

Incidencia del *Virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar* en la colección de germoplasma en Cuba

Osmany de la C. Aday Díaz,¹ María de la Luz La O Hechavarría,² María de los Ángeles Zardón Navarro,² Eida Rodríguez Lema,² María Elena Estrada Martínez,² José María Mesa López,² Carlos Manuel Zayas Barrera,² Yordanka Ruffin Hernández³ y Félix René Díaz Mujica¹

¹ Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Villa Clara. Autopista Nacional Km 246, Ranchuelo, C. P. 53100, Villa Clara, Cuba, subdfito@epica.vc.azcuba.cu

² Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera Cujae Km 1½, Boyeros, C. P. 19390, La Habana, Cuba, mesa@inica.azcuba.cu; lao@inica.zcuba.cu

³ Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Jovellanos, Matanzas, Cuba, C. P. 42600, epica@atenas.inf.cu

RESUMEN

La enfermedad hoja amarilla, causada por el Virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar (SCYLV) fue informada por primera vez en Cuba en 1999. La manifestación de síntomas relacionados con esta enfermedad en la colección de germoplasma ha sido estudiada anteriormente, pero sin un método de diagnóstico de laboratorio para confirmar su presencia. Los objetivos del presente estudio fueron determinar la infección natural por SCYLV en la colección de germoplasma en Matanzas, Cuba; evaluar la severidad de la enfermedad y, de forma preliminar, identificar los posibles recursos de resistencia disponibles. Fueron evaluados 1603 individuos por medio de inmunopresión de tejidos (TBIA). La presencia del virus se confirmó además por transcripción reversa de la reacción en cadena de la polimerasa (RT-PCR). Este es el estudio más abarcador realizado hasta la fecha con el propósito de determinar la infección por SCYLV en una colección de germoplasma. Los grados 2 y 3 de severidad de SCYLV fueron los más frecuentes en la colección evaluada. Los métodos de diagnósticos detectaron infecciones en plantas con síntomas y asintomáticas. Se determinó infecciones por SCYLV en 670 individuos de diferentes orígenes genéticos, y se identificó un grupo de 291 con posible resistencia a SCYLV. En los programas de mejora genética deben tenerse en cuenta los individuos no infectados por SCYLV, con el objetivo de obtener cultivares resistentes a esta enfermedad.

Palabras claves: Virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar, SCYLV, TBIA, RT-PCR

ABSTRACT

Yellow leaf disease, caused by Sugarcane yellow leaf virus (SCYLV), was informed for the first time in Cuba in 1999. The manifestation of symptoms related with this disease in the germplasm collection has been studied previously, but without a method of laboratory diagnostic to confirm their presence. The objectives of the present study were determine the natural infection for SCYLV in the germplasm collection in Matanzas, Cuba; evaluate the disease severity and, in a preliminary way, identify the possible available resistance resources. 1603 individuals were evaluated by means of Tissue blot immunoassay (TBIA). The presence of the virus was also confirmed by Reverse Transcription of Polymerase Chain Reaction (RT-PCR). This is the most extensive study carried out so far with the purpose of determining the infection for SCYLV in a germplasm collection. Grades 2 and 3 of SCYLV severity were the most frequent in the evaluated collection. The diagnosis methods used detected infections in plants with symptoms and asymptomatics. Infections by SCYLV were determined in 670 individuals of different genetic origins, and a group of 291 individuals with possible resistance to SCYLV was identified. SCYLV uninfected individuals must be taken into account in genetic improvement programs, in order to obtain disease-resistant cultivars.

Key words: Sugarcane yellow leaf virus, SCYLV, TBIA, RT-PCR

INTRODUCCIÓN

La enfermedad hoja amarilla es causada por el *Virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar* (SCYLV). Es una patología de importancia económica debido a las pérdidas en rendimiento que le son atribuidas en varios países [Abu Ahmad *et al.*, 2007]. Es la enfermedad de la caña de azúcar que más se ha estudiado en

la última década [Rott *et al.*, 2007]. Los síntomas que produce este virus fueron informados por primera vez en Hawái en 1989 [Schenck, 1990] y en Brasil en 1990 [Vega *et al.*, 1997]. Desde entonces se ha detectado en numerosos países productores de caña de azúcar de todos los continentes [Garcés *et al.*, 2005].

SCYLV está informado en más de 35 zonas geográficas de mundo [Komor *et al.*, 2010]. En Cuba se ha confirmado su presencia en la colección de germoplasma desde 1999 [Peralta *et al.*, 1999; Peralta, 2004; Aday *et al.*, 2011].

La infección por SCYLV en colecciones de germoplasma, a través de la detección serológica por impresión en membrana o inmunopresión de tejidos (Tissue Blot Immunoassay o TBIA), se ha estudiado en Hawai por Schenck y Lehrer (2000); Comstock *et al.* (2001) en Miami, Florida y por Komor (2010), con el objetivo de explorar la especificidad en hospedantes del virus y determinar la efectividad de los programas de mejora genética y selección de la caña de azúcar para la resistencia a SCYLV. En Cuba, de 1995 a 1999 fue evaluada la presencia de síntomas relacionados con la hoja amarilla en la colección de germoplasma, pero sin un método de diagnóstico de laboratorio para confirmar la presencia de virus [Chinea *et al.*, 2008]. En 2009, por medio de la detección serológica por TBIA, se evaluaron 114 individuos de diferentes orígenes geográficos y genéticos, y se determinó la presencia de SCYLV en 25 de ellos [Aday *et al.*, 2011]. En 2012 se consideró necesario extender el estudio a un número mayor de individuos de la colección disponible.

Los objetivos del presente estudio fueron determinar la infección natural por SCYLV en la colección de germoplasma en Matanzas, Cuba; evaluar la severidad

de la enfermedad y, de forma preliminar, identificar los posibles recursos de resistencia disponibles en la colección evaluada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante febrero y marzo de 2011. Fueron evaluados 1603 individuos de la colección de germoplasma de la caña de azúcar en la provincia de Matanzas, Cuba, provenientes de 25 países y diferentes regiones del mundo. A partir de las evaluaciones realizadas desde 1995 por Chinea *et al.* (2008), y los resultados de Arocha *et al.* (1999) y Peralta *et al.* (1999), todos estos individuos han estado expuestos a la infección natural por SCYLV en los últimos 10 años por la presencia del virus y de su vector *Melanaphis sacchari* (Zenn.).

En Cuba la presencia de ambos patógenos está informada desde 1999 por Arocha *et al.* (1999), Peralta *et al.* (1999) y Arocha *et al.* (2006).

Para la observación de los síntomas de la enfermedad, cada individuo fue evaluado en una parcela de 3 m lineales y se realizó una evaluación general de los síntomas en la población existente en cada caso. Para ello se empleó la escala descrita por Chinea *et al.* (2008) según las normas y procedimientos de evaluación de enfermedades en Cuba descritos por Carvajal *et al.* (2011) (Tabla 1).

Tabla 1. Escala de cuatro grados para evaluar la severidad del síntoma de hoja amarilla de la caña de azúcar en Cuba

Grado	Descripción
1	No se observan síntomas de la enfermedad
2	Coloración amarilla en el raquis de la hoja por el envés, que puede abrirse hacia las láminas foliares
3	La coloración amarilla ocupa toda la superficie foliar; se produce necrosis en las hojas del ápice hacia abajo
4	La coloración amarilla ocupa todo el follaje; la necrosis se extiende hacia el interior del tallo y al sistema radical; pueden morir varias plantas de una cepa y cepas completas

La detección de SCYLV fue realizada por impresión en membrana [Schenck *et al.* 1997; Fitch *et al.* 2001]. De cada una se seleccionó un tallo con o sin síntomas de la enfermedad (según la observación visual). De cada tallo seleccionado se separó y colectó la primera hoja con cuello visible (+1), y de ella se separó el raquis de la lámina de la hoja (nervadura central de la hoja). Se realizó un corte transversal en el primer tercio basal del raquis con una cuchilla afilada, y de

inmediato esta sección cortada se apretó firmemente en una membrana de nitro-celulosa, hasta dejar una impresión clara de la hoja en la membrana. Posteriormente, para el revelado serológico, se agregó a la membrana un anticuerpo específico desarrollado por B. E. Lockhart, Universidad de Minnesota (Minneapolis), según Schenck *et al.* (1997), y se utilizó Fast Blue como sustrato de la enzima [Comstock *et al.*, 1998]. A través de un estereoscopio (100x) se exa-

minaron las impresiones de la hoja. Una muestra se consideró positiva a la presencia del SCYLV, cuando la impresión de los vasos del floema del raquis de la hoja se manchó de azul. Como controles positivos y negativos se tomaron plantas de la variedad Q124, sanas e infectadas por el virus.

A 181 muestras de hojas se les realizó la determinación molecular de igual número de individuos. Las muestras fueron seleccionadas al azar dentro de la propia colección evaluada. La determinación se realizó mediante la transcripción reversa de la reacción en cadena de la polimerasa (RT-PCR), descrita por Girard *et al.* (2012), con cebadores genéricos para SCYLV: ScYLVf1 (GACAGACTCGGCCAGTGGT-CGTG) y ScYLVr1 (GTAAGCCATTGTTGAAC-GCTGCG).

Para determinar la asociación entre la presencia de síntomas de amarillamiento y los resultados de la prueba serológica para SCYLV se realizaron análisis de regresión simple.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la escala de severidad de cuatro grados para la evaluación en campo de SCYLV, se observó el grado 2 en 542 individuos, mientras que en 272 y 28 se registraron los grados 3 y 4, respectivamente. Los resultados de la determinación serológica (TBIA) reveló la presencia de infecciones por SCYLV en el 39,2 % de los individuos evaluados (Tabla 2).

En 842 individuos (52,5 %) se observaron síntomas similares a los descritos para el virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar; sin embargo, el diagnóstico por TBIA reveló la presencia de SCYLV en 348 de ellos (41,3 %). En 280 individuos asintomáticos también se detectó la presencia del virus. Esta es la evaluación de SCYLV más abarcadora que se ha realizado en una colección de germoplasma. En Cuba, en 2009 [Aday *et al.*, 2011] solo se llegaron a evaluar 114 individuos de diferentes orígenes genéticos y geográficos; Comstock *et al.* (2005) en Florida (Estados Unidos) probaron la infección por SCYLV en 899, y Komor (2010) incluyó en su estudio a 302 en Hawai.

En 494 individuos con síntomas característicos a los descritos para SCYLV (la suma de individuos con grados 2, 3 y 4, y negativos a SCYLV por TBIA), no se detectó la presencia del virus. Ello podría atribuirse a la presencia del fitoplasma SCYP, agente causal de la enfermedad amarillamiento de la hoja. Los síntomas que causan ambos patógenos son idénticos [Smith *et al.*, 2001]. En Cuba la presencia de ambos patógenos ha sido informada desde 1999 por Arocha *et al.* (1999), Peralta *et al.* (1999) y Arocha *et al.* (2006). La presencia de individuos con síntomas y negativos a SCYLV por TBIA podría deberse además a la existencia de infecciones con bajas concentraciones del virus y la interacción cultivar-patógeno-ambiente. La influencia del cultivar en la expresión de los síntomas de la hoja amarilla de la caña de azúcar ha sido mencionada anteriormente por Schenck *et al.* (1997).

Tabla 2. Incidencia del virus de la hoja amarilla en los individuos evaluados en la colección de germoplasma de la caña de azúcar en Matanzas

Grado de los síntomas	Individuos evaluados				Total	%
	SCYLV +		SCYLV –			
Grado 1	280	36,8 %	481	63,2 %	761	47,47
Grado 2	218	40,2 %	324	59,8 %	542	33,81
Grado 3	122	44,8 %	150	55,2 %	272	16,97
Grado 4	8	28,6 %	20	71,4 %	28	1,75
Total	628	39,2 %	975	60,8 %	1603	100

SCYLV +: Individuos infectados por SCYLV detectado por TBIA.

SCYLV –: Individuos libres de SCYLV según prueba por TBIA.

No se encontró suficiente evidencia de la asociación entre la presencia de síntomas de amarillamiento y los resultados de la prueba serológica para SCYLV, según el análisis de regresión simple ($p = 0,3550$), lo que indica que no existe relación estadísticamente significativa entre el diagnóstico visual y el diagnóstico por TBIA.

Para la determinación molecular RT-PCR de SCYLV, de la colección de germoplasma evaluada se seleccionaron al azar 181 muestras de igual número de individuos. La presencia del virus fue determinada por RT-PCR en 104 muestras. De estas muestras, 62 (59, 6 %) no presentaban síntomas. Los grados de

severidad observados fueron el grado 2 y el 3, en el 25 y el 14,4 % de las muestras positivas, respectivamente. Además, de los 628 individuos que se encontraron infectados por medio de la determinación serológica TBIA, se determinó la infección del virus por RT-PCR en otros 42, 31 de ellos asintomáticos, por lo que la cifra ascendió a 670 infectados.

A partir de los resultados de las pruebas serológicas y moleculares se determinó la incidencia del virus de la hoja amarilla en la colección de germoplasma, en las diferentes categorías genéticas evaluadas (Tabla 3). En el 58 % de los híbridos BC1 se observó resistencia al virus; así mismo en el 56,8 % de los F1. En ninguno de los individuos evaluados de las formas originales de *Saccharum robustum* y *Saccharum sinense* se detectó la presencia de SCYLV. En las formas originales e híbridos en diferentes estados de avance generacional (F1, F2, BC1), de *Saccharum officinarum* y *Saccharum robustum*, se halló el mayor número de individuos resistentes.

También se determinó la existencia de individuos resistentes en formas originales e híbridos en diferentes estados de avance generacional de *Saccharum sinense*, *Saccharum spontaneum* y *Saccharum barberi*. En re-

lación con este resultado, los estudios realizados por Schenck *et al.* (1997) en Hawai, y por Comstock *et al.* (2002) en Florida, indican que los clones de *Sacchaum spontaneum* parecen ser una buena opción para la obtención de resistencia a SCYLV, ya que estos han presentado baja incidencia de infección por este patógeno. Según Comstock *et al.* (2002), el cruzamiento de *S. officinarum* por *S. spontaneum* ha dado como resultado una alta proporción de descendencia con resistencia a SCYLV. Comstock *et al.* (2005) consideran a los clones de *Saccharum spontaneum* como los más resistentes a SCYLV.

En 403 individuos evaluados, que corresponden a formas originales e híbridos de especies del género *Saccharum*, se hallaron 237 libres de infección por SCYLV (Tabla 3). En ellos pueden estar disponibles los genes de resistencia, que serán necesarios incorporar en programas de mejora genética para la resistencia al virus. También podrían estar disponibles otras fuentes de resistencia en 549 híbridos comerciales (HC) (el 58,53 % de los evaluados), en los cuales no se detectó la presencia del virus, resultados que tienen cierta coincidencia con las observaciones visuales informadas por China *et al.* (2008).

Tabla 3. Incidencia el virus de la hoja amarilla en la colección de germoplasma de la caña de azúcar en Matanzas en las diferentes categorías genéticas evaluadas

Género <i>Saccharum</i>	Individuos			
	Total evaluados	Infectados (SCYLV +)	No infectados (SCYLV -)	% no infectados (SCYLV -)
<i>Saccharum officinarum</i>	78	15	63	80,77
<i>Saccharum robustum</i>	58	8	50	86,21
<i>Saccharum sinense</i>	51	18	33	64,71
<i>Saccharum spontaneum</i>	204	118	86	42,16
<i>Saccharum barberi</i>	12	7	5	41,67
Subtotal	403	166	237	58,81
Triespecíficos	40	25	17	42,50
Híbridos complejos	5	1	4	80,00
H. natural	1	1	0	0,00
Híbridos comerciales	938	389	549	58,53
Otros híbridos	216	88	126	58,33
Subtotal	1200	504	696	58,00
Total	1603	670	933	58,20

Komor (2010) evaluó la infección por SCYLV en Hawai en diferentes formas originales del género *Saccharum*, e híbridos de *Saccharum* y *Miscanthus arundinaceus*. Detectó infecciones por SCYLV en el 61 % de los genotipos de *Saccharum officinarum*, en el 70 % de híbridos de *Saccharum* spp., en contraste con solo el 27 % de *Saccharum spontaneum*, el 13 % en *Miscanthus arundinaceus* y el 11 % en *Saccharum*

robustum. Este resultado está de acuerdo básicamente con el análisis de Schenck y Lehrer (2000).

Komor (2010) clasificó como susceptibles las dos terceras partes de los híbridos comerciales probados ante SCYLV, y resistentes los genotipos con parientes silvestres que solo fueron infectados en un tercio del total probados. Encontró en la lista de genotipos comerciales el 80 % susceptible a SCYLV; incluso,

en la progenie de progenitores femeninos resistentes determinó de 75 al 90 % susceptible. Este autor informa que en el programa de mejora para la resistencia a SCYLV en Hawái, el 80 % de los clones obtenidos son susceptibles al virus.

Según los resultados expuestos por Komor (2010), un cruce entre un *S. robustum* silvestre resistente y *S. officinarum* susceptible permitió obtener un 85 % de clones resistentes a SCYLV, y sugirió que la resistencia podría deberse a la presencia de un gen dominante; sin embargo, Izquierdo *et al.* (2013), a partir de estudios de marcadores moleculares asociados con la resistencia a esta enfermedad, sugieren que la resistencia a este patógeno no es dominante en

la naturaleza y que puede estar gobernada por más de un gen. Estos aspectos muestran una situación muy compleja en la mejora genética para la resistencia a SCYLV, ya sea por métodos tradicionales o a través del uso de marcadores moleculares para la selección de germoplasma.

Fue identificado un grupo formado por 450 individuos que no presentaron síntomas de SCYLV, ni tampoco infecciones por el virus. De ellos existen 291 que han sido evaluados en años anteriores con diagnóstico visual (1999 y 2005) y que, según la prueba serológica realizada en este estudio, no se han infectado (Tabla 4), a pesar de estar expuestos a la infección natural existente por un período de 10 o más años [Chinea *et al.*, 2008].

Tabla 4. Individuos no infectados por el virus de la hoja amarilla en la colección de germoplasma de la caña de azúcar en Matanzas, en el período 1999-2012, según TBIA

<i>Origen genético</i>	<i>Individuos</i>
<i>Saccharum barberi</i> (1)	Hemja
Selección noble de <i>S. officinarum</i> (1)	EK28
<i>Saccharum officinarum</i> (23)	21NG2, 21NG23, 21NG3, 28NG15, 28NG24, 28NG27, 51NG103, 51NG46, Ajax, Black Cheribon, Boeton Lichgroen, Caña Blanca, Cristalina, Cristalina de Bengala, CSG273-90, D74, ECL1-2-85, ECL2-3-85, H109, Manteiga, Monjet Gayan, NC18, NC39
<i>Saccharum robustum</i> (5)	28NG251, 51NG3, 51NG55, 51NG86, 51NG89
<i>Saccharum sinense</i> (5)	Agaul, Chuck Che, Japonesa, Oshima, Tekcha
BC1 (<i>Saccharum sinense</i>) (1)	CSG45-97
BC1 (Híbrido de <i>Saccharum sinense</i>) (5)	CSR167-84, CSR176-80, CSR179-80, CSR190-80, CSR192-80
BC1 (<i>Saccharum spontaneum</i>) (20)	Co395, CP28-11, CSG10-96, CSG11-98, CSG12-95, CSG17-96, CSG21-91, CSG25-96, CSG27-96, CSG2-96, CSG31-96, CSG32-95, CSG40-83, CSG46-83, CSG5-98, CSG7-96, My5780, US833, US853, US878
BC1 (Híbrido de <i>Saccharum spontaneum</i>) (4)	B34104, B38272, B39274, C449-64
BC1 (<i>Saccharum spontaneum</i> x híbrido comercial) (8)	CSG18-94, CSG33-94, CSG40-94, CSG46-94, CSG487-92, CSG488-92, CSG490-92, CSG494-92
BC1 (<i>Saccharum robustum</i>) (3)	CSG253-91, CSG254-91, CSG 6-98
BC1 (<i>Saccharum robustum</i> x híbrido comercial) (1)	CSG202-92
BC1 Triespecífico (<i>S. spontaneum</i> , <i>S. officinarum</i> , <i>S. robustum</i>) (2)	CSG92-98, CSG95-98
F1 (Híbrido de <i>Saccharum robustum</i>) (4)	C145-63, C149-63, C151-63, C607-62
F1 (Híbrido de <i>Saccharum sinense</i>) (1)	PB50-15
F1 (<i>Saccharum barberi</i>) (1)	CSG256-90
F1 (<i>Saccharum robustum</i>) (4)	C278 (A), CSG20-96, CSG47-95, CSG49-95
F1 (<i>Saccharum sinense</i> x híbrido comercial) (1)	CSG304-92
F1 (<i>Saccharum spontaneum</i> x híbrido comercial) (1)	CSG249-92

F1 (<i>Saccharum spontaneum</i>) (19)	57-150-4, 57-150-6, 57-29-2, 57-45-2, 57-45-3, 57-45-4, CSG1-95, CSG7-95, My5764, My5765, My5767, My5769, My5770, My5772, My5773, PB52-1-3, PB52-1-5, PB52-1-6, PB52-1-7
F1 (<i>Saccharum robustum</i>) (4)	C7-65, C8-65, C9-65, CP36-116
F1 (<i>Saccharum sinense</i>) (2)	Ja55-485, My5777
Hibrido triespecífico (2)	CSG14-97, CSG15-97
Hibrido complejo (2)	CSG36-92, CSG66-98
Hibrido comercial (171)	57-244-43, B36134, B3693, B4327, B44341, B47258, B4744, B57150, B63118, B7198, B74222, B77330, B77418, B77420, B77549, B77596, B78505, B80250, B80297, B8066, C1073-88, C11026, C116-81, C11746, C117-79, C131-78, C131-80, C133-78, C135-81, C146-59, C147, C147-78, C148-62, C150-82, C153-54, C1863-75, C208-59, C2115-74, C2204-80, C227-84, C2343-88, C2456-88, C2506-88, C2531-88, C260-46, C271-64, C277-78, C294-63, C29-56, C297-63, C298-63, C433-46, C43-46, C441-64, C445-64, C470-63, C4723, C494, C494-46, C4947, C499-48, C51-51, C51-53, C521-46, C535, C538-46, C553-62, C6-55, C6590, C676-47, C693-47, C85-157, C85-284, C86-392, C864-88, C86-534, C87-253, C87-257, C88-127, C88-187, C88-356, C88-384, C88-393, C88-556, C89-16, C89-205, C89-48, C89-504, C90-107, C90-230, C90-298, C91-301, C91-73, C91-82, C92-208, C92-378, C93-223, C93-386, C93-387, C93-505, C93-554, C94-361, C966-75, CB41-35, CG96-40, CL $\frac{3}{4}$ N429-92, Co6304, CoH242, CP36-191, CP53-1, CP61-96, CP65-315, CP68-1076, CP77-11, CP84-1185, CP85-1308, CP88-1508, CSG102-99, CSG140-99, CSG151-99, CSG155-99, CSG166-99, CSG17-83, CSG183-92, CSG185-99, CSG18-90, CSG30-83, CSG32-98, CSG472-92, CSG63-99, CSG65-95, CSG70-95, CSG75-95, CSG76-98, CSG82-97, CSG82-99, CSG84-99, CSG85-98, CSG86-508, CSG86-510, CSG86-98, CSG87-511, CSG88-502, CSG89-508, CSG90-263, CSG90-283, CSG91-96, CSG94-258, CSG94-501, CSG96-252, CSG96-256, CSG97-99, CSR266-80, CSR73-79, Gloria52, Ja64-3, Laica96-01, M202/46, Mex54-245, Mex57-1285, Mex58-18, MPR336, My53132, My5364, PB51-40, PGM89-118, PGM89-968, PR76-2009, Q96, Roc-1, SCC8-87

En relación con este resultado, China *et al.* (2012) señalan que en las evaluaciones realizadas en 1999 en la colección de germoplasma de Matanzas, el 47,5 % de los 2548 genotipos evaluados no presentaron síntomas de la hoja amarilla y que, de acuerdo con la severidad de los síntomas (grado 2), otro 18,5 % de la colección evaluada podría ser también resistente, elementos que necesitaban de su confirmación por métodos serológicos o moleculares.

La incidencia de SCYLV en la colección del germoplasma en Cuba era desconocida hasta la fecha en que se realizó este estudio. Ahora se puede afirmar que la presencia de esta enfermedad en el material genético disponible es importante, y debe tenerse en cuenta para el programa de mejora de la caña de azúcar en Cuba. Las evaluaciones deben extenderse a otros genotipos de interés no evaluados en este estudio.

Komor *et al.* (2010) plantean que algunos cultivares pueden ser susceptibles y estar libres de SCYLV en el momento de la exportación o intercambio; también puede que estos no se hayan infectados aún en las localidades donde fueron seleccionadas. Por ello deben evaluarse aquellos genotipos que se introduzcan al país, en condiciones de alta incidencia de la enfer-

medad, aun cuando por cuarentena no se detecte en ellos el virus.

De acuerdo con los criterios de Komor (2010), una vez que una planta o cepa de un cultivar se ha infectado por SCYLV, permanecerá infectada durante toda su vida de explotación, y los tallos que se utilicen como semilla tendrán además la capacidad de propagar el virus. Este autor concluyó además que en las colecciones de germoplasma se puede asumir firmemente que el cultivar que nunca muestra infecciones por SCYLV por las determinaciones serológicas de TBIA es resistente, mientras que se pueden definir como susceptibles los cultivares infectados.

CONCLUSIONES

- Los grados 2 y 3 de severidad de SCYLV fueron los más frecuentes en la colección evaluada.
- Los métodos de diagnósticos (TBIA y RT-PCR) detectaron infecciones en plantas con síntomas y asintomáticas.
- Se determinó infecciones por SCYLV en 670 individuos de diferentes orígenes genéticos.
- En la colección de germoplasma de Matanzas se identificó un grupo de 291 individuos con posible resistencia a SCYLV.

RECOMENDACIONES

Debe extenderse la evaluación de la incidencia de SCYLV en la colección de germoplasma en Cuba, hasta abarcar otros individuos de interés y aquellos que sean introducidos desde otros países.

En los programas de mejora genética deben tenerse en cuenta los individuos no infectados por SCYLV, con el objetivo de obtener cultivares resistentes a esta enfermedad.

REFERENCIAS

- Abu Ahmad, Y.; J. C. Girard; E. Fernández; J. Pauquet; B. E. L. Lockhart; P. Letourmy; P. Rott: «Variation in Virus Populations and Growth Characteristics of Two Sugarcane Cultivars Naturally Infected by Sugarcane Yellow Leaf Virus in Different Geographical Locations», *Plant Pathology* 56: 743-754, Inglaterra, 2007.
- Aday, de la C. O.; A. Chinae; J. M. Mesa; M. La O.; M. Zardón; F. R. Díaz; H. Jorge; I. Delgado; L. F. Machado; S. Reyes; J. Barroso; A. Gallardo: «Fitoplasmas y virus de la hoja amarilla en el germoplasma y colecciones de caña de azúcar en la región central de Cuba», *Revista Fitosanidad* 15 (4): 195-204, Cuba, 2011.
- Arocha, Y.; L. González; E. L. Peralta; P. Jones: «First Report of Virus and Phytoplasma Pathogens Associated with Yellow Leaf Syndrome of Sugarcane in Cuba», *Plant Disease* 83: 1177, EE. UU., 1999.
- Arocha, Y.; B. Piñol; E. L. Peralta; R. Almeida; B. Picornell; P. Jones: «Biodiversidad y distribución de los fitoplasmas asociados con el síndrome del amarillamiento foliar (YLS) en Cuba», *Revista Fitosanidad* 21 (1): 8-15, Cuba, 2006.
- Carvajal, O.; A. Chinae; R. Cruz; F. Prada; F. González; I. M. Jorge; J. Montalbán; J. R. Pérez; G. Pérez; J. Rodríguez: «Banco de germoplasma», *Normas y Procedimientos del Programa de Fitomejoramiento de la Caña de Azúcar en Cuba*. 2.ª ed., *Boletín Especial Cuba & Caña*: pp. 35-63, 2011.
- Chinae, A.; G. Pérez; O. Aday; L. Cabrera; J. R. Pérez; O. Carvajal; A. Chinae; G. Barroso; Y. Arocha; Y. Hidalgo; Y. Ruffin: «Comportamiento del germoplasma de la caña de azúcar ante el síndrome de la hoja amarilla en Cuba», *Memorias CD ROM Congreso Científico del INCA*, noviembre 24-28, La Habana, 2008.
- Chinae, A.; G. Pérez; A. Chinae; L. Cabrera; R. Cruz; J. R. Pérez; Y. Pérez: «Resistencia natural del germoplasma de la caña de azúcar a enfermedades comunes en Cuba», *CD Memorias de la Jornada Científico Productiva por el 65 Aniversario de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Antonio Mesa, Jovellanos, Matanzas*, 15 de noviembre, 2012.
- Comstock, J. C.; M. S. Irey; B. E. L. Lockhart; Z. K. Wang: «Incidence of Yellow Leaf Syndrome in CP Cultivars Based on Polymerase Chain Reaction and Serological Techniques», *Sugar Cane* 4: 21-24, Inglaterra, 1998.
- Comstock, J. C.; J. D. Miller; R. J. Schnell: «Incidence of Sugarcane Yellow Leaf Virus in Clones Maintained in the World Collection of Sugarcane and Related Grasses at the United States National Repository in Miami, Florida», *Sugar Technology* 3: 128-133, EE. UU., 2001.
- Comstock, J. C.; J. D. Miller; R. J. Schnell: «Incidence of Sugarcane Yellow Leaf Virus in Clones Maintained in the World Collection of Sugarcane and Related Grasses at the United States National Repository in Miami, Florida», *Sugar Technology* 3: 128-133, EE. UU., 2002.
- Comstock, J. C.; J. D. Miller; R. J. Schnell; T. Ayala-Silva: «Sugarcane Yellow Leaf Virus in the World Collection of Sugarcane and Related Grasses at Miami, Florida», *Abstracts of Posters Silver Jubilee Congress, Guatemala*, enero 30-febrero 4, 2005.
- Fitch, M. M. M.; A. T. Lehrer; E. Komor; P. H. Moore: «Elimination of Sugarcane Yellow Leaf Virus from Infected Sugarcane Plants by Meristem Tip Culture Visualized by Tissue Blot Immunoassay», *Plant Pathology* 50: 676-680, Inglaterra, 2001.
- Garcés, F. F.; C. Balladares; G. Quiridumbay; C. Muñoz: «Diagnosis of Leaf Fleck, Leaf Scald, Mosaic, Ratoon Stunting Disease in Commercial Fields and Quarantine in Ecuador», *Proceedings International Society Sugar Cane Technologists* 25: 695-700, EE. UU., 2005.
- Girard, J. C.; E. Fernandez; J. H. Daugrois; D. Roques; P. Roumagnac; P. Rott: «Genetic Diversity of Sugarcane Yellow Leaf Virus in a Sugarcane Selection Plot in Guadeloupe (FWI)», *International Sugar Journal*, 114 (358): 96-100, Australia, 2012.
- Izquierdo, P.; A. Gutiérrez; J. I. Victoria; M. C. Ángel; J. López: «Molecular Markers Associated with Resistance to Sugarcane Yellow Leaf Virus», *Proceedings International Society Sugar Cane Technologists* 28: 10, Brasil, 2013.
- Komor, E.: «Susceptibility of Sugarcane, Plantation Weeds and Grain Cereals to Infection by Sugarcane Yellow Leaf Virus and Selection by Sugarcane Breeding in Hawaii», *European Journal of Plant Pathology* 129: 379-388, Alemania, 2010.
- Komor E.; A. EL Sayed; T. Lehrer: «Sugarcane Yellow Leaf Virus Introduction and Spread in Hawaiian Sugarcane Industry: Retrospective Epidemiological Study of an Unnoticed, Mostly Asymptomatic Plant Disease», *European Journal of Plant Pathology* 127: 207-217, Alemania, 2010.
- Peralta, E. L.; A. Chinae; Y. Arocha; D. Piñón: «Informe proyecto CITMA III-033. Estudio, diagnóstico y control del Síndrome de Amarillamiento Foliar de la Caña de Azúcar (YLS) en Cuba», Cuba, INICA: 150 p., 1999.
- Peralta, E. L.: «Phytoplasmas as Causal Agent of Yellow Leaf Syndrome in Cuba», *Memorias 44 Reunión Anual APS-CD. Ciudad de La Habana*, 2004.
- Rott, P.; T. E. Mirkov; S. Schenck; J. C. Girard: «Recent Advances in Research on Sugarcane Yellow Leaf Virus, the Causal Agent of Sugarcane Yellow Leaf», *Proceedings International Society Sugar Cane Technologists* 26: 968-977, 2007.
- Schenck, Susan: «Yellow Leaf Syndrome - a New Disease of Sugarcane», *Annual Report, Experiment Station, Hawaiian Sugar Planters' Association*, 1990.
- Schenck, Susan; J. S. Hu; B. E. L. Lockhart: «Use of a Tissue Blot Immunoassay to Determine the Distribution of Sugarcane Yellow Leaf Virus in Hawaii», *Sugar Cane* 4: 5-8, Inglaterra, 1997.
- Schenck, Susan; A. T. Lehrer: «Factors Affecting the Transmission and Spread of Sugarcane Yellow Leaf Virus», *Plant Disease* 84: 1085-1088, EE. UU., 2000.
- Smith, G. R.; K. S. Braithwaite; C. P. R. Cronjé: «The Viral and Phytoplasma Forms of Yellow Leaf Syndrome of Sugarcane», *Proceedings International Society Sugar Cane Technologists* 24: 614-617, EE. UU., 2001.
- Vega, J.; S. M. M. Scagliusi; E. C. Ulian: «Sugarcane Yellow Leaf Disease in Brazil: Evidence of Association with a Luteovirus», *Plant Disease* 81: 21-26, EE. UU., 1997.