

Utilización de variables cuantitativas para evaluar la resistencia a la enfermedad roya parda, de la caña de azúcar

Joaquín Montalván-Delgado*, Isabel Alfonso-Terry, Eida Rodríguez-Lema, Ivía Pouza Sierra, Yoslén Fernández-Gálvez, Isabel Torres-Varela y Eloy Valdés-González
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE, km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba.

*jmontalvan@eticacm.azcuba.cu

RESUMEN

Con la finalidad de analizar el comportamiento ante la roya parda (*Puccinia melanocephala* Sydow and P. Sydow), en áreas de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA), Centro Oriental, se llevó a cabo un experimento con los cultivares de caña de azúcar C1051-73, C132-81, C266-70, C323-68, C86-12, C86-503, C86-56, C88-380, C90-530, Co997, SP70-1284 y los patrones de reacción conocida, PR980 (grado I), Ja64-11 (grado II), C334-64 (grado III), My5514 y Ja60-5 (grado IV) y B4362 (grado V). Las evaluaciones se realizaron en las cepas de planta y primer retoño a las edades de tres, cuatro, cinco, seis y nueve meses en las hojas +1, +3 y +5. Los parámetros evaluados fueron: largo y número de pústulas, tamaño de la pústula mayor, y área ocupada por pústulas. A los datos obtenidos se les realizaron análisis de varianzas y la prueba de Tukey para detectar las diferencias entre los cultivares. Se utilizó el paquete estadístico SPSS, así como las interacciones principales aditivas y multiplicativas (Modelos AMMI). Existen diferencias en todos los factores analizados (cultivar, hoja y momento de evaluación) y en las variables analizadas (tamaño de pústula mayor y área ocupada por pústula). Los patrones de resistencia mantuvieron el comportamiento esperado y el mayor porcentaje de cultivares se comportó como resistente.

Palabras clave: AMMI, cultivares, enfermedades, *Puccinia melanocephala*, pústulas.

ABSTRACT

With the purpose to analyze the behavior of a group of sugarcane cultivars in the presence of brown rust (*Puccinia melanocephala* Sydow and P. Sydow) in the area of the Territorial Sugarcane Research Station Oriental Center Camagüey, it was carried out an experiment with the sugarcane cultivars C1051-73, C132-81, C266-70, C323-68, C86-12, C86-503, C86-56, C88-380, C90-530, Co997, SP70-1284 and the patterns of well-known reaction PR980 (I grade), Ja64-11 (II grade), C334-64 (III grade), My5514 y Ja60-5 (IV grade) y B4362 (V grade). The evaluations were made at the plant and ratoon shoot at the ages of three, four, five, six and nine months in the leaves +1, +3 y +5. The evaluated parameters were: length and the number of pustules, size of the biggest pustule, and the occupied area by pustules. It was made an analysis of variance and Tukey's test to find the differences between the cultivars. The statistical packet SPSS such as the main additive and multiplicative interactions (AMMI Models) were used. There are differences in every analyzed factors (cultivar, leaf and evaluation moment) and in the analyzed variables (TPM and occupied area by pustule). The resistance patterns kept the expected behavior and the biggest cultivars percentage behaved like resistant.

Key words: AMMI, cultivars, diseases, *Puccinia melanocephala*, pustules.

INTRODUCCIÓN

La roya de la caña de azúcar, producida por el hongo *Puccinia melanocephala* Sydow and P. Sydow, es una de las enfermedades de mayor importancia que afecta a este cultivo, según Chinaea *et al.* (1). El ambiente donde se desarrolla el cultivo de la caña de azúcar está constituido por numerosos factores y su combinación contribuye a la formación de diferentes condiciones de desarrollo y producción, lo que determina el comportamiento específico de los cultivares. Asimismo, las enfermedades están fuertemente determinadas en su desarrollo y distribución, por las variaciones edafoclimáticas locales, apunta Xavier *et al.* (2).

A mediados de la década del 2000 se informaron ataques intensos de la enfermedad en diferentes provincias del país con sintomatología atípica. Por ello, se hace necesario intensificar la vigilancia y tener en cuenta que, nacionalmente, aún se plantan cultivares susceptibles. Por estas razones nos propusimos los objetivos de evaluar y comparar la reacción de un grupo de cultivares de caña de azúcar y de los patrones de resistencia a roya parda en las condiciones de Camagüey, mediante el uso de variables cuantitativas y poner en funcionamiento un sistema que permita una evaluación eficiente de la enfermedad en el Esquema de Obtención de Variedades, utilizando los modelos de interacciones principales aditivas y multiplicativas (AMMI, por sus siglas en inglés) en la clasificación de genotipos y definir los momentos óptimos de evaluación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en áreas de la ETICA, de Camagüey, sobre un suelo pardo con carbonatos. 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. Se utilizaron, además, los patrones PR980 (AR), Ja64-11 (R), C334-64 (MR), My5514 y Ja60-5 (S) y B4362 (AS).

Se empleó un diseño de bloques al azar, con tres réplicas. Las evaluaciones se realizaron a los tres, cuatro, cinco, seis y nueve meses de edad, en las cepas caña planta y primer retoño, en las hojas +1, +3 y +5. Se analizaron 2 cm² del tercio central de cada hoja (Tamayo *et al.*(3), se tuvo en cuenta la cantidad de pústulas (CPUST), el largo de la pústula más frecuente (LPUST), el tamaño de la pústula mayor (TPM) y el porcentaje del área ocupada por pústulas (PAPUST). Para el procesamiento estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 10 y los modelos AMMI del tabulador de datos EXCEL. Se realizaron análisis de varianza factoriales para detectar las diferencias entre los distintos factores de variación y, con posterioridad, la prueba de Tukey, para la formación de los grupos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la dódima de Tukey reportan la formación de grupos en los parámetros TPM y porcentaje de área ocupada por pústulas (cm²) en planta y primer retoño (tabla 1). El cultivar B4362 alcanzó el mayor tamaño de pústulas, en correspondencia con su nivel de susceptibilidad, y se diferenció significativamente del resto en ambas cepas. Los cultivares que presentaron menores tamaños de pústulas y que son catalogados como más resistentes corresponden a C132-81, Co997, C266-70 y C1051-73. Los genotipos C90-530, C86-56, SP70-1284 y C86-503 se encuentran en un grupo intermedio, mientras que C86-12 formó un grupo independiente. Resultados similares han sido obtenidos por otros autores como (Tamayo *et al.* (4), quienes encontraron la formación de grupos similares.

Tabla 1. Comparación de las medias aportadas por los genotipos para el parámetro TPM y el porcentaje de área ocupada por pústulas

	Planta		Retoño			Planta		Retoño	
	TPM	Porcentaje de área con pústulas	TPM	Porcentaje de área con pústulas		TPM	Porcentaje de área con pústulas	TPM	Porcentaje de área con pústulas
C90-530	0.05 ab	0.016 a	0.000 a	0.000 a	C86-503	0.22 ab	0.130 a	0.818 d	0.470 a
C132-81	0.00 a	0.000 a	0.010 a	0.003 a	C88-380	1.20 c	0.920 bc	0.900 d	0.440 a
Co997	0.00 a	0.000 a	0.040 a	0.012 a	Ja60-5	1.72 d	1.610 d	1.540 e	1.510 a
PR980	0.00 a	0.000 a	0.050 a	0.020 a	C334-64	1.25 c	1.130 c	2.000 f	2.050 bc
C266-70	0.00 a	0.000 a	0.120 ab	0.050 a	C323-68	1.27 c	0.610 b	2.440 g	2.220 c
Ja64-11	0.07 ab	0.002 a	0.170 ab	0.050 a	My5514	2.20 e	1.260 cd	2.650 g	1.83 bc
C86-56	0.06 ab	0.020 a	0.220 ab	0.090 a	B4362	5.26 f	4.560 e	5.510 h	8.11 d
C1051-73	0.00 a	0.000 a	0.43 bc	0.450 a	Sx	0.24	0.33	0.25	0.45
SP70-1284	0.15 ab	0.070 a	0.68 cd	0.410 a	E.S	13.08	18.7	10.2	18.9
C86-12	0.30 b	0.150 a	0.817 d	0.400 a					

Letras desiguales difieren $p \leq 0.01$ Prueba de Tukey, Sx desviación típica.

Al analizar los porcentajes de pústulas se pudo constatar que los menores correspondieron a: C90-530, C132-81, Co997, C266-70, C1051-73, SP70-1284, C86-12 y C86-503. Las mayores afectaciones correspondieron a B4362. Se puede observar que el resto de los patrones utilizados se comportan conforme a su reacción: PR980 (Altamente resistente), Ja64-11 (Resistente), C334-64 (Moderadamente resistente), My5514 y Ja60-5 (Susceptibles).

La utilización de este parámetro (Porcentaje de pústulas por centímetro cuadrado) nos permite disponer de un resultado más confiable, pues está sustentado sobre las observaciones contables que no dependen de la apreciación del observador y que, sin lugar a dudas, no introduce errores que surgen cuando las mediciones son realizadas por diferentes evaluadores.

Al analizar el área ocupada por pústulas en los distintos momentos de evaluación (tabla 2), se observa que en la cepa de caña planta, las evaluaciones a los 6 y 9 meses de edad, poseen resultados similares, por lo que podemos inferir que con uno de ellos es suficiente.

En las condiciones de este estudio, las mayores afectaciones en la provincia de Camagüey ocurren antes de los tres meses de edad, momento en que se manifiestan con mayor claridad los signos típicos de la roya parda y disminuyen progresivamente la sintomatología. Otros autores exponen que las afectaciones por roya parda comienzan desde muy temprano, antes de los primeros seis meses de edad, según refiere Tarazona (5).

Tabla 2. Comparación de los momentos de evaluación y hojas evaluadas en las cepas de planta y retoño para el porcentaje de área ocupada por pústulas

Momento de evaluación	PAPUST en planta	PAPUST en retoño	Hoja evaluada	PAPUST en planta	PAPUST en retoño
3 meses	1.82 d	2.59 e	+1	0.31 a	0.72 a
4 meses	1.06 c	1.40 d	+3	0.79 b	1.02 b
5 meses	0.65 b	0.74 c	+5	1.27 c	1.45 c
6 meses	0.24 a	0.43 b	Sx	0.33	0.45
9 meses	0.19 a	0.16 a	C.V (%)	18.7	18.9
Sx	0.33	0.45			
C. V (%)	18.7	18.9			

Letras desiguales difieren al $p \leq 0.01$ Prueba de Tukey, Sig. Significación.

Al analizar el comportamiento de las hojas evaluadas (tabla 2) se aprecia que los mayores porcentajes de afectación correspondieron a la hoja +5, aunque existe un valor intermedio en la hoja +3.

La representación gráfica de los efectos principales en las diferentes hojas, para el carácter Porcentaje de área ocupada por pústulas en las abscisas y el valor del CP1 en las ordenadas (figura 1), muestra la interacción Genotipo x Ambiente (G x E), descrita en términos de susceptibilidad diferencial de los cultivares frente a la roya parda. Los patrones B4362, My5514, Ja60-5 y C334-64 manifiestan afectaciones de mayor a menor, en el orden señalado. El porcentaje mayor de individuos se comportó como resistente. Según la representación gráfica del modelo AMMI2, los vectores cuyo punto final se encuentra más alejado del origen de coordenadas, contribuyen relativamente más a la interacción que aquellos cuyos vectores finalizan más próximos al origen (figura 2). Los puntos cuyas direcciones de vectores coinciden tienen un patrón de interacción similar. De acuerdo con estas consideraciones, se pueden agrupar los momentos de evaluación en tres grupos, uno formado por las primeras evaluaciones en la hoja +5, otro con las segundas evaluaciones en la hoja +5, y otro grupo formado por las evaluaciones cuartas y quintas en cualquiera de sus hojas.

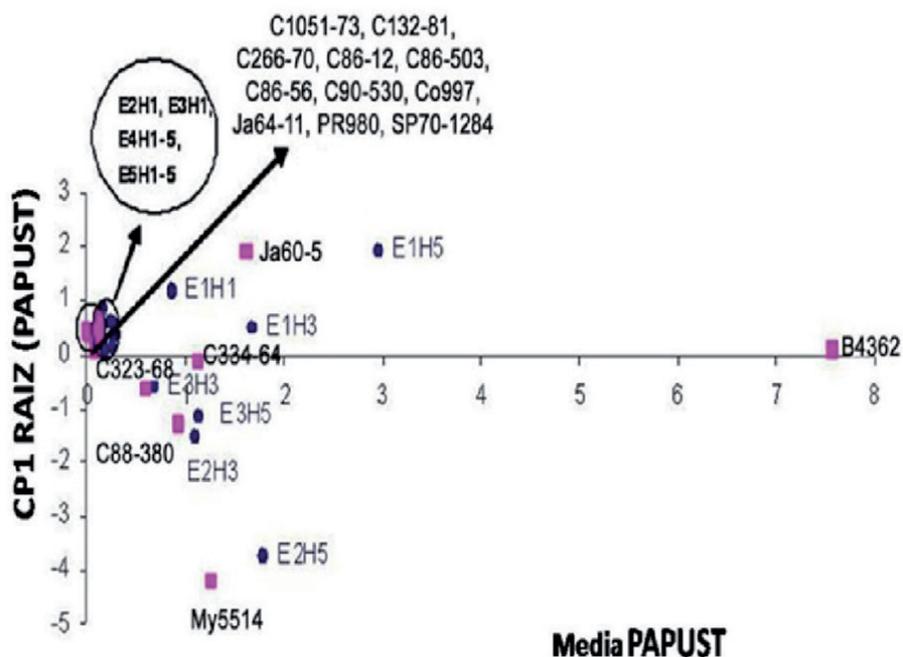


Figura 1. Representación Biplot del nivel de respuesta de los cultivares para el carácter Porcentaje de área ocupada por pústulas.

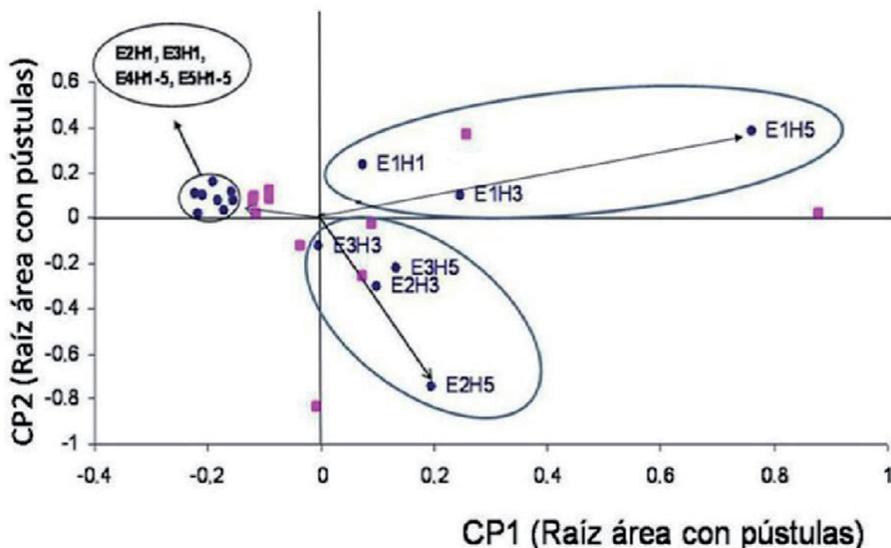


Figura 2. Representación Biplot para el carácter Porcentaje de pústulas por centímetro cuadrado relacionado con los momentos de evaluación: E1: evaluación 3 meses; E2: evaluación 4 meses; E3: evaluación 5 meses; E4: evaluación 6 meses; E5: evaluaciones 9 meses; H1: hoja +1; H3: hoja +3; H5: hoja +5.

CONCLUSIONES

1. En la localidad de Camagüey el 81 % de los cultivares que se estudiaron se comportaron como resistentes y presentaron las mayores afectaciones por roya parda a la edad aproximada de tres meses.
2. Los modelos AMMI permitieron graficar el comportamiento de los genotipos estudiados, así como la interacción Cultivar Momento de evaluación y mostrar la mayor interacción con las observaciones 1 y 2 en la hoja +5 y las 4 o 5 en cualquiera de sus hojas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. China, A., R. Acevedo, E. Rodríguez y M. 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, INICA, La Habana, Cuba. pp. 41-47, 2014.
2. Xavier, M.A., B.S. Gonçalves, M.G.A. Landell, P. Figueiredo, D. Perecin and I.R. Pinto. Brown rust (*Pucciniamelanocephala*) incidence in sugarcane families in Sao Paulo State, Brazil. Procc. Issct xxviii congress. Vol 28: 3 pp, 2013.
3. Tamayo, M., J. Montalván, Y. Puchades, I. Alfonso, P. Pablos, R. González. Estudio metodológico para evaluar roya parda de la caña de azúcar. Revista ATAC, 2: 33–36, 2010.
4. Tamayo, M., J. Montalván, Y. Puchades, I. Alfonso, R. González y P. Pablos. Roya común en caña de azúcar, estudio metodológico y relación genética como índice de consanguinidad. Memorias de la Jornada Científico Productiva 45 aniversario del INICA, INICA, Florida, Camagüey, Cuba. 2009.
5. Tarazona, G.A. Manejo fitosanitario del cultivo de la caña panelera. Medidas para la temporada invernal. Bogotá D.C., Colombia. Código 00.09.28.11. 2011, 51 pp.