

Reacción de cultivares de caña de azúcar ante *Puccinia kuehnii* durante siete años en Mayabeque

Reaction of sugarcane cultivars to *Puccinia kuehnii* in Mayabeque for seven years



<http://opn.to/a/auzMH>

Javier Delgado Padrón ^{1*}, Tania Casero Rodríguez ¹, Arelis Rodríguez Martínez ¹,
Lázaro Pardo Mora ¹, Isabel Alfonso Terry ¹, Maira Ferrer Reyes ¹

¹Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE Km 1 ½. Boyeros, C.P. 19390. La Habana, Cuba.

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue determinar la reacción de cultivares de caña de azúcar ante la roya naranja en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Mayabeque-Artemisa, en el periodo 2012-2018. La evaluación de la enfermedad se realizó de forma, visual en las hojas, cada seis meses y se diagnosticó por microscopía óptica. Las uredosporas se caracterizaron en cuanto a color, forma y tamaño. Los individuos se agruparon según la presencia de pústulas en las hojas 0 y +1, así como el porcentaje de superficie ocupada por esta. La reacción de los individuos ante el hongo se determinó en la hoja + 3 en diez plantas. Existe una ligera tendencia al aumento de los cultivares comerciales y clones de caña de azúcar infectados con el hongo. La enfermedad se manifestó con mayor severidad en los años 2015 y 2016. Mostraron resistencia 13 cultivares comerciales (C86-56, C132-81, C334-64, C137-81, C88-380, B80250, B78503, C98-128, C98-129, C86-251, C90-469, C1051-73 y C90-317). Seis presentaron síntomas (C85-1, C88-523, C95-416, PR980, C89-559 y C89-147); mientras que, tres (Co997, CP52-43 y C87-51) manifestaron inestabilidad en su comportamiento. Las diferencias en el comportamiento de *Puccinia kuehnii* en los siete años de estudio indican una expresión diferencial en la interacción hospedante-patógeno-ambiente.

Palabras clave: hongo, roya naranja, pústulas.

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the reaction of sugarcane cultivars to orange rust at the Mayabeque-Artemisa Sugarcane Territorial Research Station in the 2012-2018 period. The disease evaluation was visually performed on the leaves every six months and diagnosed by optical microscopy. Uredospores were characterized by their color, shape and size. The individuals were grouped according to the presence of pustules on leaves 0 and +1, as well as the percentage of surface occupied by them. The reaction of the individuals to the fungus was determined on the leaf + 3 in ten plants. The commercial cultivars and sugarcane clones infected with the fungus had a slight tendency to increase. The disease manifestation was more severe in 2015 and 2016. Resistance to the disease was shown by 13 commercial cultivars (C86-56, C132-81, C334-64, C137-81, C88-380, B80250, B78503, C98-128, C98-129, C86-251, C90-469, C1051-73, and C90-317). Six cultivars (C85-1, C88-523, C95-416, PR980, C89-559, and C89-147) displayed symptoms, whereas three of them (Co997, CP52-43, and C87-51) manifested instability in their behavior. Differences in the behavior of *Puccinia kuehnii* in the seven years of study indicate a differential expression in the host-pathogen-environment interaction.

Key words: fungus, orange ruts, pustules.

*Autor para correspondencia: Javier Delgado Padrón. E-mail: javier.delgado@inicamy.azcuba.cu; mferrer@inica.azcuba.cu

Recibido: 25/01/2019

Aceptado: 18/09/2019

INTRODUCCIÓN

Los agentes nocivos constituyen uno de los principales factores negativos para la producción azucarera mundial. En las últimas décadas se han incrementado considerablemente (1), entre ellos está la roya naranja (*Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E. J. Butler), hongo de importancia potencial para la caña de azúcar en Cuba (2).

La roya naranja es una enfermedad fúngica que estuvo presente durante años en Asia y en Oceanía como una patología secundaria, sin afectar sensiblemente la producción hasta el año 2000, cuando ocurrió una epifitía que produjo pérdidas millonarias en los cañaverales australianos al infectar el cultivar Q124. En el año 2007 aparece en Estados Unidos y desde allí se dispersó a varios países de Centroamérica, el Caribe y América del Sur (3,4). En Cuba se detectó por primera vez en 2008 (2).

Se caracteriza por la aparición de lesiones pequeñas en el envés de las hojas, estrechas, paralelas a la nervadura central y en ocasiones con una aureola verde amarillenta pálida. A medida que aumentan de tamaño se ampollan y forman pústulas de color naranja producto a la elevación de la epidermis, que se rompe por la fuerza que produce la formación de las uredosporas del hongo (5). Estas nunca llegan a color marrón y se agrupan manteniendo su individualidad. Pueden distribuirse en todo el limbo, aunque tienden a agruparse en la base de la superficie de las hojas y se identifican por su alta capacidad de esporulación (6).

Los estudios realizados en Cuba en condiciones naturales de infección, mostraron que la presencia de síntomas no mantiene estabilidad en los focos de infección informados (7), por lo que se consideró que el comportamiento epifitiológico de la enfermedad es inestable para estas condiciones. Lo anterior sugiere la necesidad de establecer métodos eficientes y reproducibles que permitan un monitoreo preciso de la respuesta de la planta al hongo para la posterior selección de cultivares de caña de azúcar resistentes la roya naranja (8). En casa de cultivo se identificaron respuestas diferenciales a la infección por *P. kuehnii*, a través de interacciones no compatibles con diferentes grados de susceptibilidad (9).

El empleo de cultivares resistentes se considera el método más efectivo para el control de enfermedades de las plantas, por ser aplicable en áreas extensas y no causar impactos ambientales significativos (10). En el caso de la roya naranja, ese es la principal vía de control (4) y es necesario tener en cuenta el polimorfismo de *P. kuehnii*, así como la variabilidad en su agresividad y virulencia a causa de la existencia de razas fisiológicas que originan variaciones en la interacción hospedante-patógeno-ambiente. Esta se ha informado recientemente en el país, pero por las pérdidas que ocasiona en otras regiones cañeras se hace necesario su monitoreo sistemático.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la reacción de cultivares de caña de azúcar ante la roya naranja en el periodo 2012-2018 en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) Mayabeque-Artemisa.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el bloque experimental de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) Mayabeque-Artemisa, se evaluó la reacción de todos los cultivares comerciales y clones de caña de azúcar ante la roya naranja plantados en el periodo 2012-2018. La estación está ubicada en las coordenadas geosreferenciadas norte: 22° 47' 12'' y oeste: 82° 23' 13'', municipio Quivicán, provincia Mayabeque.

La enfermedad se detectó de forma visual cada seis meses (primavera y frío), en cualquier edad del cultivo, y se diagnosticó por microscopía óptica con ocular 10X, hematocímetro y objetivos 40X, lo cual permitió la caracterización de las uredosporas en cuanto a color, forma y tamaño. Se realizó una breve descripción de los síntomas en el sistema foliar de las plantas y se agruparon los cultivares comerciales y clones según la presencia de pústulas en las hojas 0 y +1, así como el porcentaje de superficie ocupada por estas (< 15 %, >15 y <25 %, > 25 %).

En la determinación de la reacción de los individuos ante el hongo se realizaron evaluaciones en la hoja + 3, según nomenclatura de Kuijper, en diez plantas por cultivar. Se asumieron los grados según la escala propuesta por el INICA (11) modificada para medir la

resistencia del hospedante ante la roya parda (*Puccinia melanocephala* Sydow Sydow) (Tabla 1) variando la longitud de las pústulas. El tamaño de las pústulas se determinó por medio de una regla graduada de 20 cm.

El procesamiento estadístico de los datos para el agrupamiento de los cultivares evaluados, atendiendo a la reacción de estos ante la enfermedad, se realizó mediante el Análisis de conglomerado por ligamiento completo en el programa STATISTICA versión 8.0.

RESULTADOS

La Tabla 2 muestra una ligera tendencia al aumento de los cultivares comerciales y clones de caña de azúcar infectados con el hongo en la ETICA Mayabeque-Artemisa, lo cual puede estar motivado por el incremento de la presión del inóculo de *P. kuehnii*, en el bloque experimental durante los siete años de estudio.

En las hojas de las plantas muestreadas se observaron, inicialmente por ambas caras, manchas amarillas elongadas con un halo

clorótico; estas evolucionaron a lesiones típicas de *P. kuehnii* de coloración anaranjada. Los síntomas de la presencia del hongo se visualizaron en el envés de las hojas, donde aparecen pequeñas lesiones alargadas de color amarillo pálido que toman coloración naranja-amarronado y luego pasan a ser entre un color anaranjado y café.

Al principio las lesiones son pequeñas, ovaladas y, a medida que la infección avanza, aumentan de tamaño. Se ampollan formando pústulas de color anaranjado o anaranjado-pardo de hasta 6 mm de longitud, en las cuales se encuentran las esporas del hongo que tienen una apariencia de polvo anaranjado intenso con activa esporulación.

Los síntomas se extienden a lo largo de la hoja en sentido de los haces vasculares y, en raras ocasiones, se unen para formar lesiones más grandes e irregulares. Pueden estar agrupadas en forma de parches o aisladas en cualquier tercio de la hoja y en la nervadura central del sistema foliar de las plantas. (Fig. 1)

Tabla 1. Escala propuesta por el INICA (11) modificada para medir la reacción del hospedante ante roya parda modificada en la caña de azúcar, variando el largo de las pústulas / Scale mode by INICA (11) to measure host reaction to modified brown rust in sugarcane, varying the length of the pustules.

Grado	Categoría	Síntomas
1	Inmune	No hay síntomas visibles o se presentan pequeñas manchas de tejido muerto en el hospedante.
2	Resistente	Puntos cloróticos que pueden tener centros rojizos pequeños rodeados de un área necrótica en forma de parche y presentarse pústulas pequeñas (1-2 mm).
3	Moderadamente Resistente	Manchas necróticas o cloróticas con pústulas pequeñas o medianas sin abrir (2,1-3,5 mm) en áreas necróticas.
4	Susceptible	Manchas grandes en las hojas enrojecidas o necróticas, con pústulas esporuladas (3,6-5 mm). Manchas rojas a café fusionadas cubriendo gran parte de la lámina foliar.
5	Altamente Susceptible	Pústulas grandes (> 5 mm) que coalescen sin presencia de tejido muerto y que esporulan activamente. Amarilleamiento de la hoja, así como necrosis del tejido por la cantidad de pústulas presentes.

Tabla 2. Cantidad de cultivares comerciales y clones de caña de azúcar evaluados ante la roya naranja en el periodo 2012-2018 / Number of sugarcane commercial cultivars and clones evaluated for orange rust in the 2012-2018 period.

Cultivares comerciales y clones	Años						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Estudiados	1544	1652	1774	743	1347	882	613
Con síntomas	37	37	35	34	38	21	31
Porcentaje de enfermos	2,40	2,24	1,97	4,58	2,82	2,38	5,05

Las lesiones pueden aparecer en cualquier hoja de la planta ocupando toda la superficie de esta, sin tener en cuenta su edad; a veces, en unas aparecen muchas pústulas, mientras que las otras dentro de la misma planta no muestran síntomas. También existen plantas con y sin síntomas dentro del mismo plantón.

Las uredosporas observadas en el microscopio son de color naranja pálido, con un engrosamiento apical. La pared es gruesa,

mientras que las paráfises son pocas o pueden estar ausentes.

La descripción de los síntomas de la enfermedad en el sistema foliar de las plantas de los cultivares comerciales y clones estudiados en el periodo 2012-2018 en la ETICA Mayabeque-Artemisa permitió agruparlos según la presencia de pústulas en las hojas 0 y +1, así como el porcentaje de superficie ocupada por estas (Tabla 3).



Figura 1. Síntomas típicos de *P. kuehnii* en hojas de caña de azúcar en el cultivar Co213 en la ETICA Mayabeque-Artemisa. / Typical symptoms of *P. kuehnii* on sugarcane leaves in the cultivar Co213 at the ETICA Mayabeque-Artemisa.

Tabla 3. Agrupación de los cultivares comerciales y clones de caña de azúcar según la descripción de los síntomas de roya naranja en el sistema foliar de las plantas estudiadas en el periodo 2012-2018 en la ETICA Mayabeque-Artemisa. / Grouping of sugarcane commercial cultivars and clones according to the description of the symptoms of orange rust on the leaf system of the plants studied at the ETICA Mayabeque-Artemisa in the 2012-2018 period.

Descripción de los síntomas	Porcentaje de cultivares
Pústulas aisladas a partir de la hoja + 1. A medida que las hojas envejecen aumentan en número, pero no ocupan más de 15 % de su superficie. Los síntomas no se encuentran en todas las plantas.	19 % (Comerciales) 36 % (Clones)
Pústulas aisladas a partir de la hoja + 1. A medida que las hojas envejecen aumentan en número ocupando hasta 25 % de su superficie. Forman manchas desde el ápice hasta la base de las hojas. Los síntomas no se encuentran en todas las plantas.	6 % (Comerciales) 24 % (Clones)
Pústulas aisladas a partir de la hoja + 1. A medida que las hojas envejecen aumentan en número ocupando más de 25 % de su superficie. Forman manchas, principalmente en el ápice y el tercio central de las hojas. Los síntomas no se encuentran en todas las plantas.	3 % 3 % (Comerciales)
Pústulas a partir de la hoja 0. A medida que las hojas envejecen aumentan en número ocupando más de 25 % de su superficie. Forman manchas, principalmente en el ápice y el tercio central a partir de la hoja + 3. Los síntomas no se encuentran en todas las plantas.	8 % (Comerciales) 4 % (Clones)

Los cultivares comerciales de caña de azúcar en los siete años de estudio mostraron diferentes grados de reacción frente a la roya naranja. En los años 2015 y 2016, la enfermedad alcanzó valores más altos; mientras que, en 2013 fueron menores, lo que pudo estar relacionado con la susceptibilidad de los cultivares estudiados en cada etapa y con las condiciones ambientales; ello indica una expresión diferencial en la interacción hospedante-patógeno-ambiente y la importancia del clima en el desarrollo del patógeno en la caña de azúcar.

Según el análisis de conglomerado efectuado a los 22 cultivares comerciales de caña de azúcar evaluados durante los siete años, se formaron cinco grupos (Figura 2). Uno con 13 que no mostraron síntomas (C86-56, C132-81, C334-64, C137-81, C88-380, B80250, B78503, C98-128, C98-129, C86-251, C90-469, C1051-73 y C90-317), por lo que en estos se debe seguir su estudio en otras localidades del país, ya que pueden ser fuentes de resistencia a la enfermedad. Otro con seis que siempre

presentaron síntomas (C85-1, C88-523, C95-416, PR980, C89-559 y C89-147), mientras que tres (Co997, CP52-43 y C87-51) manifestaron inestabilidad en su comportamiento.

Por otra parte, 30 cultivares comerciales no se pudieron estudiar en todo el periodo, pero en los años evaluados siempre estuvo presente el patógeno en ellos con diferentes grados de reacción a la enfermedad (Tabla 4).

Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de seguir estudiando el desarrollo de la enfermedad en diferentes localidades del país para conocer la estabilidad de los diferentes cultivares en tiempo y espacio, así como las variables climáticas que más influyen en el desarrollo del patógeno en la caña de azúcar.

DISCUSIÓN

Los resultados observados, referentes a las características generales de los síntomas en las hojas de los cultivares de caña de azúcar infectados por *P. kuehni*, se corresponden con la descripción realizada por diferentes autores con

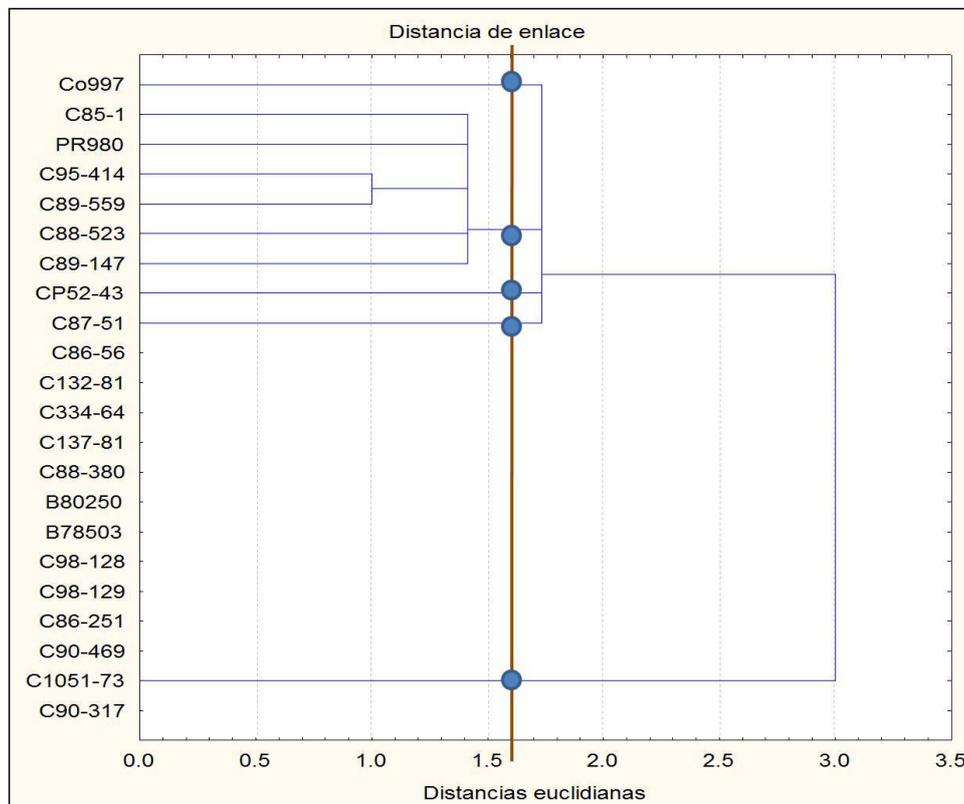


Figura 2. Análisis de conglomerado por ligamiento completo para el agrupamiento de los cultivares de caña de azúcar evaluados durante todo el periodo de estudio, atendiendo a la reacción de estos ante la enfermedad *P. kuehni*./ Cluster analysis by complete linkage for the grouping of the sugar cane cultivars evaluated during the entire period under study, taking into account their reaction to the disease *P. kuehni*.

Tabla 4. Reacción de 30 cultivares comerciales de caña de azúcar frente a la roya naranja en el periodo 2012-2018 en la ETICA Mayabeque-Artemisa, Cuba. / Reaction of 30 commercial sugarcane cultivars to orange rust at the ETICA Mayabeque-Artemisa in the 2012-2018 period, Cuba.

Cultivares	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Comerciales	Grados						
SP70-1284	2	2	-	-	2	2	-
C323-68	2	1	-	-	-	-	-
C87-252	3	2	-	-	-	-	-
C85-102	2	2	-	-	-	-	-
C92-325	2	2	-	-	-	-	-
C88-297	2	2	-	-	-	-	2
SP71-6080	2	3	-	-	-	-	-
C120-78	3	1	-	-	-	-	-
C88-356	3	2	-	-	-	-	-
C93-540	-	-	3	2	2	2	2
Ja64-11	-	-	2	2	2	2	2
B7274	-	-	2	3	3	2	2
B77418	-	-	2	3	2	2	2
C90-530	-	-	2	2	2	-	-
C86-503	-	-	2	2	2	-	-
Co213	-	-	-	-	4	3	4
C95-414	-	-	-	-	3	3	-
C89-148	-	-	-	-	3	3	-
CP72-2086	-	-	-	-	3	2	2
C266-70	-	-	-	-	3	-	2
C86-165	-	-	-	-	2	-	-
C90-105	-	-	-	-	-	-	2
C86-456	-	-	-	-	-	-	2
C92-26	-	-	-	-	-	-	2
Q68	-	-	-	-	-	-	2
C93-567	-	-	-	-	-	-	2
C90-501	-	-	-	-	-	-	3
Q124	-	-	-	-	-	-	2
B77683	-	-	-	-	-	-	2
C86-12	-	-	-	-	2	-	-

Nota: Las casillas con guion (-) corresponden a los años en los que no se evaluó la enfermedad en el cultivar en cuestión.

lesiones amarillentas, pequeñas y alargadas en sus primeras etapas y con un halo verde amarillento pálido cuando aumentan de tamaño (4).

En tanto, Garcés *et al.* (3) y Valdés *et al.* (6) plantean que los primeros síntomas son manchas cloróticas en la superficie adaxial y abaxial de la hoja; en esta última son por lo general más frecuentes. Posteriormente, las lesiones aumentan de tamaño y adquieren un color anaranjado que

pasan a ser entre anaranjado y café. Comparadas con las de *P. melanocephala*, son pústulas más pequeñas y ovals, rodeadas por un halo estrecho, blanquecino o amarillo que contiene masas de esporas pulverulentas anaranjadas (12).

La descripción de las uredosporas de *P. kuehni* coincidió con la realizada por Tamayo *et al.* (13), quienes las describieron como ovals, en forma de pera, de color naranja-amarillo, con engrosamiento apical y abundantes espinas. Estas

también fueron descritas por Arias *et al.* (14): de color naranja y verde claro hialino, con formas obovadas elipsoidales, piriformes y rectangulares y engrosamiento de la pared en la región apical, la cual puede ser verdosa.

Las lesiones pueden ser muy pequeñas y se extienden con una forma ovalada a lo largo de la hoja en sentido de los haces vasculares. Varias lesiones pueden unirse para formar lesiones más grandes e irregulares. Por la parte abaxial, las lesiones muestran gran esporulación y un color naranja intenso debido al color de las esporas del hongo, lo que lo distingue de *P. melanocephala* bajo condiciones climáticas similares. Las esporas tienen una apariencia de polvo y son diseminadas por el viento a cortas y largas distancias, forma en que se propaga la enfermedad (4).

En estudios efectuados por Aday *et al.* (15) mostraron que el largo de las pústulas varió de 0,75 mm a 5,42 mm y el ancho de 0,24 mm hasta 0,99 mm, con 0,30 mm² y 4,68 mm² de área foliar afectada por *P. kuehni*, la que se incrementó con la edad de la hoja, en los cultivares evaluados, con valores intermedios en las hojas +5 a la +7. Esta afectación es significativamente mayor en el tercio apical de las hojas y menor en la parte basal.

También, Valdés *et al.* (9) observaron diferencias significativas entre cultivares en relación con las dimensiones de las pústulas formadas en cada uno de ellos después de la inoculación bajo condiciones de casa de cultivo, lo que indica una expresión diferencial en la interacción hospedante patógeno. La variación en la infección puede estar influenciada por la fase fenológica del cultivo, hábito de crecimiento de los cultivares e incidencia de la luz sobre la lámina de la hoja en condiciones de humedad y temperatura favorables al patógeno.

Aday *et al.* (7), encontraron diferencias significativas entre los cultivares estudiados en cuanto a las variables epidemiológicas (área foliar afectada y área bajo la curva de progreso de la enfermedad) y las hojas de las plantas.

Por otra parte, Mesa *et al.* (16) afirmaron que a pesar de que la roya naranja no ha desarrollado epifitía en Cuba, se ha establecido en varias regiones y cultivares.

El desarrollo de la enfermedad está condicionado por los factores climáticos y estadios fenológicos de las plantas de la caña de azúcar. Las primeras condicionan la aparición y desarrollo de la enfermedad con un número de horas favorables para la germinación de las esporas del hongo y los segundos, la edad de las plantas donde el patógeno puede vencer con mayor facilidad la resistencia del hospedante (17).

Asimismo, Aday *et al.* (15) son del criterio de que se deben continuar evaluando en diferentes localidades del país las interacciones patógeno-hospedante-ambiente para determinar el método de evaluación a emplear en Cuba, en dependencia del desarrollo de la enfermedad y de la expresión de los síntomas.

Por otra parte, Klosowski *et al.* (8) señalaron que la roya naranja en la caña de azúcar mantiene un comportamiento epidemiológico inestable. Los cultivares y los focos de la enfermedad muestran marcadas diferencias entre un año y otro; además, en muchos individuos y dentro del mismo ciclo, se observa desaparición de los síntomas de la enfermedad a medida que la plantación envejece, por lo que se debe mantener el monitoreo de todas las plantaciones cañeras. Especial atención debe tenerse en las plantaciones jóvenes, toda vez que la concentración de inóculo en el ambiente se incrementa en función del tiempo y las relaciones patógeno-hospedante también pueden cambiar (5).

Según Aday *et al.* (18), desde el año 2012 hasta 2015 se observó una disminución de las áreas infectadas por *P. kuehni* y del número de focos de infección. Sin embargo, a partir de 2016 se aprecia una tendencia al incremento de estos últimos, fundamentalmente en los bloques experimentales de las Estaciones Territoriales de Investigaciones de la Caña de Azúcar del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Las estaciones experimentales de Mayabeque, Villa Clara y Camagüey poseen el mayor número de cultivares infectados (C95-414, B7274, C89-147, CP52-43, Q68, SP70-1284, C86-12, C86-165, C89-148, C90-317, C90-530, C936-540, C266-70, Co997, C323-68, C88-380, C86-503 y C87-51).

CONCLUSIONES

1. Los cultivares comerciales y clones se agruparon según la presencia de pústulas en las hojas 0 y +1, así como el porcentaje de superficie ocupada por estas.
2. Los cultivares comerciales de caña de azúcar en los siete años de estudio mostraron diferentes grados de reacción frente a la roya naranja. En los años 2015 y 2016 la enfermedad se mostró con mayor severidad, mientras que en 2013 fue menor.
3. De los 22 cultivares comerciales evaluados en los años de estudio, 13 no mostraron síntomas de la enfermedad (C86-56, C132-81, C334-64, C137-81, C88-380, B80250, B78503, C98-128, C98-129, C86-251, C90-469, C1051-73 y C90-317); seis presentaron síntomas (C85-1, C88-523, C95-416, PR980, C89-559 y C89-147) y tres (Co997, CP52-43 y C87-51) manifestaron inestabilidad en su comportamiento.

REFERENCIAS

1. Rodríguez M, Rodríguez E, Alfonso I, Fuentes A. Enfermedades y plagas. En: Instructivo Técnico para el Manejo de la Caña de Azúcar. La Habana. INICA, Cuba. 2014; 302 p.
2. Pérez J, Rufín Y, Pérez Y, Alfonso I. Desarrollo alcanzado por la roya naranja *Puccinia Kuehnii* (Krüger) Butler de la caña de azúcar en Cuba evaluado a partir de la evolución de focos de la enfermedad. *Cuba & Caña* 2012; (1): 35-40.
3. Garcés F, Fiallos F, Silva E, Martínez F, Aime M, Comstock J, *et al.* Castlebury. First Report of Orange Rust of Sugarcane Caused by *Puccinia kuehnii* in Ecuador. *Plant Disease*. 2014; 98 (6): 842.
4. Ovalle W. Guía para la identificación de enfermedades de la caña de azúcar. Guatemala. CENGICANA. 2018. 86 p.
5. Henríquez D, Pérez S, Bertani R, Funes C, Díaz E, Joya C, *et al.* Prospecciones durante el 2013 revelaron la ausencia de la roya naranja en la caña de azúcar en la Argentina. *Avance Agroindustrial*. 2014; 35 (1): 27-30.
6. Valdés B, Aday O, Ocaña B, Rojas L, Hernández M, Acosta M, *et al.* Protocolo para seleccionar cultivares de caña de azúcar resistentes a la roya naranja mediante inoculación artificial en casa de cultivo. *Biotecnología Vegetal*. 2017; 17 (1): 3-9.
7. Aday O, Alfonso I, González R, Díaz F, Gil Y, Reyes S, *et al.* Severidad de la roya naranja en cultivares de caña de azúcar infectados en la provincia de Villa Clara. *Rev. Fitosanidad*. 2014; 18 (3): 143-150.
8. Klosowski A, Bepalhok J, Ruaro L, Fragoso R, May de Mio LL. Reação de cultivares e época de avaliação da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. *Biosci*. 2015; 31 (2): 489-498.
9. Valdés B, Aday O, Ocaña B, Rojas L, Hernández M, Acosta M, *et al.* Caracterización de la respuesta de cultivares de caña de azúcar a la roya naranja en casa de cultivo. *Biotecnología Vegetal*. 2016; 16 (1): 21-29.
10. González R, Carvajal O, Montalván J, Rodríguez J, Alfonso F, Rodríguez M, *et al.* Resistencia a enfermedades de la caña de azúcar en Cuba. Criterios y estrategias. *Rev. Protección Veg*. 2015; 30 (1): 1-10.
11. INICA. Normas y Procedimientos del Programa de Fitomejoramiento de la Caña de Azúcar en Cuba. La Habana. INICA. 2011. 348 p.
12. Acevedo R, Catalina A, Debes M, Zardón M, La O M, Alfonso I, *et al.* Variaciones morfológicas de roya naranja en cultivares de caña de azúcar en Cuba. *Rev. Protección Veg*. 2015; 30 (1): 1-8.
13. Tamayo M, Puchades Y, La OM, Rodríguez R, Chacón V, *et al.* Caracterización morfológica y morfométrica del organismo causal de la roya naranja de la caña de azúcar. *Cuba & Caña*. 2014; (1): 12-16.
14. Arias M, Luque A, Debes M, Zardón M, Alfonso I, Rodríguez E, *et al.* Variaciones morfológicas de roya naranja en cultivares de caña de azúcar plantadas en Cuba. *Cuba & Caña*. 2014; (2): 18-22.
15. Aday O, Alfonso I, Rodríguez E, Díaz F, Gil Y, Valdés B, *et al.* Caracterización de los síntomas de la roya naranja (*Puccinia kuehnii* (W. Kruger) E. J. Butler) en cuatro cultivares

- de caña de azúcar en Cuba. Centro Agrícola. 2017; 44 (2): 61-67.
16. Mesa J, González R, Rodríguez M, Hernández G, Jiménez A, García H. XXIII Reunión Nacional de Variedades, Semillas y Sanidad Vegetal. Cuba & Caña. 2016; (Suplemento Especial): 32-49.
17. Chapola R, Hoffmann H, Massolajr N. Reaction of sugarcane varieties to orange rust (*Puccinia kuehnii*) and methods for rapid identification of resistant genotypes. Tropical Plant Pathology. 2016; 41 (3): 139-146.
18. Aday O, Rodríguez E, Montalván J, Martínez E, Alfonso I. Estado de la roya naranja de la caña de azúcar en Cuba. Revista Centro Agrícola. 2018; 45 (2): 61-68.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)