Reacción de los cultivares de sorgo diferenciales propuestos por Tosic y Ford (23) a la inoculación mecánica con el virus en estudio

Cultivar	Reacción
Atlas	Lesiones locales necróticas, mosaico, necrosis sistémica, muerte de plantas
Río	Mosaico, puntos necróticos rojizos
OKY8	Sin síntomas
NM-31	Lesiones locales necróticas, muerte de plantas
BTx-398 (Martín)	Estrías cloróticas, mosaico
Q-7539	Sin síntomas
SC-0097-14E	Sin síntomas
SA-8735	Lesiones locales necróticas, estrías cloróticas, necrosis sistémica, muerte de plantas

¹ Evaluación realizada a los 21 días después de la inoculación.

brotes (puntos de crecimiento) y excesivo macollar. Esta sintomatología es muy parecida a la ocasionada por SCMV-D y SCMV-B (1), pero muy distinta a la inducida por otras razas del SCMV (1,21,26,27) y por el virus del mosaico del sorgo (sorghum mosaic virus, SrMV)(18). En el cultivar CP-31294 los síntomas fueron iguales a los descritos para SCMV-D (1). Los síntomas inducidos por SCMV-B en el follaje de este cultivar son muy similares, pero no causa muerte frecuente de los puntos de crecimiento, ni excesivo macollar (1). Por otra parte, esta raza infecta al sorgo cv Tx-2786 (24), mientras que el AVEE no lo infectó. Sobre la base de la sintomatología observada en los diferen-

tes hospedantes, y comparada con lo logrado por otros investigadores, el AVEE corresponde a un aislamiento del SCMV-D.

Microscopía electrónica. A partir del concentrado viral clarificado fueron observadas partículas en forma de filamentos flexuosos que presentaban un tamaño promedio de 762 nm. La forma y tamaño de las partículas del AVEE son típicas del grupo potyvirus, donde se encuentra ubicado el SCMV (19,20). Estas características permitieron descartar al virus del mosaico del panicum (panicum mosaic virus, PMV) y al virus del mosaico del pepino (cucumber mosaic virus, CMV)(2); de igual

manera permitió excluir al MCMV, BMV, FMV y BSMV (2,7), los cuales habían sido rechazados por la reacción de los hospedantes diferenciales.

En los cortes ultrafinos de tejido de maíz infectado por el virus fueron observados tres tipos de inclusiones citoplasmáticas: molinetes ("pinwheels"), tubulares o rollos ("scrolls") y agregados laminares. También se observaron partículas virales dispersas en el citoplasma. Estos tipos de inclusiones son característicos del SCMV (19,20), y no son producidos de manera simultánea por otros potyvirus (MDMV, SrMV y JGMV) estrechamente relacionados con el SCMV (9). En los cortes realizados a partir de tejido foliar de plantas de maíz sano no fueron observadas las inclusiones mencionadas.

Serología. El AVEE reaccionó formando líneas de precipitación con los antisueros contra SCMV-A, SCMV-D y MDMV-V, observándose la reacción más fuerte con el antisuero contra SCMV-D, lo cual evidencia una mayor afinidad con esta raza. En ningún caso se observó reacción contra savia de plantas sanas. En las pruebas donde fue utilizado antisuero contra el SCMV-D y como antígenos AVEE, SCMV-A, SCMV-B, MDMV-A y MDMV-V se formaron bandas de precipitación con todos los antígenos, menos con MDMV-A, evidenciándose espolones al final de las bandas, lo cual sugiere una identidad parcial. No obstante, la reacción más fuerte fue con el AVEE. En todos los casos las reacciones homólogas fueron más intensas que las heterólogas. La reacción leve del antisuero contra SCMV-D con estos antígenos (SCMV-A, SCMV-B y MDMV-V) es normal, ya que las tres razas pertenecen a virus que están ubicados en el mismo grupo (potyvirus). Estas reacciones, por lo general, son debidas a la presencia en los antisueros policlonales de anticuerpos contra epitopes de la región central conservada de la capa proteica, la cual presenta una alta homología en la secuencia en todo el grupo potyvirus. Por lo tanto, estos anticuerpos reconocen a la mayoría de los virus incluidos en este grupo (19,20).

Transmisión por áfidos. El AVEE fue transmitido de manera no persistente por *R. maidis*. De 10 plantas inoculadas, tres mostraron síntomas típicos de mosaico, lo cual evidenció la transmisión viral por esta vía. Esta manera de transmisión es característica del SCMV y contribuye a la diseminación del virus en condiciones naturales (19,20). Los virus MDMV, SrMV,

JGMV, CMV y GGMV son transmitidos de igual manera (2,19), pero ya fueron excluidos por hospedantes diferenciales.

Transmisión por semilla. El virus no se transmitió a través de la semilla de sorgo Río, ya que de 1.272 plantas evaluadas, provenientes de semilla originada de plantas infectadas, ninguna presentó síntomas de la enfermedad. Este resultado coincide con lo reportado por otros investigadores para el SCMV y otros potyvirus relacionados que infectan gramíneas (19,20).

Estabilidad en savia. Las propiedades físicas de la savia infectiva resultaron iguales en las dos ocasiones en que fueron determinadas. El punto de inactivación térmica fue de 55-60 °C; el punto final de dilución fue de 10^{-3} - 10^{-4} ; la longevidad in vitro de 24-36 horas a 23°C. Estos valores coinciden con lo citado previamente por otros autores para el SCMV (20, 22). MDMV, JGMV y SrMV presentan propiedades físicas similares, pues entre ellos existe una estrecha relación y son miembros del grupo potyvirus (19), pero ya habían sido excluidos inicialmente.

Después de analizar los resultados obtenidos con la aplicación de los criterios de identificación utilizados, se concluye que el AVEE corresponde a un aislamiento de la raza D del SCMV. Este constituye el primer reporte de esta raza infectando caña de azúcar en condiciones naturales de infección en Venezuela. SCMV-D representa una de las principales razas del SCMV, y su rango de severidad de síntomas es mayor que el de otras razas de este virus, encontrándose numerosas variantes (1). La identificación de esta raza infectando caña de azúcar plantea la necesidad de realizar una evaluación de los cultivares que se siembran actualmente en Venezuela, de tal manera de seleccionar los más apropiados para la siembra y además permite orientar los programas de mejoramiento. Asimismo, se considera de interés realizar estudios tendientes a conocer la distribución de esta raza en las principales zonas productoras de caña de azúcar en nuestro país.

RESUMEN

En una parcela experimental de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) ubicada en Maracay, estado Aragua, se observó una enfermedad aparentemente viral que se manifestaba por síntomas severos de mosaico en plantas del cultivar C5-71.

Al microscopio electrónico se observaron filamentos flexuosos de 762 nm de longitud. En células infectadas fueron encontradas inclusiones citoplasmáticas del tipo molinetes, tubulares y agregados laminares. El punto final de dilución del virus fue 10³-10⁴, el punto de inactivación térmica fue 55-60 °C, y la longevidad in vitro 24-36 h a 23 °C. En pruebas serológicas de doble difusión en agar utilizando antisueros policlonales contra SCMV-A, SCMV-D, MDMV-A y MDMV-V el virus resultó estar más relacionado con SCMV-D, distantemente relacionado con SCMV-A y MDMV-V pero no reaccionó con MDMV. El virus fue transmitido por el sorgo de manera no persistente por el áfido *Rhopalosiphum maidis*, pero no se transmitió a través de la semilla de sorgo. Con base en los resultados obtenidos el virus estudiado corresponde al SCMV-D. Este es el primer reporte de esta raza viral infectando caña de azúcar en condiciones naturales de infección en Venezuela.

LITERATURA CITADA

- ABBOTT, E. V. and TIPPETT, R. L. 1966. Strains of sugarcane mosaic virus. U. S. Dep. Agric. Techn. Bull. 1340.
- DAMSTEEGT, V. D. 1981. Exotic virus and viruslike diseases of maize. En: Virus and viruslike diseases of maize in the United States. D. T. Gordon, J. K. Knoke, and G. E. Scott (eds.). Ohio, EE.UU. Southern Cooperative Series Bulletin 247:10-123.
- FERNANDEZ, M. V. 1995. Virus Patógenos de las Plantas y su Control. Tomo I. Argentina, Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.
- GARRIDO, M. J. y TRUJILLO, G. E. 1988. Identificación de una nueva raza del virus del mosaico enanizante del maíz (MDMV) en Venezuela. Fitopatol. Venez. 1: 73-81.
- GARRIDO, M. J., CUELLO DE UZCATEGUI, R., IZAGUIRRE DE MAYORAL, M. L. y TRUJILLO, G. E. 1993. Purificación y serología del virus del mosaico enanizante del maíz raza venezolana. Agronomía Trop. 43: 87-106.
- GARRIDO, M. J., ORDOSGOITTI, A. y TRUJILLO, G. E. 1993. Cultivares de sorgo diferenciales para el virus del mosaico enanizante del maíz raza venezolana y el virus del mosaico de la caña de azúcar. Rev. Fac. Agron. (Maracay) 19:65-74.
- GINGERY, R. E. and D. T. GORDON. 1981. Assays for viruses and micoplasmas infecting maize. En: Virus and viruslike diseases of maize in the United States. D. T. Gordon, J. K. Knoke, and G. E. Scott (eds.). Ohio, EE.UU. Southern Cooperative Series Bulletin 247: 19-24.
- KLOMPARENS, K. L., GILLET, J. M., and RAMSDELL, D. C. 1988. Electron microscopy. Pgs. 130-133 in: Laboratory Exercises in Plant Pathology: An Instructional Kit. A.B.A.M. Baudoin (ed.). Minnesota, APS Press.
- LESEMANN, D. E., SHUKLA, D. D., TOSIC, M., and D HUTH, W. 1992. Differentiation of the four viruses of the sugarcane mosaic virus complex based on cytopathology. En: Potyvirus Taxonomy. O. W. Barnett (ed.). Archives of Virology, Suppl. 5.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÕA (MAC). 1998. Anuario Estadístico Agropecuario 1996. Dirección de Estadística e Informática. Caracas.
- NASS, H., LOZADA, D. M., AYALA, R. E., DÕEZ, M. D., APONTE, A. y ZEREGA, L. 1993. Manual Ilustrado de Caña de Azúcar No. 1. Principales enfermedades, deficiencias de nutrientes, daños por herbicidas, salinidad y mal drenaje. Fundazúcar, Barquisimeto, Venezuela.
- ORDOSGOITTI, A. y APONTE, A. 1987. Enfermedades de la caña de azúcar detectadas en Venezuela. Fonaiap Divulga 5(25): 38-40.
- ORDOSGOITTI, A. y GONZALEZ, V. 1977. Identificación de las razas A y H del mosaico de la caña de azúcar en Venezuela. Pgs. 224-225 en: Resúmenes IX Jornadas Agronómicas, Maracay, Venezuela.
- ORDOSGOITTI, A., APONTE, A. y NAVAS, R. 1985. Identificación de la raza B del virus del mosaico de la caña de azúcar en la región central de Venezuela. Pg. 9 en: Memorias IX Seminario Nacional de Fitopatología, Maracay, Venezuela.
- PURCIFULL, D. E. 1990. Ouchterlony double-diffusion tests in the presence of sodium dodecyl sulfate for detection of virion proteins and virus-induced inclusions body proteins. Pgs. 121-127 in: Serological methods for detection and identification of viral and bacterial plant pathogens. R. Hampton, E. Ball, and S. De Boer (eds.). Minnesota, APS Press.
- REA, R. A., GONZALEZ, V. y ORDOSGOITTI, A. 1994. Reacción de genotipos de caña de azúcar (*Saccharum* sp. hibrid) a la raza B del virus del mosaico de la caña de azúcar. Fitopatol. Venez. 7: 18-21.
- SHUKLA, D. D. and TEAKLE, D. S. 1989. Johnson grass mosaic virus. Descriptions of

- Plant Viruses No. 340. AAB, Institute of Horticultural Research, Wellesbourne, Warwick, U.K.
18. SHUKLA, D. D., TOSIC, M., JILKA, J., FORD, R. E., TOLER, R. W., and LANGHAM, M. A. 1989. Taxonomy of potyviruses infecting maize, sorghum, and sugarcane in Australia and the United States as determined by reactivities of polyclonal antibodies directed towards virus-specific N-termini of coat proteins. *Phytopathology* 79:223-229.
 19. SHUKLA, D. D., WARD, C.W., and BRUNT, A. A. 1994. *The Potyviridae*. CAB International, Wallingford, UK.
 20. TEAKLE, D. S., SHUKLA, D. D., and FORD, R. E. 1989. Sugarcane Mosaic Virus. *Descriptions of Plant Viruses No. 342*. AAB, Institute of Horticultural Research, Wellesbourne, Warwick, U.K.
 21. TIPPETT, R. L. and ABBOTT, E. V. 1968. A new strain of sugarcane mosaic virus in Louisiana. *Plant Dis. Repr.* 52:449-451.
 22. TOSIC, M. and FORD, R. E. 1974. Physical and serological properties of maize dwarf mosaic and sugarcane mosaic viruses. *Phytopathology* 64: 312-317.
 23. TOSIC, M. and FORD, R. E. 1983. Sorghum cultivars differentiating sugarcane mosaic and maize dwarf mosaic virus strains. Pgs. 229-233 in: *Proc. Int. Maize Virus Dis. Coll. Workshop*. D.T. Gordon, J.K. Knoke, L.R. Nault, and R.M. Ritter (eds.). Ohio, EE.UU. OSU, Ohio Agric. Res. Dev. Cent.
 24. TOSIC, M., FORD, R. E., SHUKLA, D. D., and JILKA, J. 1990. Differentiation of sugarcane, maize dwarf, Johnsongrass, and sorghum mosaic viruses based on reactions of oat and some sorghum cultivars. *Plant Disease* 74:549-552.
 25. WALKEY, D. G. 1985. *Applied Plant Virology*. New York, John Wiley & Sons..
 26. ZUMMO, N. 1974. Sugarcane mosaic virus strain L: a new virulent strain of sugarcane mosaic virus from Meigs, Georgia. *Proc. Int. Soc. Sugarcane Technol.* 15:305-309.
 27. ZUMMO, N. and STOKES, I. E. 1973. Sugarcane mosaic strain K: a new strain of sugarcane mosaic virus in Meridian, Mississippi. *Sugarcane Pathologists' Newsl.* 10:16-17.