

Caracterización y selección de localidades de prueba para resistencia a la enfermedad roya parda de la caña de azúcar en las condiciones de Cuba

Joaquín Montalván Delgado, Isabel Alfonso Terry, Eida Rodríguez Lema, Javier Delgado, Omelio Carvajal Jaime, Osmani Aday Díaz, José Rodríguez Zayas, Mónica Tamayo, Héctor Jorge Suárez, Ivía Pouza Sierra, Isabel Torres Varela, Félix Valladares Arrocha, Yoslen Fernández Gálvez, Luis Águila Socorro y Eloy Valdés González

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera a Cujae Km 2½, Boyeros, La Habana, C. P. 19390, jmontalvan@eticacm.azcuba.cu

RESUMEN

La roya parda de la caña de azúcar –*Puccinia melanocephala* Sydow & P. Sydow– constituye una de las enfermedades principales del cultivo. El ambiente donde se cultiva la caña está conformado por varios factores, cuya combinación contribuye a la formación de diferentes condiciones de desarrollo, lo que influye en el comportamiento de los cultivares ante las enfermedades. Se realizaron experimentos en seis localidades del país con el objeto de caracterizar y definir las localidades para las pruebas de resistencia a la roya parda. Se estudiaron 11 cultivares y seis patrones de resistencia, y se analizaron las variables climáticas durante el período. Se realizaron evaluaciones en diferentes edades de la planta, posición de la hoja, así como la cantidad, largo más frecuente de la pústula, tamaño de la pústula mayor y porcentaje de área ocupada por las mismas. Se comprobó el comportamiento diferencial de las localidades, así como el efecto de la humedad relativa y las temperaturas en la manifestación de la enfermedad. Todas las localidades evaluadas resultaron aptas para determinar la reacción de los cultivares ante esta enfermedad, en tanto cuatro de ellas son aptas para determinar la reacción de los progenitores.

Palabras claves: Caña de azúcar, enfermedad, roya parda, *Puccinia melanocephala*

ABSTRACT

Sugarcane brown rust –*Puccinia melanocephala* Sydow & P. Sydow– is one of the major diseases of the crop. The environment where sugarcane is cultivated is constituted by several factors, and its combination contributes to the formation of different growing conditions, influencing on varieties diseases behavior. With the aim of characterize and define the resistance test locations for brown rust disease, experiments in 6 locations of the country, with 11 cultivars and 6 resistance patterns were carried out. The climatic variables during the period were analyzed, and evaluations in different plant ages leave position, quantity, length of the more frequent, and size of the biggest pustules, as well as area percentage occupied by pustules were evaluated. All studied locations are able for brown rust cultivar evaluations, while four of them are recommended to determine the parent reactions.

Key words: Sugar cane, disease resistance, brown rust, *Puccinia melanocephala*

INTRODUCCIÓN

La roya parda (común) de la caña de azúcar, causada por el hongo fitopatógeno *Puccinia melanocephala* Sydow & P. Sydow se considera una de las enfermedades de mayor importancia que afecta al cultivo, y está ampliamente distribuida en las áreas cañeras del mundo [Asnaghi *et al.*, 2001; Chinea *et al.*, 2014]; origina importantes pérdidas económicas, estimadas entre el 10 y el 40 % del rendimiento del cultivo en cultivares susceptibles como B4362 [Xavier *et al.*, 2013].

Numerosos son los factores que influyen en el desarrollo de la caña de azúcar. Algunos pueden ser controlables y otros no. Su combinación contribuye a la formación de diferentes condiciones de desarrollo y producción, lo cual determina el comportamiento específico de los cultivares. Así mismo, las enfermedades del cultivo están fuertemente determinadas en su desarrollo y distribución por las variaciones edafoclimáticas locales [Alfonso *et al.*, 2011, Arellano *et al.*, 2011].

En Cuba el clima en los últimos años es más variable y cálido, la temperatura promedio anual se incrementó 0,6 °C desde mediados del pasado siglo, el nivel del mar ha subido hasta 8,56 cm en los últimos cuarenta años, la actividad ciclónica ha sido muy variable y la frecuencia de los períodos de sequía se ha incrementado, con mayor incidencia en la región oriental del país. [CITMA, 2011].

La definición de las localidades de prueba más representativas para la realización de estudios de resistencia a enfermedades es un importante aspecto a tener en cuenta a la hora de determinar el comportamiento de los cultivares frente a las enfermedades.

Por lo antes expuesto este trabajo tuvo como objetivo la caracterización y definición de las localidades más propicias para el desarrollo de estudios de resistencia de los cultivares ante la roya parda de la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se plantaron en las localidades de Quivicán (Mayabeque), Jovellanos (Matanzas), Ranchuelo (Villa Clara), Florida (Camagüey), Guaro (Holguín) y Palma Soriano (Santiago de Cuba). Se evaluaron las cepas de planta y primer retoño.

Los cultivares estudiados fueron C1051-73, C132-81, C266-70, C323-68, C86-12, C86-503, C86-56, C88-380, C90-530, Co997 y SP70-1284, además se emplearon los patrones de resistencia a la enfermedad para los estudios en foco infeccioso de roya parda propuestos por Jorge *et al.* (2011): PR980 (AR), Ja64-11 (R), C334-64 (MR), Ja60-5 (S), My5514 (S) y B4362 (AS).

Se analizaron las variables climáticas: humedad relativa del aire, lluvia y las temperaturas máxima, mínima y media durante el período de estudio.

Se empleó un diseño de bloques al azar con tres réplicas. Cada parcela contó con un área de 9,6 m² (6 m de longitud y 1,6 de ancho) en cada réplica. Cada dos cultivares, y bordeando los experimentos, se plantó B4362 para incrementar y homogenizar la presión de inóculo.

Las evaluaciones se realizaron en las hojas +1, +3 y +5, según notación de Kuijper [Dillewijn, 1952] durante las edades de tres, cuatro, cinco, seis y nueve meses del cultivo. Se analizaron 2 cm² del tercio central de cada hoja [Tamayo, 2010 y Tamayo *et al.*, 2010a], se

tuvo en cuenta, cantidad de pústulas (CPUST), largo más frecuente de la pústula (LPUST), tamaño de la pústula mayor (TPM) y porcentaje de área ocupada por pústulas (PAPUST).

Se analizaron las variables climáticas durante el período de estudio y se realizaron análisis de componentes principales y análisis discriminante para agrupar los ambientes evaluativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de componentes principales para identificar las variables más importantes en la caracterización de los ambientes y la manifestación de la enfermedad se muestra en la *Tabla 1*.

La primera componente extrajo el 45,48 % de la variabilidad total de los datos, la segunda el 28,22 % y la tercera el 17,91 %. La suma del porcentaje de las tres componentes abarca el 91,61 % de la variabilidad.

En la mencionada tabla se muestran los valores propios de las componentes y las coordenadas de los vectores que resultaron más importantes en la caracterización de los ambientes estudiados. Obsérvese que en el primer componente las variables de mayor peso fueron las temperatura máxima, porcentaje de área ocupada por pústula, tamaño de pústula y la humedad relativa. Esta última se encuentra en sentido contrario del eje con respecto a las tres primeras.

En el segundo componente las variables de mayor contribución fueron cantidad de pústulas, temperatura media y temperatura mínima en sentido positivo, y el largo de la pústula en sentido negativo. La variable que resultó relevante en la tercera componente fue la lluvia, y repiten su importancia en esta componente las variables cantidad de pústula y temperatura mínima.

Alfonso *et al.* (2011) utilizaron el parámetro de TPM como un aspecto importante a tener en cuenta en las evaluaciones de resistencia de los cultivares en diferentes localidades, estableciendo así nuevos criterios que contribuyen a perfeccionar las metodologías actuales de evaluación.

En el gráfico aportado por este mismo análisis para las dos primeras componentes (*Fig. 1*) puede observarse que existe la formación de diferentes grupos caracterizados por las distintas localidades que se estudiaron.

Tabla 1. Análisis de componentes principales para la caracterización de las localidades de prueba. Valores y vectores propios

<i>Valores propios</i>	<i>Comp. 1</i>	<i>Comp. 2</i>	<i>Comp. 3</i>
Valor	4,09	2,54	1,61
Porcentaje	45,48	28,22	17,91
Valor acumulado	4,09	6,63	8,24
Porcentaje acumulado	45,48	73,7	91,61
Coordenadas de los vectores propios			
Cantidad de pústulas	0,009	0,44	− 0,54
Humedad relativa	− 0,41	− 0,18	0,28
Lluvia	− 0,35	− 0,11	− 0,46
Largo de la pústula	0,37	− 0,38	− 0,06
Porcentaje de área ocupada por pústula	0,42	0,16	− 0,34
Temperatura máxima	0,45	− 0,1	0,02
Temperatura media	0,16	0,50	0,14
Temperatura mínima	0,13	0,43	0,52
Tamaño de pústula mayor	0,37	− 0,37	0,07

La mayor cantidad de pústulas correspondió a la localidad de Quivicán y el tamaño mayor de las mismas, así como el porcentaje de área ocupada por pústulas a Palma Soriano en Santiago de Cuba.

Estos resultados nos permiten aseverar el comportamiento diferencial que mantienen los cultivares en las diferentes localidades como una manifestación de la interacción genotipo-ambiente.

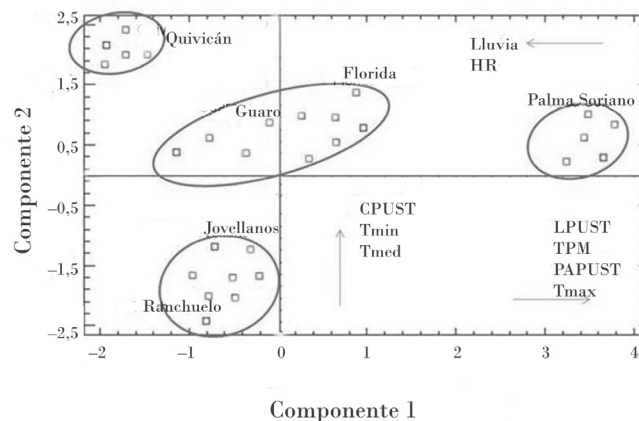


Figura 1. Representación de los ambientes estudiados en el plano de las dos primeras componentes.

Las localidades de Florida y Guaro forman un grupo de similares características en el comportamiento frente a la enfermedad, y otro formado por las localidades de Jovellanos y Ranchuelo. Esto nos permite realizar una valoración para seleccionar una o dos localidades de prueba en estas provincias, en lugar de mantener las cuatro provincias mencionadas. El análisis nos sugiere además la importancia que tienen las dos provincias restantes, donde se hace indispensable el mantenimiento de estas como localidades de prueba basado en su comportamiento diferencial respecto a las anteriores.

De acuerdo con estas consideraciones podemos formar cuatro grupos con los ambientes en ambas cepas; el grupo uno formado por las localidades de Ranchuelo y Jovellanos; el dos por Florida y Guaro, en ambas cepas; el tres solamente por Quivicán y el cuatro por Palma Soriano en las dos cepas.

Lo expresado corrobora lo planteado por Infante *et al.* (2009), cuando expresan que la interacción genotipo-ambiente es un problema muy específico, por lo que se debe tener precaución al hacer generalizaciones de los casos. En este caso la combinación de los genotipos y las localidades constituyen la interacción genotipo-ambiente.

Los resultados anteriores se confirmaron con un análisis discriminante, el cual muestra el 82,68 % de buena clasificación (aceptable), resultados acreditados por la significación de las cinco funciones discriminantes (*Tabla 2*).

Los resultados de este análisis denotan la importancia que tienen las localidades de estudio en la clasificación de los cultivares, pudiendo mantenerse las seis localidades, sin descartar en un futuro, por razones económicas, utilizar solo cuatro localidades (Palma Soriano, Quivicán, Florida y Ranchuelo). Estas últimas pueden ser utilizadas además como ambientes de prueba para definir el comportamiento de los progenitores a utilizar en las campañas de obtención de nuevos cultivares y contar con resultados replicados en cuatro zonas edafoclimáticas

del país, donde cada progenitor muestre, al menos en una de ellas, su máximo potencial de susceptibilidad.

Se ratifican los resultados mediante el análisis de componentes principales al sugerir la utilización de cuatro localidades para definir la reacción de los progenitores a utilizar en el Programa de Mejora frente a la roya parda.

Xavier y col. (2013) plantean, al estudiar 140 familias de caña de azúcar derivadas de cruces biparentales, que la roya parda de la caña de azúcar puede ocasionar pérdidas de hasta el 50 % del rendimiento en cultivares susceptibles, y la manifestación de la enfermedad se encuentra influenciada por las condiciones ambientales. Estos autores encontraron respuesta diferencial en dos localidades estudiadas en Brasil.

Tabla 2. Resultados del análisis discriminante por localidades

<i>Función</i>	<i>Valor del eje</i>	<i>Correlación canónica</i>	<i>Wilks lamb- da</i>	<i>X²</i>	<i>G.L.</i>	<i>Prob.</i>	
1	101,50	0,99	0,003	17985,84	45	0,00	
2	0,97	0,70	0,28	3854,74	32	0,00	
3	0,47	0,56	0,56	1785,37	21	0,00	
4	0,14	0,35	0,82	609,49	12	0,00	
5	0,07	0,25	0,94	196,39	5	0,00	
	<i>Porcentaje de buena clasificación</i>	<i>Clasificados según modelo</i>					
		<i>Quivicán</i>	<i>Jovellanos</i>	<i>Ranchuelo</i>	<i>Florida</i>	<i>Guaro</i>	<i>Palma Soriano</i>
Quivicán	71,96	367	0	0	72	69	2
Jovellanos	89,22	0	455	0	0	0	55
Ranchuelo	100	0	0	510	0	0	0
Florida	75,29	40	0	0	384	36	50
Guaro	60,78	44	0	0	103	310	53
Palma Soriano	98,82	0	0	0	6	0	504
Total	82,68	451	455	510	565	415	664

En la *Tabla 3* se muestra la caracterización climatólogica de las localidades donde se realizaron los estudios. Puede observarse que la localidad de Santiago de Cuba se caracterizó por las menores precipitaciones y una humedad relativa del 71,33 %, inferior al resto de las localidades. En Matanzas y Villa Clara se observan las mayores precipitaciones y las menores temperaturas mínima y media. Además,

las temperaturas en sentido general mantienen un comportamiento similar, motivado quizás por las características que presenta la isla de Cuba de ser larga y estrecha, y las temperaturas están influenciadas por la brisa marina. Sin embargo, estas no son uniformes, y cada localidad presenta sus características, lo que se manifiesta en la formación de los grupos contrastantes que se muestran en la *Fig. 1*.

Tabla 3. Caracterización climatológica de las localidades de estudio

<i>Localidad</i>	<i>Lluvia</i>	<i>T. máx.</i>	<i>T. mín.</i>	<i>T. med.</i>	<i>Hr</i>
Camagüey	965,63	31,51	21,51	26,33	77,07
Holguín	1266,2	28,08	20,56	25,18	76,26
Matanzas	1943,7	30,97	19,33	24,22	79,58
Mayabeque	1365	30,49	20,07	25,28	76,09
Santiago de Cuba	836,5	31,2	19,69	25,45	71,33
Villa Clara	1614,4	31,17	19,53	19,53	78,33

CONCLUSIONES

- Existe respuesta diferencial entre las diferentes localidades de estudio, por lo que cada localidad mantiene su importancia.
- Las localidades de Matanzas y Villa Clara, así como Camagüey y Holguín presentan similitud en la manifestación de la enfermedad.
- La mayor cantidad de pústulas se presentó en la localidad de Mayabeque, y el tamaño mayor en la localidad de Santiago.

RECOMENDACIONES

- Mantener como centros de prueba de resistencia a la roya parda las seis localidades que se estudiaron.
- Establecer como localidades de prueba para definir el comportamiento de los progenitores a utilizar en las campañas de cruzamiento las localidades de Palma Soriano (Santiago de Cuba), Florida (Camagüey), Ranchuelo (Villa Clara) y Quivicán (Mayabeque).

REFERENCIAS

Alfonso, Isabel; J. Delgado; Y. Rufin; O. Aday; J. Montalván; Mónica Tamayo; Eida Rodríguez, R. Acevedo; María La O y R. González. «Tamaño de Pústula mayor, una variable categórica para evaluar la roya parda en caña de azúcar», Seminario Internacional de Sanidad Agropecuaria (SISA 2011), La Habana (soporte digital 2011).

Arellano, C.; M. Ramos; S. Komeva; J. Pilco; G. Chávez y C. Astolfo: «Evaluación de la resistencia a la roya parda (*Puccinia melanocephala* Syd.) de somaclones de caña de azúcar (*Saccharum* sp. híbrido) obtenidos en el Ecuador», revista *Fitosanidad*, vol. 15, no. 4, diciembre, pp. 245-250, Cuba. 2011.

Asnaghi, C.; A. D'Hont; J. C. Glaszmann and P. Rott: «Resistance of sugarcane cultivar R570 to *Puccinia melanocephala* isolates from different geographic locations», *Plant Diseases* 21(3):282-286, 2001.

Chinea, A.; R. Acevedo; Eida Rodríguez y María La O: Enfermedades de la caña de azúcar y evolución de las técnicas para su detección y diagnóstico en Cuba», Memorias del evento por el 50 aniversario del INICA (soporte digital), Matanzas, Cuba, 2014.

CITMA: «El cambio climático y la zona costera cubana. Nuestros científicos alertan», Cuba, 2011.

Dillewijn, C. Van: *Botánica de la caña de azúcar*, Ediciones R, La Habana, 1962.

Infante, Danay; B. Martínez; E. González y Noyma González: «*Puccinia kuehnii* (Krüger) Butler y *Puccinia melanocephala* H. Sydow y P. Sydow. en el cultivo de la caña de azúcar», revista *Protección Vegetal*, vol. 24, no. 1, 2009.

Jorge, H.; R. González; M. Casas y Jorge Ibis: *Normas y Procedimiento del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba*, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, 2011.

Tamayo, Mónica: «Perfeccionamiento metodológico para evaluar roya parda –*Puccinia melanocephala* Sydow y P. Sydow– en caña de azúcar», tesis en opción al título académico de Máster en Sanidad Vegetal. Mención Fitopatología, Universidad Agraria de La Habana, 2010.

Tamayo, Mónica; J. Montalván; Yaquelin Purchades; Isabel Alfonso; P. Pablos; R. González; Vivian Chacón; O. Rodríguez y H. Solís: «Estudio metodológico para evaluar roya parda de la caña de azúcar», revista ATAC no. 2, 2010a.

Xavier, M. A.; B. S. Gonçalves; M. G. A. Landell; P. Figueiredo; D. Perecin and L. R. Pinto: «Brown rust (*Puccinia melanocephala*) incidence in sugarcane families in Sao Paulo State, Brazil», Proc ISSCT XXVIII Congress, vol. 28, 2013.

