

SELECCIÓN DE LÍNEAS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) CON RESISTENCIA AL VIRUS DEL MOSAICO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (SCMV)

Reprinted with permission from ASCOLFI. Originally published in Fitopatología Colombiana 25(1):15-17, Copyright 2001.

Sandra Milena Salazar E. y Carlos De León
Programa Regional de Maíz, CIMMYT, CIAT.
E-mail: c.deleon@cgiar.org

RESUMEN

Los recientes cambios en los sistemas de producción de maíz (*Zea mays* L.), incluyendo siembras escalonadas y continuas del cultivo en Colombia, han incrementado la incidencia de algunas enfermedades, entre las que se destaca el mosaico de la caña de azúcar (SCMV). Estudios de varios investigadores han demostrado que la incidencia de ésta enfermedad puede afectar el rendimiento del maíz en forma considerable. Una de las formas más económicas de resolver el problema es usando materiales con resistencia genética a la enfermedad. El presente trabajo tuvo como objetivo seleccionar líneas S1 resistentes al SCMV de poblaciones amarillas y blancas de maíz tolerantes a suelos ácidos. En el ciclo 1999A se evaluaron 282, 155, 287 y 254 líneas S1 derivadas de las poblaciones base de maíz tolerantes a suelos ácidos SA3, SA4 (con endosperma amarillo), SA6 y SA7 (de endosperma blanco). Plántulas de 7 días de germinación en casa de malla, se inocularon mecánicamente utilizando tejido foliar de plantas con síntomas característicos del virus. El tejido enfermo se maceró en 10 - 15 ml de solución amortiguadora (0,1 M KPO₄, pH 7,5) y se inoculó frotando en las hojas utilizando carborundum como abrasivo. Las líneas se evaluaron 7 días después de inoculadas usando el porcentaje de plántulas infectadas con el virus. Los resultados obtenidos permitieron establecer que para el rango del 0 - 10 % de infección, la población SA7 presentó la más alta frecuencia de líneas resistentes al SCMV (76,4%), y las poblaciones SA4, SA3 y SA6 presentaron frecuencias de 57,5, 49,5 y 27,5 %, respectivamente. Después de inoculadas, se seleccionaron 140, 89, 80 y 194 líneas S1 de las poblaciones SA3, SA4, SA6 y SA7, respectivamente, como resistentes al virus. La información obtenida se utilizó para aumentar los niveles de resistencia al SCMV de las poblaciones base y en la formación de variedades sintéticas e híbridos resistentes al SCMV y tolerantes a suelos ácidos.

Palabras claves: Maíz, SCMV, resistencia genética.

SUMMARY

Recent changes in the production systems of maize (*Zea mays* L.), including staggered and continue growing of the cultivation in Colombia, have increased the incidence of some diseases, among these stands out the sugar cane mosaic virus (SCMV). Several studies have demonstrated that the incidence of this disease can affect maize yields considerably. One of the most economic ways of solving the problem is using genetic resistance to the disease. The present research had as main objective to select resistant S1 lines to the SCMV from acid soil tolerant yellow and white maize base populations. In the cycle 1999A, 282, 155, 287 and 254 S1 lines were evaluated, derived from the acid soil tolerant maize populations SA3, SA4 (with yellow endosperm), SA6 and SA7 (with white endosperm). Seven-day old seedlings grown under screen house conditions, were mechanically was inoculated using leaf tissue from plants with characteristic symptoms of the virus. The infective tissue was ground in 10 - 15 ml phosphate buffer solution (0.1 M KPO₄, pH 7.5) and inoculated rubbing in the leaves using carborundum as abrasive. The lines were evaluated 7 days after inoculation using the percentage of infected seedlings with symptoms of the disease. The results indicated that for the range of the 0 - 10 % infection, population SA7 showed the highest frequency of resistant lines to SCMV (76.4%), while populations SA4, SA3 and SA6 presented frequencies of 57.5, 49.5 and 27.5%, respectively. After evaluation 140, 89, 80, and 194 S1 lines were selected from population SA3, SA4, SA6 and SA7, respectively, as resistant to the virus. The obtained information is being utilized to increase the resistance levels to SCMV of the base maize populations and in the development of resistant synthetics and hybrids resistant to SCMV and tolerant to acid soil.

Key words: Maize, SCMV, genetic resistance.

INTRODUCCIÓN

El Programa Regional de Maíz para Suramérica (SARMP) del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), tiene como primer objetivo el mejoramiento de genotipos de maíz tolerantes a suelos ácidos. Para lograr éste objetivo, se han desarrollado cuatro poblaciones base de maíz con amplia base genética. Teniendo en cuenta las inquietudes de los programas nacionales y la situación actual de las enfermedades virales en maíz, éste programa ha iniciado actividades de investigación en las poblaciones SA3 y SA4, de grano amarillo y SA6 y SA7, de grano blanco, en busca de germoplasma que posea resistencia múltiple tanto a factores abióticos (suelos ácidos) como a factores bióticos (insectos y enfermedades).

En Colombia, el maíz ocupa un lugar importante en el sector agropecuario y en los

últimos años se ha incrementado el área de cultivo. Este aumento ha originado cambios en los sistemas de producción del cultivo en los que se ha incrementado la práctica de siembras continuas y escalonadas, lo que ha favorecido que las enfermedades virales aumenten su incidencia y severidad en las principales zonas productoras, afectando el desarrollo y rendimiento del cultivo (Varón, 1986). A lo anterior, se debe añadir la poca información y desconocimiento que existe sobre dichas enfermedades.

Dentro de las enfermedades virales de mayor importancia en la zona se encuentran el mosaico de la caña de azúcar (SCMV), el rayado fino del maíz (MRFV), el rayado del maíz (MStV) y el mosaico del maíz (MMV), que se encuentran ampliamente distribuidas y en alta incidencia en siembras comerciales de maíz. La importancia de éstas enfermedades es debida a la reducción en el rendimiento del

cultivo, el cual varía de acuerdo con la variedad, la incidencia de la enfermedad y de las condiciones climáticas que favorezcan la presencia y migración de sus vectores (Varón, 1983).

El SCMV pertenece a la familia Potyviridae, género Potyvirus, subgrupo SCMV. Además del SCMV, en este subgrupo, también se encuentran el virus del mosaico y enanismo del maíz (MDMV), el virus del mosaico del pasto Johnsongrass (JGMV) y el virus del mosaico del sorgo (SrMV). Este subgrupo fue designado por Shukla *et al.*, en 1994, por poseer un rango similar de hospederos, síntomas similares y vectores comunes. El virus fue inicialmente reportado por Brandes en 1919 (Shukla *et al.*, 1994) y descrito infectando *Saccharum* spp. en 1904 (Buchen-Osmond, 1998).

La enfermedad causada por el SCMV en plantas de maíz se manifiesta inicialmente

por la presencia de un leve moteado en las hojas jóvenes, con pequeñas áreas de color verde claro u oscuro. A medida que la planta crece, el mosaico se hace más evidente en las hojas más nuevas, las cuales desarrollan una clorosis característica. La intensidad del daño depende del genotipo, del tiempo en que ocurrió la inoculación (infección) y de las condiciones ambientales (Varón, 1983). Aparentemente, la infección viral no afecta la altura de la planta, pero la producción de grano se reduce en forma significativa cuando la infección de las plantas es severa (Klein *et al.*, 1973, De León y Morales, 1997).

El SCMV puede ser transmitido por savia de plantas enfermas, por áfidos y por semilla vegetativa, como en cortes de caña de azúcar. Existen más de 15 especies de áfidos identificadas como vectores del SCMV, entre los más comunes en maíz se encuentran *Rhopalosiphum maidis*, *Myzus persicae* y *Aphis gossypii* (Varón, 1983).

El SCMV infecta un amplio rango de gramíneas en forma natural o experimental, siendo los cultivos más susceptibles maíz, caña de azúcar y sorgo. En el Valle del Cauca se han encontrado malezas hospederas como *Echinochloa colonum*, *Rottboellia exaltata*, *Sorghum vulgare* y *S. halepense*, las cuales, junto con la caña de azúcar, son las principales fuentes de inóculo y diseminación hacia cultivos de sorgo y maíz (Varón, 1983).

La importancia del SCMV en maíz varía dependiendo de la susceptibilidad de las variedades, de la infección y daño por la enfermedad, la población del vector, del clima y otras condiciones ambientales que influyen en el crecimiento (De León *et al.*, 1997). La evidencia indica que en plantas afectadas de algunos híbridos de maíz, el rendimiento puede reducirse hasta un 36% (Kerns y Pataky, 1997). De León y Morales, en 1997, determinaron que en siembras de maíz en los campos de CIAT la incidencia del SCMV en condiciones naturales reduce la producción del cultivo en un 59,4%.

Estudios realizados por Morales y De León (1997) al inocular líneas de las poblaciones de maíz SA3, SA4, SA6 y SA7, afirman que los rangos de infección que se encontraron sugieren una resistencia de tipo cuantitativa. Adicionalmente, Fuchs y Bredi (1993), hacen referencia a que la presencia de caracteres cuantitativos involucrados en la resistencia a éste virus se manifiesta en un desarrollo de síntomas leves, un prolongado período de incubación, movimiento limitado del virus y una menor concentración de partículas virales en los tejidos de las plantas infectadas.

Tu y Ford (citados por Lawma y Payne, 1989) mencionan que la resistencia del maíz al virus es debida a la inhibición del movimiento del virus en el sistema vascular en los materiales resistentes (línea Illinois A) y que los aminoácidos libres se incrementan en las hojas inoculadas solamente de los materiales susceptibles (cultivar Seneca Chief).

Kovacs *et al.*, (1994) reportan que la resistencia al SCMV puede ser completa o parcialmente dominante en la mayoría de las líneas dependiendo de las condiciones en que se evalúe el material (campo o invernadero) y que la incidencia de la enfermedad varía con la raza del virus y condiciones ambientales presentes durante el desarrollo de la enfermedad.

En 1996, durante la IV Reunión de Coordinadores de Programas de Maíz de Suramérica, uno de los temas principales de discusión fue el relacionado al manejo de las enfermedades del maíz causadas por hongos, virus, fitoplasmas y espiroplasmas en países de Suramérica (Morales, 1996). Al final de la reunión, se concluyó que era necesario tomar medidas a corto plazo para caracterizar y controlar las enfermedades virales que afectan la producción y sostenibilidad del cultivo de maíz (Morales y De León, 1997); razón por la cual en este trabajo se propuso como objetivo seleccionar líneas S1 por su resistencia a SCMV, generadas de las cuatro poblaciones base amarillas y blancas de maíz tolerantes a suelos ácidos, que contribuyeran al control del mosaico del maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en casas de malla y el Laboratorio de Virología del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira, en el primer semestre de 1999.

Material vegetal

Los materiales utilizados fueron líneas S1 derivadas del C1 de las poblaciones de amplia base genética SA3 y SA4, con endosperma amarillo, y SA6 y SA7, con endosperma blanco. Las cuatro poblaciones se mejoran para tolerancia a suelos ácidos con toxicidad de aluminio siguiendo un esquema de selección recíproca recurrente.

Siembra

Se sembraron diez semillas de cada línea S1 de las poblaciones SA3, SA4, SA6 y SA7 tolerantes a suelos ácidos en macetas de plástico en condiciones de casa de malla. Se inocularon y evaluaron por tolerancia al SCMV un total de 282, 155, 287 y 254 líneas S1 derivadas de las poblaciones SA3, SA4, SA6 y SA7, respectivamente.

Las siembras se hicieron en forma escalonada cada 20 días, sembrando 200 líneas con 10 líneas en cada maceta de plástico, obteniendo así cinco fechas de siembra, a partir de Marzo 10 hasta Junio 25 de 1999.

Como sustrato se utilizó una mezcla de tierra:arena esterilizada (3/1). Como testigo de la eficiencia de las inoculaciones, en cada fecha de siembra se sembraron 10 semillas de una línea homocigota (SA5 HC1 3-8-3-1-3-2-B-B), previamente identificada como muy susceptible al virus.

Inoculación mecánica

Plantas de maíz con síntomas característicos de SCMV en condiciones de campo se llevaron al Laboratorio de Virología del CIAT para su caracterización.

Una vez identificado el virus, el inóculo se mantuvo en plantas jóvenes de maíz en casa de malla. Con el objetivo de incrementar los puntos de entrada del virus al inocular, las plántulas se espolvorearon con carborundum (Carburo de Sílice, SiC) 7 días después de siembra. La fuente de inóculo se obtuvo macerando aproximadamente 5 gr. de hojas con síntomas del virus en un mortero estéril con 10 ml de solución amortiguadora 0,1 M de KPO₄, pH 7,5. La hoja cotiledonal y primera hoja de las plántulas de maíz se frotaron con un algodón humedecido con el extracto de plantas enfermas (Noordham, 1973).

Evaluación

Siete días después de inoculadas, en cada línea se contaron las plántulas con síntomas y el número total de plantas en cada línea. El porcentaje de infección de plántulas afectadas se calculó utilizando la fórmula:

$$\% \text{ de infección} = \frac{\text{No de plantas enfermas}}{\text{No total de plantas}} \times 100$$

Se catalogaron como líneas resistentes las que se encontraron dentro del rango de 0-10% de infección, determinación realizada por De León, 1999 (Comunicación personal).

Análisis de datos

El análisis de datos se hizo utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 1980), con el procedimiento FREQ (Frecuencia), con el fin de estimar la frecuencia de infección del virus para cada población. Esto se realizó utilizando el porcentaje de infección del virus en cada una de las líneas de cada población.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las frecuencias de infección del SCMV de las líneas S1 de las poblaciones tolerantes a suelo ácido SA3, SA4, SA6 y SA7 fueron variables, observándose las mayores frecuencias hacia bajos porcentajes de infección (Figura 1), indicativas de la presencia de poblaciones resistentes al SCMV..

Los resultados muestran que la población SA7 tuvo la mayor frecuencia de líneas resistentes al SCMV, seguida de la población SA4. La población SA6 presentó la mayor distribución de familias para los diferentes rangos de infección y fue la población que presentó menor número de líneas en el rango de resistencia (Fig. 1). Estas frecuencias de resistencia son similares a lo mencionado por De León *et al.*, (1997) y a lo encontrado por Brewbaker *et al.*, (1991), en evaluaciones

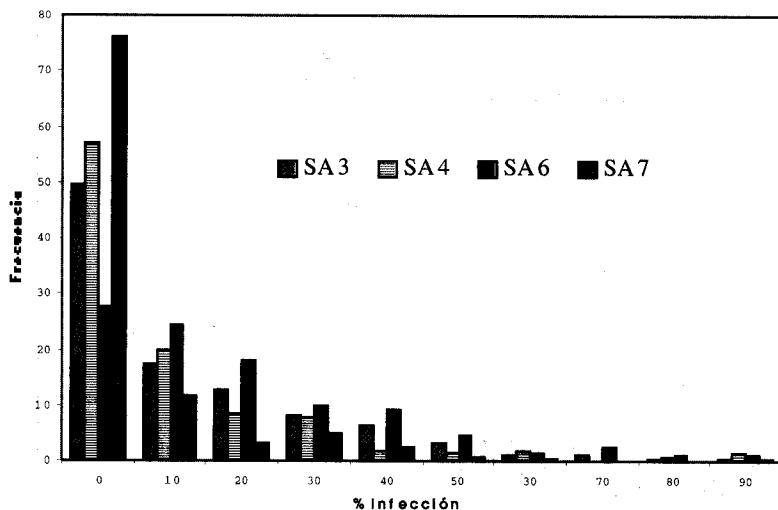


Figura 1. Frecuencias de infección de SCMV de las poblaciones de maíz SA3, SA4, SA6 y SA7

de líneas para resistencia al SCMV.

En todas las fechas de siembra e inoculación, el testigo susceptible (SA5 HC 3-8-1-3-2-B-B) mostró valores de infección cercanos al 100 %.

CONCLUSIONES

Luego de evaluado el ensayo, se seleccionaron 140, 89, 80 y 194 líneas S1 de las poblaciones SA3, SA4, SA6 y SA7, respectivamente, como resistentes al virus. La Población SA7 de grano blanco presentó la mayor frecuencia de líneas resistentes a SCMV. Se puede afirmar que es una población resistente.

La información generada en el presente estudio se utilizó como parte integral en el desarrollo del ciclo 2 (C2) de mejoramiento de las poblaciones base por tolerancia a suelos ácidos en las que se pretende aumentar los niveles de resistencia al SCMV y para la formación de variedades sintéticas e híbridos resistentes al SCMV.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brewbaker, J.L.; Kim, S.K y Logroño, M.L. 1991. Resistance of tropical maize inbred to major virus and virus-like diseases. *Maydica* 36:257-265.
- Buchen-Osmond, C. 1998. Sugarcane mosaic virus. *Res. School Biol. Sci. Australia*. <http://www.res.bbsrc.ac.uk/mirror/auz/ICTVdB/57010062.htm>.
- De León, C.; Morales, F.J.; Narro, L.; Arias, M.P.; Salazar, F. y Castaño, M. 1997. Selección de genotipos de maíz resistentes al mosaico de la caña de azúcar para suelos ácidos de América del Sur. In: C. De León, L. Narro y S. Reza, (eds). 1997. *Memorias. IV Reunión Latinoamericana y XVII Reunión de la zona andina de investigadores de maíz*. Agosto 10-17. Cerec y Cartagena de Indias, Colombia. p. 421-424.
- De León y Morales F. Determinación y efectos de enfermedades virósicas en maíz en América del Sur. In: XXXIII Reunión

nión PCCMCA, Panamá, Marzo 17-23. 1997.

Fuchs, E. y Bredri, A. 1993. Detection of quantitative resistance of maize to sugarcane mosaic virus (SCMV) and maize dwarf mosaic virus (MDMV). *Arch. Phytopathol. Plant. Prot. (Germany)* 28: 291-301.

Kerns M. R. y Pataky, J.K. 1997. Reactions of sweet corn hybrids with resistance to maize dwarf mosaic. *Plant Dis.* 81: 460-464.

Klein, M.; Harpaz, I.; Greenberger, A. y Sela, I. 1973. A mosaic virus diseases of maize and Sorghum in Israel. *Plant Dis. Repr.* 57: 125-128.

Kovacs, G.; Gaburjanyi, R; Duong, H. N. y Vasdinyei, R. 1994. Susceptibility of maize inbred lines and hybrids to potyviruses under greenhouse and field conditions. *Cereal Res. Communications (Hungary)* 22: 347-351.

Lawma, J. W. y Payne, P. W. 1989. Effect of host resistance on pathogenesis of maize dwarf mosaic virus. *Phytopathol.* 79: 495-499.

Morales, F. J. 1996. Las enfermedades vírales del maíz en América del Sur. In: IV Reunión de Coordinadores de Programas de Maíz de Suramérica. Julio 24-27, 1996. Cali, Colombia. p. 200-202

Morales, F. J. y De León, C. 1997. Diagnóstico de enfermedades vírales del maíz. In: *Memorias I Curso internacional sobre diagnóstico y enfermedades en maíz*. 7-9 de Abril, 1997. Cochabamba, Bolivia. p. 29-34.

Noordham, D. 1973. Identification of plant viruses. *Methods and experiments*. Centre for Agric. Publ. and Documentation (Pudoc). Wageningen. 207 p.

Shukla, D. D.; Ward, C. and Brunt, A. 1994. *The Potyviridae*. CAB Internatl. Univ. Press, Cambridge, U. K. 516p.

Varón de A., F. 1983. Enfermedades causadas por virus en maíz en el Valle del Cauca. 1a y 2a parte. *ASIAVA* 5: 10-11 y 6: 27-29.

Varón de A., F. 1986. Mosaico de la caña de azúcar. *Fitopatología Colombiana. Resúmenes y conferencias*: 20-22.

Reprinted with permission from ASCOLFI. Originally published in *Fitopatología Colombiana* 25(1):15-17, Copyright 2001.