

IDENTIFICACIÓN DE LA RAZA D DEL VIRUS DEL MOSAICO DE LA CAÑA DE AZÚCAR INFECTANDO GRAMA SAN AGUSTÍN EN VENEZUELA

M. J. GARRIDO¹, I. C. FERREIRA¹ y R. C. DE UZCÁTEGUF²

REUMEN

Un aislamiento viral colectado en una siembra comercial de grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*) en Turmero, Edo. Aragua, fue inoculado mecánicamente a varios huéspedes diferenciales para su identificación. El virus infectó varios cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor*), maíz (*Zea mays*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) cvs CP-31294 y CP-31588, pero no infectó avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*), paja johnson (*Sorghum halepense*) y varias especies de dicotiledóneas. El punto de inactivación térmica del virus fue 55-60 °C, el punto final de dilución fue 10⁻³-10⁻⁴, y la longevidad in vitro 12-24 h a 27 °C. El virus fue transmitido de sorgo a sorgo de manera no persis-

tente por el áfido *Rhopalosiphum maidis*, pero no se transmitió a través de la semilla de sorgo. Al microscopio electrónico se observaron filamentos flexuosos de 730-800 nm de longitud. En células de maíz infectadas con el virus fueron encontradas inclusiones citoplasmáticas del tipo molinetes, tubulares y agregados laminares. En pruebas serológicas de doble difusión en agar utilizando antisueros contra SCMV-A, SCMV-D y MDMV-V, el virus resultó más relacionado con SCMV-D y mucho menos con las otras dos razas. Sobre la base de los criterios utilizados, el aislamiento viral de grama San Agustín corresponde al SCMV-D. Este es el primer reporte de SCMV-D en Venezuela y, aparentemente, *S. secundatum* es citada por primera vez como huésped natural de SCMV-D.

SUMMARY

A virus isolate collected in a commercial crop of *St. Augustine grass* in Turmero, Aragua State, was mechanically inoculated to some differential hosts for its identification. The virus infected different sorghum (*Sorghum bicolor*) cultivars, maize (*Zea mays*) and sugarcane (*Saccharum officinarum*) cvs CP-31294 and CP-31588, but it didn't infect oat (*Avena sativa*), barley (*Hordeum vulgare*), wheat (*Triticum aestivum*), johnsongrass (*Sorghum halepense*), and some dicotyledonous species. The thermal inactivation point of the virus was 55-60 °C, the dilution end point was 10⁻³-10⁻⁴, and the longevity in vitro was 12-24 h at 27°C. 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. Electron microscopy revealed flexuous rods 730-800 nm long. Cytoplasmic inclusions of the pinwheel, scroll and laminated aggregates types were found in cells of maize infected with the virus. It was distantly related to SCMV-A and MDMV-V, but more closely to SCMV-D when tested with antisera to the three strains by double-diffusion tests. On the basis of all used identification criteria, the *St. Augustine grass virus* isolate corresponds to SCMV-D. This is the first report of SCMV-D in Venezuela. *S. secundatum* is reported, apparently, for the first time as a natural host of SCMV-D.

RESUMO

Um isolamento viral coletado em uma plantação comercial de grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*) em Turmero, Estado Aragua, foi inoculado mecanicamente a vários hospedeiros diferenciais para sua identificação. O vírus infetou vários cultivos de sorgo (*Sorghum bicolor*), milho (*Zea mays*) e cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) cvs CP-31294 e CP-31588, mas não infetou a aveia (*Avena sativa*), cevada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*), palha johnson (*Sorghum halepense*) e várias espécies de dicotiledóneas. O ponto de inativação térmica do vírus foi 55-60 °C, o ponto final de

diluição foi 10⁻³ - 10⁻⁴, e a longevidade in vitro 12-24 h a 27 °C. O vírus foi transmitido de sorgo a sorgo de maneira não persistente pelo áfido *Rhopalosiphum maidis*, mas não se transmitiu através da semente de sorgo. No microscópio eletrônico foram observados filamentos de 730-800 nm de longitude. Em células de milho infetadas com o vírus foram encontradas inclusões citoplasmáticas do tipo molinetes, tubulares e agregados laminares. Em provas sorológicas de dupla difusão em agar utilizando antisoros contra SCMV-A, SCMV-D e MDMV-V, o vírus resultou mais relacionado com SCMV-D e muito menos com as outras duas raças.

PALABRAS CLAVE / Virus / Identificación / Epidemiología / Grama San Agustín / *Stenotaphrum secundatum* /

INTRODUCCIÓN

La grama San Agustín [*Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze] pertenece a la

familia Gramineae. Es nativa del oeste de la India, Australia y Sur de México, y es cultivada en diversos países del mundo (Ocumpaugh y

Rouquette, 1985). Es una hierba perenne, estolonífera, empleada preferentemente como planta ornamental. Estas y otras gramas por igual, im-

parten belleza y mejoran el valor estético del medio ambiente. Además, sirven de pulmón vegetal, disminuyen el acaloramiento y el resplan-

¹ Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Botánica Agrícola, Apartado 4579,

Maracay 2101, Estado Aragua, Venezuela.

² Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Centro de Microbiología y Biología Celular, Laborato-

rio de Biotecnología y Virología Vegetal, Apartado 21827, Caracas 1020, Venezuela.

dor, y desempeñan una función recreativa ya que siempre se les encuentra en los campos de juego donde se realizan numerosos deportes (Smiley, 1983).

Esta gramínea, al igual que todas las plantas, es afectada por varios agentes patogénicos, entre los cuales se encuentran hongos, bacterias, virus y micoplasmas que año tras año causan el deterioro de plantaciones enteras (Freeman y Mullin, 1977; Smiley, 1983). Los hongos son los principales agentes causantes de enfermedades en grama San Agustín, las cuales pueden ser evitadas y minimizadas mediante prácticas de manejo adecuadas (Freeman y Mullin, 1977; Turgeon, 1991).

Los virus causan en las gramas enfermedades de importancia económica, pero existe poca información al respecto, lo cual no es suficiente para evaluar su verdadera importancia (Couch, 1962). No obstante, algunos investigadores mencionan que se conoce bien sobre los virus que infectan a las gramas, pero su daño no se manifiesta como significativo cuando son mantenidas como césped, a excepción del declinamiento de la grama San Agustín, causado por el virus del mosaico del panicum (Reinert *et al.*, 1980; Smiley, 1983). Otros virus que han sido detectados afectando a la grama San Agustín son el virus del mosaico de la caña de azúcar (Todd, 1964; Smiley, 1983) y el virus del mosaico enanizante del maíz (Dale, 1966; Smiley, 1983), pero su efecto, aparentemente, es menor.

En una muestra de grama San Agustín proveniente de Turmero, Edo. Aragua, se observó una sintomatología, aparentemente viral, caracterizada por un mosaico y estrías cloróticas paralelas a las nervaduras. Esta enfermedad fue transmitida fácilmente mediante inoculación mecánica a varios cultivares de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en condiciones de laboratorio.

La importancia de la grama San Agustín citada en párrafos anteriores, además de la posibilidad de ser huésped de un virus que infecta cultivos de interés para el país (maíz y sorgo), y el hecho de que no existan referencias en Venezuela de virus que afecten en condiciones naturales a esta gramínea, fueron las razones básicas por las que se consideró importante realizar esta investigación, cuyo objetivo fue identificar al virus causante de esta enfermedad en esta grama.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento viral

El virus en estudio (VEE) se obtuvo de una muestra de grama San Agustín procedente de la localidad de Turmero, Edo. Aragua. Para su estudio en el laboratorio fue propagado por transferencias periódicas mediante inoculación mecánica sobre plantas de maíz 'Iochief' y sorgo 'Río'.

Siembrar y mantenimiento de plantas

Las semillas de sorgo y maíz fueron sembradas en materos plásticos de 470 ml de capacidad, los cuales contenían una mezcla de tierra negra y arena en la proporción 3:1 v/v, respectivamente, esterilizada mediante calor húmedo. Se sembraron 5-6 semillas por cada uno de los materos que fueron colocados en un cobertizo protegido contra insectos, hasta que alcanzaron el desarrollo adecuado para la inoculación mecánica (3-4 hojas). En el caso de otras plantas indicadoras herbáceas, fue necesario realizar semilleros antes del trasplante.

Inoculación mecánica

El VEE fue inoculado mecánicamente siguiendo la metodología comúnmente utilizada para transmitir virus de plantas (Walkey, 1985). Después de la inoculación, las

plantas fueron transferidas a un cobertizo protegido contra insectos para plantas enfermas, con temperatura controlada a 26-28 °C y 60-70% HR.

De cada huésped diferencial fueron inoculadas 20-35 plantas. La última observación de los síntomas fue realizada tres semanas después de la inoculación. Como chequeo rutinario el follaje de los huéspedes que no mostraban síntomas al momento de la evaluación final fue reinoculado sobre plantas de maíz 'Iochief' o sorgo 'Tx-2748' en estado de 3-4 hojas, para detectar si se trataba de algún portador asintomático.

Huéspedes diferenciales

Se emplearon las plantas indicadoras señaladas en la Tabla I y el grupo de huéspedes propuesto por Gingery y Gordon (1981) para identificar los principales virus que son transmitidos mecánicamente al maíz y que también infectan al sorgo (Tabla II). Además, se utilizó el grupo de cultivares de sorgo propuesto por Tosic y Ford (1983) para diferenciar razas del MDMV y SCMV (Tabla III). Igualmente, los cultivares de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) CP-31294 y CP-31588, utilizados tradicionalmente para identificar razas del SCMV (Teakle *et al.*, 1989). La semilla de estos huéspedes fue suministrada por D. T. Gordon (OARDC, Wooster, OH, EE.UU.), D. M. Persley (DPI, Plant Pathology Branch, Indoroopilly, QI, Australia) y A. Ordosgoitti (CENIAP, Secc. Fitopatología, Maracay, Venezuela).

Transmisión por áfidos

Fueron utilizados individuos ápteros del áfido verde del maíz, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), provenientes de una cría sana. Se les sometió inicialmente a un período de ayuno de 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 maíz cv Ohio-28 en estado de 3-4 hojas y 15-20 áfidos por planta.

Transmisión por semilla

Se utilizaron semillas de sorgo 'Chaguaramas-7' provenientes de plantas infectadas en estado de 2-3 hojas. Estas plantas permanecieron durante todo el ciclo en el cobertizo para plantas enfermas. Una vez madura la semilla, se cosecharon las panojas y se colocaron a secar por 15 días. Después del secado, se sembraron en bandejas plásticas de 30 cm de largo x 20 cm de ancho que contenían una capa de tierra de 12-25 cm de espesor, con la finalidad de determinar si las nuevas plantas presentaban síntomas virales. La evaluación, en base a síntomas, se efectuó 30 días después de la germinación.

Estabilidad en savia

Las propiedades físicas del jugo crudo determinadas fueron las siguientes: punto de inactivación térmica, punto final de dilución y longevidad *in vitro*. Estas propiedades fueron determinadas de acuerdo a la metodología que comúnmente se utiliza en laboratorios de virología vegetal (Walkey, 1985). Como fuente de inóculo, se utilizaron plantas de maíz cv Iochief después de 22 días de haber sido inoculadas mecánicamente. Estas propiedades fueron determinadas en tres ocasiones distintas, utilizando como plantas indicadoras sorgo cvs Río y Tx-2748.

Serología

La técnica usada fue doble difusión en agar siguiendo las indicaciones de Purcifull (1990). Se utilizaron antiseros policlonales contra el virus del mosaico de la caña de azúcar (sugarcane mosaic virus, SCMV) razas A y D (SCMV-A y SCMV-D) y virus del

mosaico enanizante del maíz (maize dwarf mosaic virus, MDMV) razas A y V (MDMV-A y MDMV-V), los cuales fueron suministrados por R.W.Toler (Texas A & M University, Texas, EE.UU.) y M.J.Garrido (UCV, Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela). Como antígenos se empleó savia de plantas infectadas con el VEE, 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 antes mencionada.

Microscopía electrónica

Para observar la forma y tamaño de las partículas virales se realizaron preparaciones de enjuague ("dipping") a partir de hojas de plantas de maíz 'Iochief' 15 días después de la inoculación mecánica (Klomprens *et al.*, 1988). Para realizar el estudio ultraestructural de los tejidos infectados con el virus fueron utilizadas plantas del mismo cultivar y se siguió la metodología citada por Garrido *et al.*, (1993). Muestras de hojas de maíz sanas, del mismo cultivar y de la misma edad, fueron tratadas idénticamente con el fin de establecer comparaciones.

RESULTADOS

Reacción de los huéspedes diferenciales

La respuesta de los huéspedes diferenciales inoculados con el VEE (con la excepción de la caña de azúcar) aparece registrada en las Tablas I, II y III. La sintomatología manifestada por las diferentes especies y cultivares en las tres repeticiones fue prácticamente la misma, sólo con pequeñas diferencias.

En los cultivares de maíz y sorgo los síntomas aparecieron entre los 5 y 6 días después de la inoculación, con la excepción del cultivar de sorgo 'BTx-398' que manifestó los síntomas después de 15 a

20 días de inoculado. El porcentaje de infección osciló entre 75 y 100%. Sin embargo, en el cultivar de sorgo Tx-430, fue de aproximadamente 10%.

Los cultivares de caña de azúcar empezaron a exhibir síntomas a los 8-10 días de la inoculación mecánica. El cultivar CP-31294 mostró estrías cloróticas paralelas a las nervaduras, que se unían para dar un efecto blancuzco a la hoja. Además, aparecían manchas necróticas en las hojas y las plantas presentaron un marcado retardo en el crecimiento (acortamiento de los entrenudos), muerte de los puntos de crecimiento y excesivo macollar. En el cultivar CP-31588 se presentaron pequeñas estrías cloróticas, paralelas a las nervaduras, que luego se unían y formaban grandes áreas cloróticas (amarillentas o verde pálido)

Transmisión por áfidos

El áfido *Rhopalosiphum maidis* transmitió el VEE de maíz a maíz, de manera no persistente, en una proporción relativamente alta (70%).

Transmisión por semilla

Fueron evaluadas 2.269 plantas de sorgo 'Chaguaramas-7' provenientes de semillas originadas de plantas infectadas con el VEE. Ninguna de estas plantas presentó síntomas típicos de infección viral (mosaico).

Estabilidad en savia

Los resultados fueron iguales en las tres ocasiones en que se determinaron estas propiedades. El punto final de dilución fue 10^{-3} - 10^{-4} ; el punto de inactivación térmica fue 55-60 °C; y la longevidad *in vitro* de 12-24 h a 27 °C.

Serología

En las pruebas de doble difusión en agar, el VEE reaccionó en forma positiva (formación de líneas de precipitación) con los antiseros con-

tra SCMV-A, SCMV-D y MDMV-V. La reacción, sobre la base del grosor de la banda de precipitación (unión antígeno/anticuerpo), fue débil, fuerte y muy débil, respectivamente. Ninguno de los antiseros utilizados reaccionó contra savia de plantas sanas.

Cuando se utilizó antisuero contra el SCMV-D y como antígenos VEE, MDMV-A, MDMV-V, SCMV-A y SCMV-B, fueron observadas líneas de precipitación entre el antisuero y todos los antígenos, con la excepción de MDMV-A. Sin embargo, la reacción más evidente fue con el VEE. Además, se formaron ligeros espolones al final de las bandas en todos los casos, lo cual evidenció una reacción de identidad parcial.

Microscopía electrónica

En las preparaciones de enjuague o "dipping" realizadas a partir de tejido infectado con el VEE, fueron detectadas fácilmente numerosas partículas en forma de filamentos flexuosos, con un tamaño aproximado de 730-800 nm (Fig. 1). Observaciones realizadas a partir de cortes ultrafinos de tejido de maíz infectado con el VEE revelaron la presencia en el citoplasma de la célula de numerosas inclusiones del tipo molinete ("pinwheels"), tubulares o rollos ("scrolls") y agregados laminares, con predominio de los dos últimos tipos (Fig. 1). Además se observaron partículas virales, pero en menor cuantía. En los cortes de tejidos de plantas de maíz sano no se observó ninguna de las estructuras antes mencionadas.

DISCUSIÓN

En la Tabla I se observa que el VEE infectó solamente las especies pertenecientes a la familia Gramineae, particularmente al maíz y al sorgo. Este resultado excluye al virus del declinamiento de la grama San Agustín (raza del virus del mosaico del panicum, PMV) como posible

agente causal, ya que éste no infecta a estos cereales (Mc Coy *et al.*, 1969; Niblett *et al.*, 1977).

Las reacciones de los huéspedes diferenciales propuestos por Gingery y Gordon (1981) inoculados con el VEE (Tabla II) permiten descartar al virus del mosaico enanizante del maíz (maize dwarf mosaic virus, MDMV), al virus del moteado clorótico del maíz (maize chlorotic mottle virus, MCMV), al virus del mosaico estriado del trigo (wheat streak mosaic virus, WSMV), al virus del mosaico del pasto setaria (foxtail mosaic virus, FMV) y al virus del mosaico del bromo (bromus mosaic virus, BMV) como posibles agentes causales de la enfermedad viral en grama San Agustín. De igual manera, permite 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). Estos virus infectan la avena y el pasto johnson (Damgsteegt, 1981; Shukla y Teakle, 1989; Tosic *et al.*, 1990), mientras que el VEE no infecta estas gramíneas.

Al analizar las reacciones de los cultivares de sorgo diferenciales inoculados con el VEE (Tabla III), se evidencia que éste induce síntomas muy similares a los causados por el virus del mosaico de la caña de azúcar (sugarcane mosaic virus, SCMV) raza D (SCMV-D). Sin embargo, también muestra cierta similitud con la raza B del MDMV (MDMV-B), pero esta raza actualmente es considerada una raza del SCMV (Shukla *et al.*, 1989), y no infecta los cultivares de caña de azúcar CP-31294 y CP-31588 (Teakle *et al.*, 1989), mientras que el VEE si los infectó.

La reacción de los cultivares de sorgo Atlas y OKY8 y el pasto johnson venezolano permite descartar a la raza venezolana del MDMV (MDMV-V), ya que ésta

TABLA I

RESPUESTA DE ALGUNAS PLANTAS INDICADORAS
A LA INOCULACIÓN MECÁNICA CON EL VIRUS
EN ESTUDIO¹

ESPECIE	REACCIÓN
<i>Chenopodium amaranticolor</i> Coste y Reyn	No susceptible
<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	No susceptible
<i>Datura stramonium</i> L.	No susceptible
<i>Gomphrena globosa</i> L.	No susceptible
<i>Nicotiana tabacum</i> L.	No susceptible
<i>Phaseolus vulgaris</i> L. cv Tacarigua	No susceptible
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench cv Chaguaramas 7	Mosaico
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. ²	No susceptible
<i>Sorghum verticilliflorum</i> (Steud) Stapf	Mosaico
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walt.) Kuntze	Mosaico
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. cv Tuy	No susceptible
<i>Zea mays</i> L. cv Iochief	Mosaico

¹ Evaluación realizada a los 21 días después de la inoculación

² Procedente de Venezuela

infecta a estos hospedantes (Garrido y Trujillo, 1988; Garrido *et al.*, 1993), y el VEE sólo infectó al cultivar Atlas, donde provocó síntomas diferentes a los inducidos por MDMV-V. Esta es una raza ampliamente difundida en plantaciones de sorgo (Garrido *et al.*, 1994) y maíz (Cuello y Garrido, 1995) en Venezuela, así como en varias especies de gramíneas silvestres (Garrido y Trujillo, 1992).

En los cultivares de caña de azúcar CP-31294 y CP-31588, el VEE causó síntomas muy similares a los ocasionados por SCMV-B y SCMV-D (Abbott y Tippett, 1966), pero diferentes a los inducidos por otras razas del SCMV (Zummo, 1974; Abbott y Tippett, 1966; Tippett y Abbott, 1968; Zummo y Stokes, 1973), incluyendo las razas H, I y M, que constituyen en la actualidad el virus del mosaico del sorgo (*sorghum mosaic virus*, SrMV) (Shukla *et al.*, 1989). En el cultivar CP-31294 el VEE indujo síntomas iguales a los citados para SCMV-D (Ab-

bott y Tippett, 1966). SCMV-B causa síntomas similares en el follaje del cultivar antes mencionado, pero no ocasiona ni la muerte frecuente de los puntos de crecimiento, ni el excesivo macollar que caracterizan al SCMV-D. Además, SCMV-B infecta al cultivar de sorgo Tx-2786 (=SC-0097-14E) (Tosic *et al.*, 1990), mientras que el VEE no lo infectó. De acuerdo al análisis de las reacciones de todos los huéspedes diferenciales utilizados, el VEE corresponde a un aislamiento del SCMV-D.

La forma y tamaño de las partículas virales del VEE son típicas del grupo potyvirus, al cual pertenece el SCMV (Teakle *et al.*, 1989). Estas características de la partícula permitieron descartar al virus del mosaico del panicum (*panicum mosaic virus*, PMV) y al virus del mosaico del pepino (*cucumber mosaic virus*, CMV) (Damsteegt, 1981); de igual manera al MCMV, BMV, FMV y BSMV (Damsteegt, 1981; Gingery y Gordon, 1981), los cuales habían sido descartados previamente por huéspedes diferen-

TABLA II

RESPUESTA DE LOS HUÉSPEDES DIFERENCIALES
PROPUESTOS POR GINGERY Y GORDON (1981)
A LA INOCULACIÓN MECÁNICA CON EL VIRUS
EN ESTUDIO¹

HUESPED	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

TABLA III

REACCIÓN DE LOS CULTIVARES DE SORGO
DIFERENCIALES PROPUESTOS POR TOSIC Y FORD
(1983) A LA INOCULACIÓN MECÁNICA CON EL
VIRUS EN ESTUDIO¹

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

ciales. Los tres tipos de inclusiones citoplasmáticas observados (molinetes, tubulares y agregados laminares) son característicos del SCMV, y no son producidos simultáneamente por otros potyvirus (JGMV, MDMV, SrMV) estrechamente relacionados con el SCMV (Lesemann *et al.*, 1992).

La estabilidad en savia (propiedades físicas del jugo crudo) y la incapacidad de transmitirse el VEE a través de la semilla de sorgo coinciden con lo reportado por otros investigadores para el SCMV (Tosic y Ford, 1974; Teakle *et al.*, 1989). JGMV, SrMV y MDMV presentan propiedades físicas similares, ya que también forman parte del grupo potyvirus, y entre ellos existe una estrecha relación (Shukla *et al.*, 1989).

El VEE fue transmitido de manera no persistente por el áfido *R. maidis* en una alta proporción. Esta forma de transmisión es característica del SCMV, y constituye la vía de disseminación del virus en condiciones naturales (Frederiksen, 1986; Teakle *et al.*, 1989). JGMV, SrMV, MDMV, CMV y GGMV también son transmitidos de esta forma, pero previamente habían sido excluidos por las reacciones de los hospedantes diferenciales.

En las pruebas serológicas se evidenció que el VEE está más relacionado con SCMV-D que con SCMV-A, SCMV-B y MDMV-V. El hecho de que el antisuero contra SCMV-D haya reaccionado levemente contra SCMV-A, SCMV-B y MDMV-V es normal, ya que las tres razas forman parte de virus que pertenecen al mismo grupo (potyvirus). Estas reacciones por lo general se deben 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 (Shukla *et al.*, 1989; Teakle *et al.*, 1989).

Sobre la base de los resultados de todos los criterios de identificación utilizados, se concluye que el VEE corresponde a un aislamiento de la raza D del SCMV. Esta constituye la primera cita de esta raza en Venezuela, y aparentemente, de acuerdo a la literatura consultada, representa el primer señalamiento de SCMV-D afectando grama San Agustín en condiciones naturales.

REFERENCIAS

Abbott, E. V. and Tippett, R. L. (1966): Strains of sugarcane mosaic virus. *U. S. Dep. Agric. Techn. Bull.* 1340. 25 pp.

Couch, H. B. (1962): Diseases of turfgrasses. New York, Reinhold. 289 pp.

Cuello de Uzcátegui, R. y Garrido, M. J. (1995): Detección de virus que afectan al maíz en dos localidades del estado Portuguesa. *Fitopatol. Venez.* 8: 20.

Dale, J. L. (1966): Infection of St. Augustine grass with virus causing maize dwarf mosaic. *Plant Dis. Repr.* 50: 441-442.

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. pp. 110-123.

Frederiksen, R. A. (1986): Compendium of sorghum diseases. American Phytopathological Society, Minnesota, EE.UU. 82 pp.

Freeman, T. E. and Mullin, R. S. (1977): Turfgrass diseases and their control. Fla. Coop. Ext. Serv., IFAS, University of Florida. *Circular* 221-F. 8 pp.

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. y Trujillo, G. E. (1992): Hospederos adicionales del virus del mosaico enanizante del maíz-raza venezolana. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 18: 67-77.

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.

Garrido, M. J., Trujillo, G. E. y Cuello de Uzcátegui, R. (1994): Identificación de aislamientos virales procedentes de zonas productoras de sorgo. *Agronomía Trop.* 44: 263-278.

Garrido, M. J., Cuello de Uzcátegui, R., Izaguirre de Mayoral, M. L. y Trujillo, G. E. (1993): Purificación y serología del virus del mosaico ena-

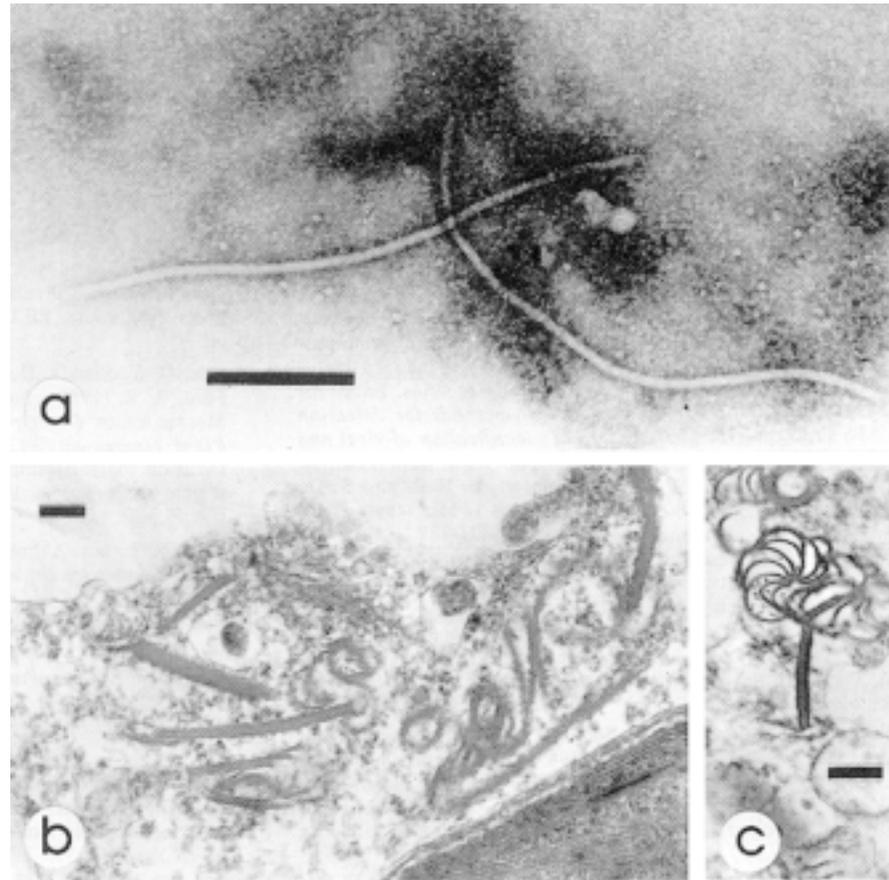


Fig. 1. Partículas del virus en estudio observadas a partir de una preparación de enjuague (a) e inclusiones citoplasmáticas en células de plantas de maíz 'Iochief' infectadas con el virus: agregados laminares y tubulares (b), y molinetes (c). La barra representa 200 nm.

- nizante del maíz raza venezolana. *Agronomía Trop.* 43: 87-106.
- Gingery, R. E. and Gordon D. T. (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. pp. 19-24.
- Klomprens, K. L., Gillett, J. M., and Ramsdell, D. C. (1988): Electron microscopy. En: *Laboratory Exercises in Plant Pathology: An Instructional Kit*. A.B.A.M. Baudoin (ed.). Minnesota, APS Press. pp. 130-133.
- Lesemann, D. E., Shukla, D. D., Tomic, M., and 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.
- Mc Coy, N. L., Toler, R. W., and Amador, J. (1969): St. Augustine decline (SAD). A virus disease of St. Augustine grass. *Plant Dis. Repr.* 53: 955-958.
- Niblett, C. L., Paulsen, A. Q., and Toler, R. W. (1977): Panicum mosaic virus. *Descriptions of plant viruses No. 177*. CMI/AAB. Kew, Surrey, England. 4 pp.
- Ocuppaugh, W. R. and Rouquette, J. R. (1985): Others grasses of the humid south. En: *Forage, The science of grassland agriculture*. M. E. Heath, R. F. Barnes, and D. S. Metcalfe (eds.). Iowa State University and Texas A & M University, EE.UU. pp. 263-270.
- 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. En: *Serological methods for detection and identification of viral and bacterial plant pathogens*. R. Hampton, E. Ball, and S. De Boer (eds.). Minnesota. APS Press. pp. 121-127.
- Reinert, J. A., Bruton, B. D., and Toler, R. W. (1980): Resistance of St. Augustinegrass to southern chingbug and St. Augustine decline strain of panicum mosaic virus. *Journal of Economic Entomology* 73: 602-604.
- Shukla, D. D. and Teakle, D. S. (1989): Johnsongrass mosaic virus. *Descriptions of Plant Viruses No. 340*. AAB, Institute of Horticultural Research, Wellesbourne, Warwick, U.K. 5 pp.
- Shukla, D. D., Tomic, 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.
- Smiley, R. W. (1983): Compendium of turfgrass diseases. APS Press, Minnesota, EE.UU. 102 pp.
- 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. 5 pp.
- Tippett, R. L. and Abbott, E. V. (1968): A new strain of sugarcane mosaic virus in Louisiana. *Plant Dis. Repr.* 52:449-451.
- Todd, E. H. (1964): Sugarcane mosaic on St. Augustine grass in Florida. *Plant Dis. Repr.* 48: 442.
- Tomic, M. and Ford, R. E. (1974): Physical and serological properties of maize dwarf mosaic and sugarcane mosaic viruses. *Phytopathology* 64: 312-317.
- Tomic, M. and Ford, R. E. (1983): Sorghum cultivars differentiating sugarcane mosaic and maize dwarf mosaic virus strains. En: *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. pp. 229-233.
- Tomic, 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.
- Turgeon, A. J. (1991): Turfgrass management, 3th ed. New Jersey, EE.UU., Prentice Hall. 418 pp.
- Walkey, D. G. (1985): Applied plant virology. New York, John Wiley & Sons. 329 pp.
- 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.
- 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.

No basta con la liberación de los mercados para asegurar el avance de la productividad. Se requiere la formación de una comunidad científica altamente calificada, con dominio y capacidad de acción sobre el saber, pues las ventajas en el juego comercial de nuestra era no residen tanto en la posesión de las materias primas o de otros atributos geográficos o naturales, como en el dominio del conocimiento.

Gabriel García Márquez