

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ROYA PARDA (*PUCCINIA MELANOCEPHALA* SYD.) DE SOMACLONES DE CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM* SPP. HÍBRIDO) OBTENIDOS EN EL ECUADOR

Ana C. Arellano Litardo,¹ Miguel Ramos Leal,² Sofía B. Korneva,³ Jesús Pilco,⁴ Guillermo Chávez,⁴ Carlos Cabrera⁴ y Astolfo Pincay Flores¹

¹ Centro de Investigación y Desarrollo, Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador. Cantón El Triunfo, vía Durán-Tambo Km 53, Guayas, Ecuador

² Laboratorio de Biotecnología, Dpto. Microbiología y Virología, Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Calle 25 no. 455 esq. a J, Vedado, La Habana

³ Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador

⁴ Ingenio Monterrey. Catamayo, Loja, Ecuador, unce_canicultoresecuador@yahoo.com

RESUMEN

Se evaluó un grupo de somaclones obtenidos mediante la explotación de la variación somaclonal a partir de los cultivares donantes de caña de azúcar (*Saccharum* spp. híbrido) Ragnar y CC85-92, junto a otras variedades empleadas como testigo, para determinar su resistencia a la roya parda, en fondo provocativo con elevado nivel de infección de la enfermedad. Se muestrearon cinco plantas de cada individuo al azar y se determinó la media de cada evaluación. Los resultados confirmaron el mantenimiento del carácter para los somaclones provenientes del cultivar Ragnar, mientras que los procedentes de CC85-92 mostraron mayor afectación. Las evaluaciones de resistencia a la roya parda de estas variantes somaclonales deben continuar en varias localidades con diferente nivel de infección de la enfermedad.

Palabras claves: variación somaclonal, caña de azúcar (*Saccharum* spp. híbrido), roya parda

ABSTRACT

A group of somaclones obtained exploiting somaclonal variation from the donor sugarcane (*Saccharum* spp. hybrid) cultivars Ragnar and CC85-92 and several commercial varieties used as control was evaluated to determine brown rust disease resistance in field trials in areas with heavy infection of the disease. Five plants of each individual were randomly used as samples and the means of this evaluation was determined. Results confirmed that somaclones from the cultivar Ragnar kept the resistance trait, but the somaclones from the variety CC85-92 were more affected. Evaluation of these somaclonal variants should be continued in several places exhibiting different infection level to the disease.

Key words: somaclonal variation, sugarcane (*Saccharum* spp. hybrid), brown rust disease

INTRODUCCIÓN

La explotación comercial de la caña de azúcar (*Saccharum* spp. híbrido), como la de la gran mayoría de los cultivos de interés económico, ha conllevado al desarrollo de pocas variedades comerciales que muestran un elevado rendimiento agroindustrial y que a la vez son las más empleadas en las campañas de mejoramiento genético del cultivo. Esto ha traído por consecuencia una estrechez en la base genética.

En el caso particular de la caña de azúcar es un cultivo de alta complejidad genética [Pérez *et al.*, 1997]. La obtención de una nueva variedad por métodos tradicionales de cruzamiento es un proceso difícil que demora entre diez y doce años. La aplicación de métodos biotecnológicos para obtener nuevos individuos [Larkin y Scowcroft, 1981; Krishnamurtii y Tlaskal, 1974; Ramos *et al.*, 1996] permite acortar estos tiempos y a

la vez contar con nuevas variedades para ampliar la base genética.

En el Ecuador este cultivo ocupa un área importante, y la principal variedad comercial es la Ragnar, la cual se ha sembrado en el país por más de cincuenta años. En los últimos tiempos se ha fomentado la incorporación de la variedad CC85-92; sin embargo, la aparición de la enfermedad de la roya parda o marrón, causada por el hongo *Puccinia melanocephala* Sydow & Sydow en la variedad CC85-92, proyecta pérdidas superiores al 30% en algunas áreas de producción.

El Centro de Investigación y Desarrollo perteneciente a la Unión Nacional de Cañicultores Ecuatorianos ha obtenido un grupo de clones por métodos biotecnológicos *in vitro*, al explotar la variación somaclonal en dos variedades comerciales de importancia para el

Ecuador. En este trabajo se evaluó un grupo de estos somaclones en condiciones de campo, junto a varios cultivares comerciales para determinar su nivel (grado) de resistencia y su porcentaje de infección a la roya parda.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se plantó un grupo de cultivares y somaclones considerados élites, provenientes de las variedades comerciales Ragnar y CC85-92 en áreas de producción en un fondo provocativo con alto nivel de infección natural a la enfermedad roya parda (*P. melanocephala*), presente en la provincia de Loja (Tabla). Las características del lote eran de suelo aluvial de textura franco arenoso, poco profundos, con fertilización básica (NPK: 140-150-80 kg) y 12 riegos por gravedad durante el ciclo.

Cultivares y somaclones de caña de azúcar empleados con diferente comportamiento frente a la enfermedad roya parda

Cultivares y somaclones	Grado de resistencia
Ragnar	Resistente
R1	¿?
R2	¿?
R3	¿?
R4	¿?
R5	¿?
R6	¿?
R7	¿?
R8	¿?
CC85-92	Resistente
6	¿?
10	¿?
16	¿?
22	¿?
26	¿?
42	¿?
60	¿?
63	¿?
73	¿?
RD75-11	Resistente
SP70-1143	Resistente
CR74-250	Susceptible
BJ70-46	Susceptible

Estas plantas no recibieron ningún tratamiento fitosanitario, para efectivamente poder constatar el

grado de resistencia de los somaclones con respecto a la presencia de la enfermedad de roya parda.

El material vegetal se plantó desde octubre de 2009 en parcelas con una separación de 2 m entre individuos, y se realizaron dos evaluaciones exhaustivas en condiciones de campo, a los tres y seis meses de edad de plantados, guiados por la escala de nueve grados propuesta por Purdy y Dean (1980), la cual permite establecer el grado de incidencia (agresividad de la infección por daño

foliar) y el grado de reacción (evolución de la infección) de acuerdo con la producción de esporas. Para ello se seleccionaron cinco plantas al azar, en las que se usó la hoja 1 con el primer anillo visible, con el fin de determinar el nivel de reacción y el porcentaje de incidencia de los daños. De acuerdo con la escala empleada, la severidad del daño se evaluó como:

<i>Grado</i>	<i>Características</i>
0	Infeción no visible
1	Pequeñas rayas cloróticas
2	Algunas rayas necróticas
3	Manchas pequeñas a grandes de forma irregular, de color rojo a café, que pueden fusionarse entre sí. Ausencia de pústulas
4	Manchas individuales cloróticas o rojas, con pústulas sin abrir
5	Manchas individuales cloróticas o rojas, con pústulas abiertas que producen esporas
6	Manchas grandes en hojas, enrojecidas o necróticas, con pústulas que producen esporas
7	Manchas rojas o café fusionadas que cubren gran parte de la lamina foliar, atraviesa la nervadura central y con pústulas esporulantes
8	Pústulas en tejido clorótico con esporulación activa
9	Pústulas con tejido verde con esporulación activa

Para el análisis estadístico se determinó la media de las evaluaciones de las cinco plantas de cada individuo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de resistencia a la roya parda de los somaclones y las variedades usadas como testigos en condiciones de campo a los tres y seis meses después de plantados se muestra en la *Fig. 1*. La evaluación, en términos de nivel de reacción, permitió apreciar que los somaclones seleccionados de Ragnar mostraron alto grado de resistencia a la roya parda. A los tres meses no se apreciaron lesiones evidentes. El grado de reacción 4 fue el valor más alto obtenido entre todos los somaclones.

Con respecto al porcentaje de la intensidad de daños (porcentaje de incidencia), la *Fig. 2* muestra que ninguno de los somaclones de Ragnar superó el valor del 6 %, a pesar de que los niveles de reacción y porcentaje de incidencia a los seis meses fueron ligeramente superiores y no alcanzaron valores que comprometieran su resisten-

cia varietal. De acuerdo con Ángel y Victoria (2007), un valor de reacción menor o igual a cinco y un porcentaje de incidencia menor a 15 puede considerarse adecuado en términos de resistencia. Este comportamiento está en correspondencia con el grado de resistencia que mostró la variedad donante Ragnar.

Por el contrario, los somaclones derivados del cultivar CC85-92 fueron más afectados que la variedad donante, la cual no presentó ningún grado de infección a la roya a los tres ni a los seis meses de evaluada. En la *Fig. 1* se observa que todos los somaclones mostraron alguna afectación en la primera evaluación a los tres meses, la cual se incrementó considerablemente a los seis meses de evaluación. Con relación a los porcentajes de incidencia, se observa que los valores también se incrementaron al paso del tiempo, y alcanzaron hasta el 20 %; sin embargo, para ambas evaluaciones los valores alcanzados también permiten continuar los trabajos con este grupo de nuevos individuos, aunque un poco comprometidos por los valores de los porcentajes de incidencia.

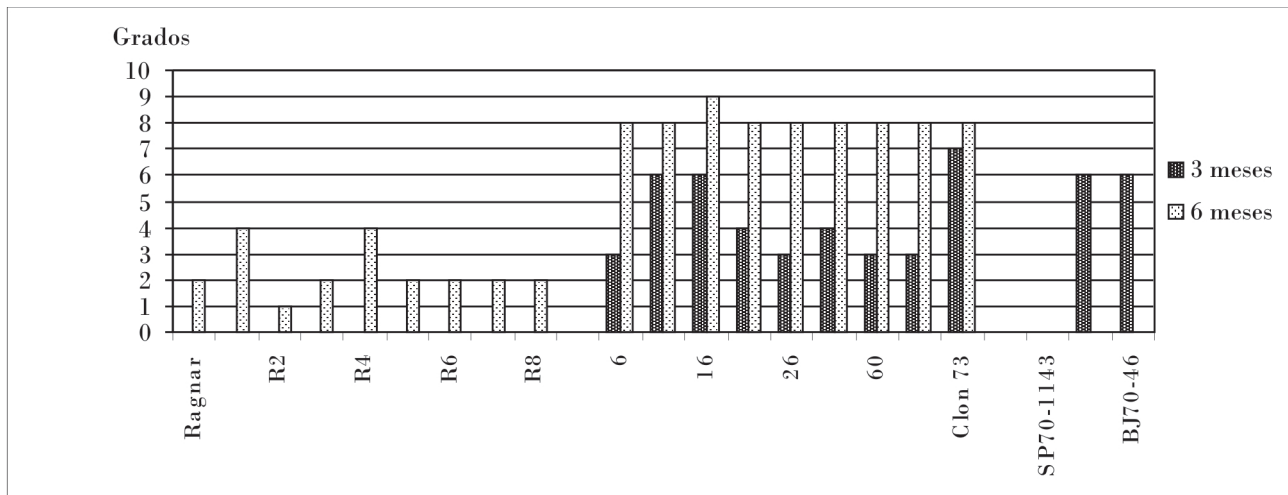


Figura 1. Reacción (grados) de resistencia a la roya de somaclones y variedades en estudio.

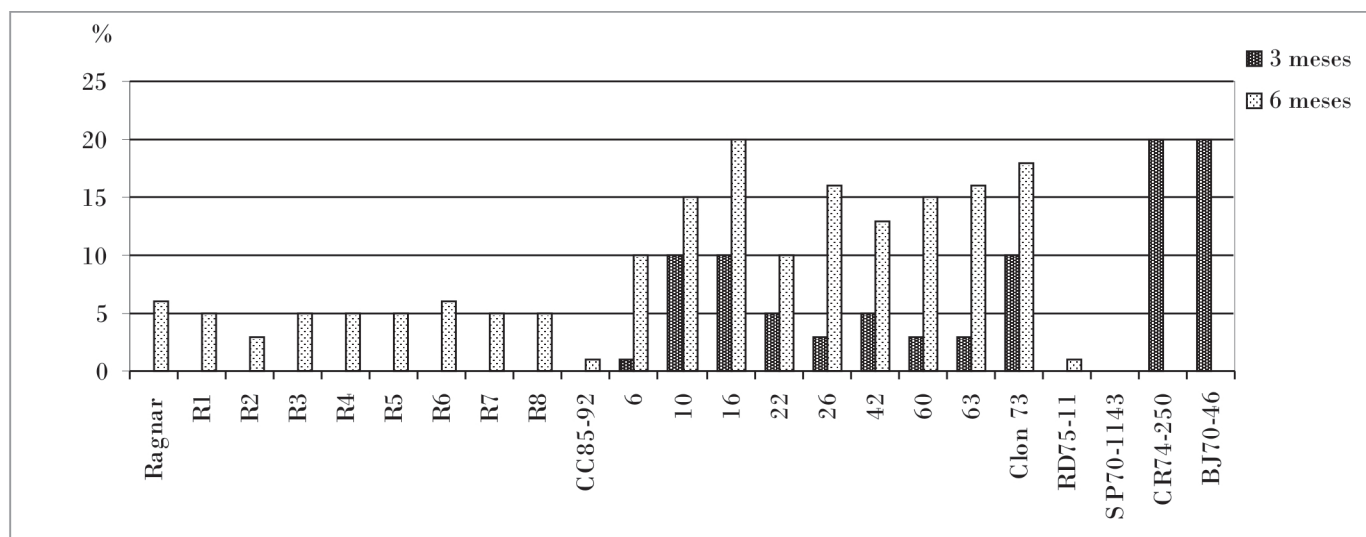


Figura 2. Porcentaje de incidencia de la roya en somaclones y variedades en estudio.

Dos de las variedades comerciales usadas como testigos, CR74-250 y BJ70-43, debieron eliminarse por su elevada susceptibilidad a la roya parda en las condiciones de campo, en la primera evaluación a los tres meses. Por el contrario, las variedades RD75-11 y SP70-1143 presentaron muy baja sintomatología relacionada con la roya parda. Es necesario señalar que el empleo de más de una variedad como patrón de comportamiento frente a una enfermedad garantizó un resultado más confiable, si se tiene en cuenta que la respuesta puede en ocasiones depender de las condiciones climáticas, la severidad del ataque y del propio genotipo evaluado.

Por otro lado, al mismo tiempo se evaluaron estas otras variedades para su posible introducción en programas de mejoramiento genético.

Hay que señalar que la Fig. 1 expresa el nivel con que la planta se enfrenta y defiende del patógeno, mientras que la Fig. 2 acerca más a la reacción de tipo epifitológico, es decir, en cuanto a diseminación (extensión) de la enfermedad.

La mayoría de las investigaciones en este sentido se refieren a la necesidad de plantar en diferentes áreas en presencia de aislados diversos. Los somaclones se eva-

luaron en áreas del ingenio Monterrey, provincia de Loja, por la elevada presencia de roya parda, donde causa una drástica disminución de la producción azucarera, que resulta en serias pérdidas en los rendimientos. Actualmente estos somaclones se encuentran plantados en diferentes localidades para continuar estos estudios.

Otro detalle importante en cuanto a la selección de nuevos individuos radica en que la introducción de características de muy elevada resistencia, con reacciones casi inmunes, no siempre es un carácter deseable, debido a que provoca la propia evolución de nuevas cepas de patógenos hacia formas más agresivas.

Las esporas de *Puccinia melanocephala* necesitan de alta temperatura y humedad, aunque esto puede variar [Ángel y Victoria, 2007]. En este sentido, es importante notar que ya existen informes de la presencia de síntomas de roya naranja (*Puccinia kuehni* Kruger Butler) en áreas de producción en el Ecuador [CINCAE, 2011]. Esta enfermedad había estado confinada a los países cañeros del Pacífico [Magarey *et al.*, 2005]; pero en los últimos años varios países del hemisferio occidental donde era considerada exótica (Guatemala, Estados Unidos, Cuba) han confirmado su presencia [Ovalle *et al.*, 2007; Comstock *et al.*, 2008; Pérez *et al.*, 2009; Aday *et al.*, 2010]. La roya naranja requiere de similares condiciones para su propagación que las mostradas por la roya parda, por lo que la posibilidad de su continua extensión por la región es inminente y constituirá una seria amenaza. Por ello es necesario continuar los trabajos de búsqueda de resistencia varietal por cualquiera de los métodos conocidos, tanto tradicionales como biotecnológicos.

CONCLUSIONES

- Existe un grupo de somaclones provenientes del cultivar Ragnar que han mostrado altos niveles de resistencia a la roya parda en una región ecuatoriana de alta incidencia de esta enfermedad.
- Los somaclones obtenidos a partir del cultivar CC85-92 mostraron valores de resistencia a la roya parda que los comprometen para futuras consideraciones en cuanto a evaluaciones de resistencia a esta enfermedad.

RECOMENDACIONES

Continuar la evaluación de este nuevo material biológico en diferentes localidades del país para confirmar su nivel de resistencia a esta enfermedad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Asistencia Oficial para el Desarrollo de Japón, al Proyecto 2KR del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), y a la Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador (UNCE), por el apoyo financiero y las facilidades para el desarrollo de este trabajo. Igualmente al ingeniero Rodolfo Samaniego y a Jorge Franco por su ayuda invaluable en diferentes etapas del trabajo. APF desea también agradecer al ingeniero Francisco Gordillo, exgerente del ingenio Monterrey, por sus atenciones durante las evaluaciones de los somaclones en esa áreas. MRL agradece el acuerdo de colaboración Biotecnología de la Caña de Azúcar y Empleo de Residuos de la Agro-Industria Azucarera, entre el Laboratorio de Biotecnología del Dpto. Microbiología y Virología de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana, la UNCE y la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, Ecuador, que ha permitido realizar parte de este trabajo.

REFERENCIAS

- Aday, O.; F. J. Barroso; F. Díaz; E. L. Martín; L. Pérez; I. Alfonso; J. Pérez; J. Barroso: «Presencia de la roya naranja *Puccinia kuehni* (Kruger) Butler en áreas experimentales de caña de azúcar de la región central de Cuba», *Fitosanidad* 14 (2): 83-89, Cuba, 2010.
- Ángel, J. C.; J. I. Victoria: «Evaluación de la incidencia de la roya en la variedad CC 93-3895», *Boletín Cenicafña* 29 (1) ener.-marz., Colombia. 2007.
- CINCAE: «Presencia de roya naranja en áreas de producción del Ecuador», *Boletín del Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE)*, 2011.
- Comstock, J. C.; S. G. Good; N. C. Glynn; J. Shineii; J. M. McKemy; L. A. Castlebury: «First Report of *Puccinia kuehni* Butler, Causal Agent of Orange Rust of Sugarcane in United States and Western Hemisphere», *Plant Disease* 92 (1): 75, EE. UU., 2008.
- Krishnamurtii, M.; J. Taskal: «Fiji Disease Resistant *Saccharum officinarum* cv. Pindar Subclones from Tissue Culture», Proc. XV ISSCT Congress (Plant Breeding), Durban, Sudáfrica, junio 1974.
- Larkin, P.; W. Scowcroft: «Somaclonal Variation: a Novel Source of Variability from Cell Cultures for Plant Improvement», *Theor. Appl. Genet.* 60: 197-214, Alemania, 1981.
- Magarey, R. T.; T. Staier; J. Bull; B. Croft; T. Wilcox: «The Australian Sugarcane Orange Rust Epiphytotic», Res. XXV ISSCT Congreso, Ciudad Guatemala, 2005, pp 648-653.
- Ovalle, W.; H. Orozco; J. L. Quemé; M. Melgar; S. García: «La roya de la caña de azúcar en Guatemala y estrategia para su manejo», *Boletín Cenicafña* 5, Guatemala, 2007, <http://www.cenicafña.org/Portal/Web2/boletín> (consultado en enero de 2008).
- Pérez, G.; N. Bernal; A. Chinea; J. O'Really; F. De Prada: *Recursos genéticos de la caña de azúcar*, Publicaciones Imago, Cuba, 1997.
- Pérez, L.; E. L. Martín; F. Barroso; B. Martínez; O. Borrás; I. Hernández: «Definitive Identification of Orange Rust of Sugarcane Caused by

- Puccinia kuehnii* Butler in Cuba», *New Disease Report* 20: 16, 2009, <http://www.ndrs.org.uk/article.php?id=020016> (consultado en enero de 2010).
- Purdy, L. H.; J. L. Dean: «Un sistema para registrar los datos sobre las interacciones entre la roya de la caña de azúcar y el hospedero», *Memorias del Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar I. Enfermedades de la caña de azúcar*, Miami, 8-10 oct., EE. UU., 1980, pp. 177-180.
- Ramos, M.; R. H. Maribona; A. Ruiz; S. B. Korneva; E. Canales; T. D. Dinkova; F. Izquierdo; O. Coto; D. Rizo: «Somaclonal Variation as a Source of Resistance to Eyespot Disease of Sugarcane», *Plant Breeding* 115 (1): 37-42, Alemania, 1996.