

Distribución de la roya naranja de la caña de azúcar en Cuba

Distribution in Cuba of sugarcane orange rust

Einar Martínez de la Parte¹, María Elena Lorenzo², Yohanis de la Torre Galeano³, Dalgis Guerrero Barriel⁴, Yamilet Gómez León⁵, Marialys Trujillo Rojas⁶, Esther L. Martín Triana⁷, Annia Rodríguez Pérez⁸, Dayanis Wilson Bott⁹, Rosaura Zamora¹⁰, Ángela Porras¹ y Yasmiany Santana Torres¹¹

¹ Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5ta. B y 5ta. F, Playa, La Habana, C.P. 11600, emartinez@inisav.cu ² Laboratorio Provincial Sanidad Vegetal. Carretera a Palmira Km 4, Cienfuegos

³ Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Avenida Finlay Km 2,5 e/ Fábrica de Nitrógeno y Circunvalación, reparto Puerto Príncipe, Camagüey

⁴ Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Carretera Siboney Km 6, Ternerito Lindo, Santiago de Cuba

⁵ Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Carretera del Jíbaro Km 2,5, Sancti Spiritus

⁶ Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Carretera Central Km 111, Gelpis, Matanzas

⁷ Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Carretera a Maleza Km 2½, Santa Clara, Villa Clara

⁸ Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Prolongación de Carbó 40, reparto Alturas de Parera, Holguín

⁹ Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Guantánamo

¹⁰ Laboratorio Central de Cuarentena Vegetal. Ayuntamiento 231 e/ San Pedro y Lombillo, Plaza de la Revolución, La Habana

¹¹ Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Carretera Central, Extremo Oeste, Ciego de Ávila.

RESUMEN

La roya naranja de la caña de azúcar, causada por *Puccinia kuehnii*, es una de las enfermedades más importantes del cultivo. Esta enfermedad hasta el presente solo ha sido detectada en áreas experimentales de las provincias de Matanzas, Villa Clara, Camagüey y Santiago de Cuba. Sin embargo, su presencia en campos comerciales no se ha informado en las diferentes regiones del país. El objetivo del presente trabajo es informar los resultados de la presencia de *P. kuehnii* en campos comerciales de caña, obtenidos por una encuesta nacional desarrollada por el Sistema de Sanidad Vegetal, en el período 2009-2016. Se analizaron muestras de 26 variedades provenientes de 12 provincias. Los diferentes especímenes fueron caracterizados morfológicamente e identificados. *P. kuehnii* se detectó en las provincias de Mayabeque, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas, Holguín y Santiago de Cuba, afectando en plantaciones comerciales a las variedades B7274, C1051-73, C137-81, C140-81, C266-70, C323-68, C86-12, C86-156, C86-503, C89-147, C90-105, C90-317, C90-469, C90-647, C93-540, C93-567, C95-414, C96-435, Co997 y CP52-43. Las uredosporas de los especímenes analizados, con características morfológicas dentro del rango de las descritas para *P. kuehnii*, presentaron una gran variabilidad en forma, con tamaño variable 27,5-62,5 x 17,5-37,5 (42,8 x 24,7) µm, equinuladas, paredes de color naranja a pardo claro, con un grosor de 1-2,5 µm y la mayoría presentaron un engrosamiento apical de 3-9 µm. La presencia de paráfisis solo fue observada sobre las variedades B7274, C89-147 y C95-414. No se detectó la presencia de telios y teliosporas.

Palabras claves: *Puccinia kuehnii*, *Sacharum officinarum*, Uredinales.

ABSTRACT

Orange rust, caused by *Puccinia kuehnii*, is one of the most important sugarcane diseases. Until now, orange rust has been reported only in sugarcane experimental areas of Matanzas, Villa Clara, Camaguey and Santiago de Cuba provinces. However, its presence in sugarcane commercial fields of different Cuban regions have not been informed. The aim of this work was to inform the orange rust distribution in Cuban sugarcane commercial fields, obtained from a national survey conducted by the National System of Plant Protection, during 2009-2016. Samples with rust symptoms of 26 varieties from 12 provinces were analyzed. Rust specimens were morphological characterized and identified. The presence of *P. kuehnii* was detected in commercial fields of Mayabeque, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas, Holguín and Santiago de Cuba provinces, on varieties B7274, C1051-73, C137-81, C140-81, C266-70, C323-68, C86-12, C86-156, C86-503, C89-147, C90-105, C90-317, C90-469, C90-647, C93-540, C93-567, C95-414, C96-435, Co997 and CP52-43. Uredospores from analyzed specimens, with morphological characteristics within the range described for *P. kuehnii*, showed a great variability with shapes obovoid, pyriform, almost rectangular and ellipsoidal, variable in size 27,5-62,5 x 17,5-37,5 (42,8 x 24,7) µm, echinulate, with orange to light brown walls with 1-2,5 µm thick and most of them had a pronounced apical wall thickening of 3-9 µm. The presence of paraphysis was recorded only on B7274, C89-147 and C95-414 varieties and Telia and teliospores were not observed in any sample.

Key words: *Puccinia kuehnii*, *Sacharum officinarum*, Uredinales.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp. híbrido) es afectado por numerosas enfermedades de origen viral, bacterianas y fúngicas que afectan el desarrollo de las plantas, reducen la producción y provocan pérdidas económicas (Infante *et al.*, 2009).

Entre las enfermedades más importantes del cultivo está la roya naranja causada por *Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E. J. Butler (Tibolla *et al.*, 2013). Este hongo provoca la reducción del contenido de clorofila de las hojas, de la eficiencia del almacenamiento del carbono, de la conductancia de los estomas, la tasa de transpiración foliar y disminuye la red fotosintética, lo que afecta el crecimiento de las plantas y su rendimiento (Zhao *et al.*, 2011).

La roya naranja de la caña estuvo confinada en el sudeste asiático hasta 2007, cuando se informa por primera vez en el continente americano (Comstock *et al.*, 2008). Posteriormente, y en un período relativamente corto de nueve años, la enfermedad se dispersó rápidamente de norte a sur por todo el continente americano y el área del Caribe. En la actualidad, su presencia está informada en Guatemala (Ovalle *et al.*, 2008), Costa Rica y Nicaragua (Chavarría *et al.*, 2009), México, El Salvador y Panamá (Flores *et al.*, 2009), Brasil (Barbasso *et al.*, 2010), Jamaica (Glynn *et al.*, 2010), Ecuador (Garcés *et al.*, 2014), República Dominicana (Briggs *et al.*, 2014) y Argentina (Funes *et al.*, 2016).

En Cuba, *P. kuehnii* fue detectada por primera vez en 2008 (Pérez-Vicente *et al.*, 2010), afectando a los clones CSG 86-504, CSG 24-92, CSG 204-92 y CC 87-409, en áreas de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) del municipio de Ranchuelos, en la provincia de Villa Clara, en la región central del país.

Debido a las pérdidas que esta enfermedad causa en otros países y a que la caña de azúcar es uno de los renglones agrícolas más importantes y tradicionales del país, con áreas destinadas a su cultivo en todas las provincias, y cuya área cosechada en 2014 fue de un total de 405 300 ha (FAO, 2015), el Sistema de Sanidad Vegetal desarrolló una encuesta nacional para determinar la presencia de la roya naranja en los diferentes territorios del país, donde existe un elevado número de cultivares que se emplean en las áreas de producción. El objetivo del presente trabajo es informar los resultados de la presencia de *P. kuehnii*

en campos comerciales de caña, obtenidos por esta encuesta en el período 2009-2016.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de la encuesta nacional entre 2009-2016, se muestrearon campos de caña de las provincias de Artemisa, Mayabeque, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas, Holguín, Santiago de Cuba y Guantánamo. En las provincias de Pinar del Río y La Habana no existen plantaciones de caña, y de Granma no se recibieron muestras, por lo que estos territorios no son considerados en los resultados expuestos en el presente trabajo.

En aquellas provincias donde se realizaron muestreos, se colectaron hojas con síntomas de roya pertenecientes a diez plantas por campo. Estas muestras fueron trasladadas hacia el laboratorio para la identificación de la especie presente en las mismas.

En el laboratorio las muestras se examinaron bajo el microscopio esteroscopio. A partir de aquellas que presentaban esporulación, se realizaron preparaciones microscópicas en una solución de lactofenol azul (Merck Millipore). Las muestras que no estaban esporuladas se desinfectaron con hipoclorito de sodio (1 %) por un minuto, enjuagaron con agua destilada estéril y se colocaron en cámaras húmedas, las que se incubaron a 25-28°C por 24-48 h para estimular la esporulación de la roya presente en las mismas. Transcurrido el tiempo de incubación, fueron inspeccionadas bajo el microscopio esteroscopio y se realizaron las preparaciones microscópicas. Todas las preparaciones se examinaron bajo el microscopio óptico Axioskop 40 (Zeiss), y los especímenes presentes se identificaron según criterios taxonómicos descritos por Virtudazo *et al.* (2001).

Para cada muestra se caracterizaron morfológicamente 50 esporas. Para valorar la variabilidad morfológica de los diferentes especímenes, los valores de ancho, largo y engrosamiento apical de las uredosporas fueron comparadas mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar muestras independientes, y la prueba de Mann Whitney 2 a 2 para determinar las diferencias significativas. Los análisis estadísticos se realizaron con paquete StatSoft, Inc. (2003). Statistica (data analysis software system), version 6, www.statsoft.com.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como parte de la encuesta nacional realizada, se analizaron muestras de 26 variedades de caña de azúcar con síntomas de roya provenientes de 12 provincias. Se detectó la presencia de *P. kuehnii* en las provincias de Mayabeque, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Holguín, Las Tu-

nas y Santiago de Cuba (Fig. 1). En estas provincias las variedades de caña en plantaciones comerciales afectadas por la roya naranja fueron B7274, C1051-73, C137-81, C140-81, C266-70, C323-68, C86-12, C86-156, C86-503, C89-147, C90-105, C90-317, C90-469, C90-647, C93-540, C93-567, C95-414, C96-435, Co997 y CP52-43 (Tabla 1).

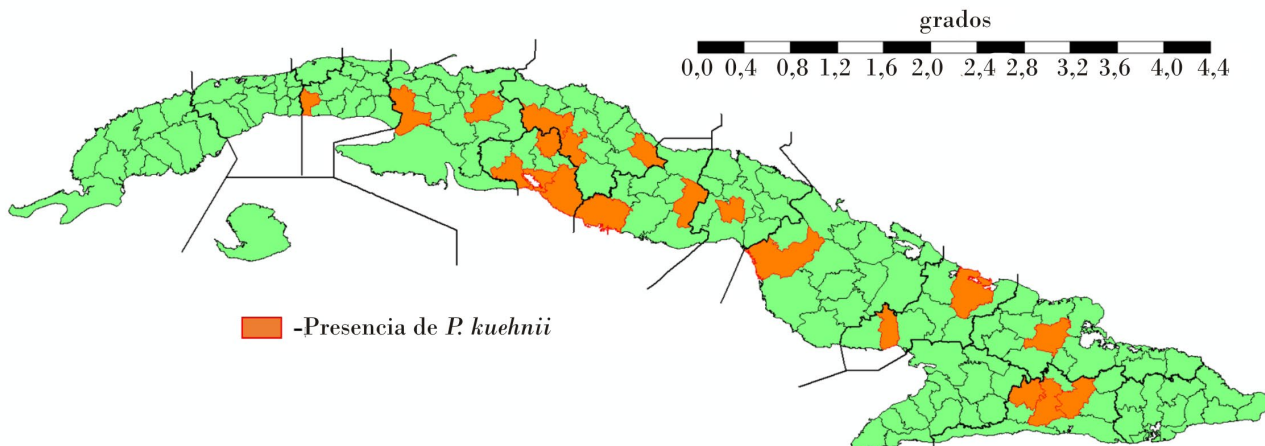


Figura 1. Municipios con plantaciones comerciales de caña de azúcar afectados por *P. kuehnii*.

De las 26 variedades analizadas, solo C120-78, C25-1, C88-356 y C89-161 dieron negativo a *P. kuehnii*. Estas se encontraron afectadas por *P. melanocephala* Syd. & P. Syd. De igual forma, las muestras sintomáticas provenientes de las provincias de Artemisa y Guantánamo no presentaban roya naranja, se encontraban afectadas por *P. melanocephala*.

Las variedades en las que se detectó la presencia de la roya naranja ocupan actualmente el 59,2 % de las áreas comerciales de caña de todo el país (Mesa *et al.*, 2016). Previamente, se había informado la presencia de *P. kuehnii* sobre las variedades comerciales C1051-73, C86-12, C88-380, C89-147, C90-317, CP52-43 (Aday *et al.*, 2010), C95-414 (Pérez-Milián *et al.*, 2012), B7274, C137-81 y C323-68 (Tamayo *et al.*, 2014) cultivadas en áreas experimentales de las provincias de Matanzas, Villa Clara, Camagüey y Santiago de Cuba.

En el presente estudio no se detectó la presencia de *P. kuehnii* sobre C86-56, C86-156, C87-51 y B80250, las cuales se encuentran, al cierre de 2015, dentro de las diez principales variedades del país según el censo de

variedades de caña de azúcar cultivadas en Cuba (Mesa *et al.*, 2016). Esto coincide con lo informado por Aday *et al.* (2010), quienes al examinar 562 variedades de caña para determinar la presencia de *P. kuehnii* en áreas experimentales de la región central del país, no detectaron la presencia de esta roya sobre C86-56, C86-156, C87-51 y B80250. De igual forma, Aday *et al.* (2014), al estudiar la severidad de la roya naranja en cultivares de caña de azúcar, tampoco registraron la incidencia de esta roya sobre las mencionadas variedades.

Valdés *et al.* (2016), al estudiar la respuesta de diferentes cultivares de caña frente a la roya naranja, comprobaron que C86-56 es moderadamente resistente a *P. kuehnii*. Esto unido al hecho de que en los estudios publicados relacionados con la incidencia de la roya naranja sobre cultivares cubanos y en nuestro estudio, no se detectó la presencia de esta variedad afectada con *P. kuehnii*, lo que permite considerar a esta variedad como posible fuente de resistencia a la roya naranja para el mejoramiento genético del cultivo en nuestro país.

Tabla 1. Variedades de caña afectadas por *P. kuehnii* en las diferentes provincias

Provincia	Municipio	Variedades de caña de azúcar
Mayabeque	Quivicán	C323-68, C89-147, C90-105, CP52-43
Matanzas	Unión de Reyes	C89-147
	Colón	C86-12, C89-147, C95-414
Cienfuegos	Cienfuegos	C89-147, C90-317, C93-567, C323-68
	Lajas	Co997, C89-147, C90-317, C323-68
	Cumanayagua	C86-12
	Abreu	C323-68
Villa Clara	Remedios	C86-156, C89-147
	Santo Domingo	C1051-73, CP52-43
	Ranchuelo	C86-12, C86-156, C266-70, CP52-43
Sancti Spíritus	Jatibonico	C90-317, C93-540, C96-435
	Trinidad	C86-503, C90-469
Ciego de Ávila	Ciego de Ávila	C94-504
Camagüey	Florida	C137-81, Co213
Holguín	Báguano	C90-647
Las Tunas	Colombia	C86-156, C90-647
	Puerto Padre	C95-414
Santiago de Cuba	Contramaestre	B7274, C140-81
	Palma Soriano	B7274, C323-68
	San Luis	B7274

Las provincias en la que se detectó mayor número de variedades afectadas por *P. kuehnii* fue en Cienfuegos y Villa Clara con seis, seguidas por Sancti Spíritus con cinco (Tabla 1).

En Mayabeque la roya naranja solo fue detectada en campos comerciales de la variedad C323-68, ya que las detecciones de *P. kuehnii* en las variedades C90-105, CP52-43 y C89-147 corresponden con plantas cultivadas en áreas de la ETICA de esta provincia. Lo mismo sucedió en la provincia de Ciego de Ávila, donde no se detectó la presencia de la roya naranja en campos comerciales, solo en muestras provenientes de la ETICA, correspondientes con la variedad C94-504.

La variedad C86-12 se encontró con roya naranja en las provincias de Matanzas y Cienfuegos. En estos territorios esta variedad representa el 24,1 % y 16,7 %, respectivamente de la superficie territorial sembrada con caña de azúcar. Constituye el cultivar que mayor superficie cubre en estas provincias y en todo el país (González *et al.*, 2011; Mesa *et al.*, 2016). De igual forma, C323-68 constituye la segunda variedad más cultivada en el país, con plantaciones en diez provincias (Mesa *et al.*, 2016). A pesar de esto, *P. kuehnii* solo fue detectada en campos de C323-68 de Mayabeque y Cienfuegos.

La presencia de la roya naranja sobre Co997 se detectó únicamente en la provincia de Cienfuegos, uno de

los territorios donde esta variedad alcanza su mayor participación (Mesa *et al.*, 2016). Lo mismo ocurre con la variedad C137-81, la cual solo fue detectada afectada por *P. kuehnii* en campos comerciales de Camagüey, provincia donde al cierre de 2015 existían 4959,6 ha sembradas con C137-81, lo que constituye la mayor área del país sembrada con esta variedad (Mesa *et al.*, 2016).

En la provincia de Camagüey, *P. kuehnii* también fue detectada sobre Co213, pero las plantas de esta variedad afectadas con la roya naranja fueron detectadas en áreas de la ETICA de este territorio, ya que ninguna de las plantaciones comerciales de caña de azúcar de Camagüey corresponde con la variedad Co213 (Mesa *et al.*, 2016). Esta variedad es empleada como patrón en estudios de resistencia al carbón de la caña, *Sporisorium scitamineum* (M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.) (Aday *et al.*, 2010).

B7274 es una variedad tradicionalmente cultivada en el país, pero que en los últimos años se ha reducido su área de siembra (González *et al.*, 2011; Mesa *et al.*, 2016). Actualmente solo se encuentra en las provincias de Ciego de Ávila, Las Tunas, Santiago de Cuba y Guantánamo. Particularmente, en Santiago de Cuba, donde esta variedad representa el 6 % de las áreas de caña de la provincia (Mesa *et al.*, 2016), se detectaron campos comerciales de B7274 afectados por *P. kuehnii* en los municipios de Contramaestre y San Luis.

Las características morfológicas de los diferentes especímenes de *P. kuehnii* analizados, están resumidos en la *Tabla 2*. De manera general, los uredosoros eran hypofilos, de forma elipsoidal a fusiforme, de coloración más clara y menos uniformemente distribuidos en las hojas que los de *P. melanocephala*. Las características morfológicas de las uredosporas presentaron una gran variabilidad con formas elipsoidales, piriformes, casi

rectangular y obovadas, de tamaño variable 27,5-62,5 x 17,5-37,5 (42,8 x 24,7) μm , equinuladas. Sus paredes eran de color naranja a pardo claro, con un grosor de 1-2,5 μm , y la mayoría presentaron un engrosamiento apical de 3-9 μm (*Fig. 2*). La presencia de paráfisis solo fue observada en las variedades B7274, C89-147 y C95-414 (*Tabla 2*). En ninguna de las muestras analizadas se detectó la presencia de telios y teliosporas.

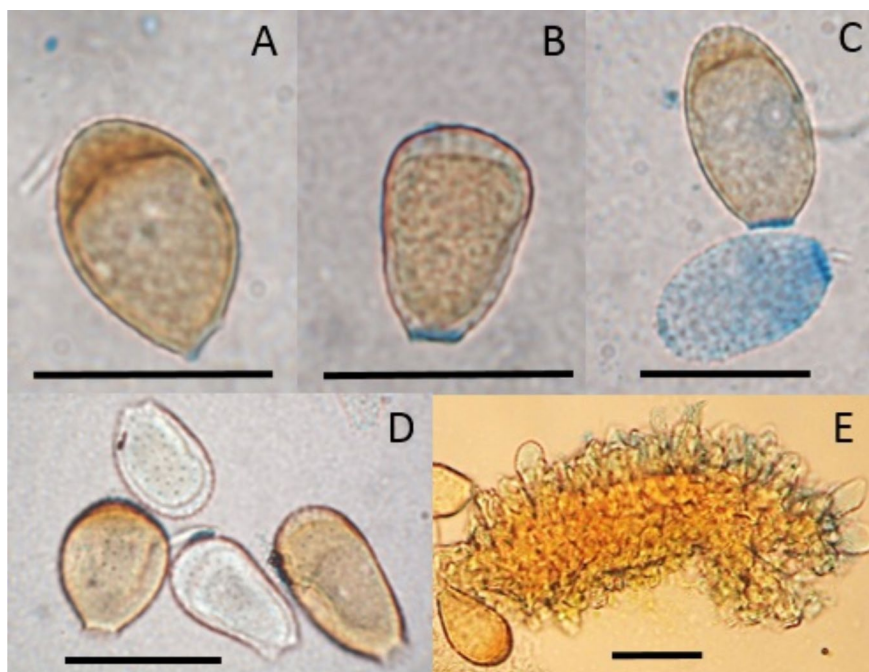


Figura 2. Variabilidad morfológica de los especímenes de *P. kuehnii* analizados. A: uredospora de forma obovada, B: de forma casi rectangular, C: de forma elipsoidal, D: esporas con forma oval y elipsoidal, E: paráfisis (Barra = 40 μm).

Estas características coinciden con las descritas por Virtudazo *et al.* (2001) para *P. kuehnii*, quienes informan que las uredosporas de esta especie tienen unas medidas de (26,4-) 33,3-52,2 (-67,7) x (16,0-) 21,3-30,5 (-39,2) μm . Por otra parte, la variabilidad morfológica encontrada entre los diferentes especímenes estudiados de *P. kuehnii*, coinciden con lo informado por Tamayo *et al.* (2014), quienes al caracterizar morfométricamente especímenes de *P. kuehnii*, presentes en muestras de variedades procedentes de Camagüey, Holguín y Santiago de Cuba, detectaron variaciones en las dimensiones de las uredosporas en dependencia de la variedad

de caña analizada. En este estudio, las mayores dimensiones correspondieron a los especímenes presentes en B7274. Sin embargo, en el presente estudio las uredosporas de mayor tamaño fueron registrados sobre las variedades C1051-73, C140-81 y C93-540 (*Tabla 2*). De igual forma, Acevedo *et al.* (2015), al estudiar las variaciones morfológicas de la roya naranja en cultivares de las provincias de Mayabeque, Villa Clara y Matanzas, encontraron una gran variabilidad en las características de las uredosporas y la presencia de paráfisis, lo que coincide con los resultados alcanzados en este trabajo.

Tabla 2. Características morfológicas de las uredosporas de los diferentes especímenes de *P. kuehnii* analizados

Clon	Largo			Ancho			Engrosamiento apical			P
	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.	
B7274	30,0	42,5	36,7 ^a	17,5	22,5	19,5 ^a	3,0	7,0	4,6 ^a	+
C1051-73	27,5	62,5	44,2 ^{bed}	17,5	37,5	26,2 ^{defg}	3,0	9,0	5,7 ^{bc}	—
C137-81	27,5	62,5	43,6 ^{bed}	17,5	35,0	25,9 ^{cdefg}	2,0	8,0	5,7 ^{bc}	—
C140-81	27,5	62,5	44,4 ^{bed}	17,5	37,5	25,0 ^{cde}	3,0	7,0	5,7 ^{bc}	—
C266-70	30,0	42,5	36,7 ^{abc}	17,5	22,5	19,5 ^{bed}	3,0	7,0	4,6 ^{bc}	—
C323-68	30,0	42,5	36,7 ^{bed}	17,5	22,5	19,5 ^{fgh}	3,0	7,0	4,6 ^c	—
C86-12	27,5	62,5	45,0 ^{cd}	17,5	35,0	24,1 ^{bed}	4,0	8,0	6,1 ^{bc}	—
C86-503	27,5	52,5	42,1 ^{abcd}	22,5	35,0	28,2 ^{gh}	3,0	8,0	6,1 ^{bc}	—
C89-147	27,5	55,0	45,0 ^{cd}	17,5	37,5	29,0 ^h	3,0	8,0	5,8 ^{bc}	+
C90-105	30,0	62,5	43,2 ^{bed}	20,0	30,0	24,5 ^{bed}	4,0	8,0	5,9 ^{bc}	—
C90-317	27,5	62,5	42,1 ^{abcd}	17,5	30,0	24,2 ^{bc}	4,0	8,0	5,8 ^{bc}	—
C90-469	27,5	57,5	42,1 ^{abcd}	17,5	30,0	23,4 ^{bc}	4,0	8,0	5,9 ^{bc}	—
C90-647	27,5	60,0	42,7 ^{bed}	17,5	32,5	22,1 ^{ab}	3,0	7,0	5,3 ^{ab}	—
C93-540	30,0	62,5	46,2 ^{cd}	17,5	37,5	27,4 ^{efgh}	4,0	8,0	6,1 ^c	—
C93-567	30,0	62,5	43,5 ^{bed}	17,5	32,5	25,9 ^{cdefg}	4,0	8,0	6,1 ^{bc}	—
C94-504	40,0	55,0	47,3 ^d	25,0	30,0	26,3 ^{defg}	5,0	8,0	6,0 ^{bc}	—
C95-414	27,5	50,0	39,0 ^{ab}	20,0	35,0	27,7 ^{fgh}	2,0	8,0	5,9 ^{bc}	+
C96-435	30,0	57,5	44,6 ^{bed}	22,5	32,5	27,6 ^{efgh}	5,0	8,0	6,3 ^c	—
Co213	37,5	50,0	43,7 ^{bed}	17,5	25,0	19,7 ^a	3,0	7,0	4,8 ^a	—
Co997	27,5	62,5	41,4 ^{abcd}	17,5	32,5	25,3 ^{cdef}	3,0	8,0	6,1 ^{bc}	—
CP52-43	27,5	62,5	44,4 ^{bed}	20	32,5	25,4 ^{cdef}	4,0	8,0	6,3 ^c	—

P: presencia de paráfisis.

abcd: Letras diferentes indican diferencias significativas en test de Kruskal-Wallis.

+: Presencia

-: Ausencia

REFERENCIAS

- Acevedo R., A. C. Luquell, M. A., Debes, M. A. Zardón, M. La O, I. Alfonso, E. Rodríguez, M. Rodríguez, M. F. Perera, R. Bertani, V. González, M. I. Cuenya, A. Castagnaro y M. E. Arias. Variaciones morfológicas de roya naranja en cultivares de caña de azúcar en Cuba, *Revista de Protección Vegetal*, 30 (Número Especial):134, Cuba. 2015.
- Aday O., I. Alfonso, R. González, F. R. Díaz, Y. Gil, S. Reyes y J. Barroso. Severidad de la roya naranja en cultivares de caña de azúcar infectados en la provincia de Villa Clara, *Fitosanidad*, 18(3): 143-150, Cuba, 2014.
- Barbasso D., H. Jordão, W. Maccheroni, J. Boldini, J. Bressiani, A. Sanguino. First report of *Puccinia kuehnii*, causal agent of orange rust of sugarcane, in Brazil, *Plant Disease* 94 (9): 1170-1170, EE.UU., 2010.
- Briggs G. C., Z. Nakhid, A. T. Alleyne, J. Ayats, J. O. Despradel, W. Elibox. First Report of Orange Rust Disease of Sugarcane in the Dominican Republic, *Plant Disease* 98 (7): 1,010.1-1,010.1, EE.UU., 2014
- Cadavid M., J. C. Ángel, J. I. Victoria. First Report of Orange Rust of Sugarcane Caused by *Puccinia kuehnii* in Colombia, *Plant Disease* 96 (1): 143-143, EE. UU., 2012.
- Chavarría E., F. Subirós, J. Vega, G. Ralda, N. C. Glynn, J. C. Comstock, L. A. Castlebury. First report of Orange Rust of sugarcane caused by *Puccinia kuehnii* in Costa Rica and Nicaragua, *Plant Disease*, 93(4): 425, EE. UU., 2009.
- Comstock J. C., S. G. Sood, N. C. Glynn, J. Shineii, J. M. McKemy, L. A. Castlebury. First Report of *Puccinia kuehnii* Butler, Causal Agent of Orange Rust of Sugarcane in the United States and Western Hemisphere, *Plant Disease* 92 (1): 175, EE. UU., 2008.
- FAO FAOSTAT, 2015. Área cosechada y producción de caña de azúcar en Cuba, Disponible en: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. Consultado 17-8-2016.

- Flores R. C., J. R. Loyo, R. A. Ojeda, O. C. A. Rangel, F. A. Cerón, W. Márquez, A. S. Guerra-Moreno, H. M. Hernández-Ibarra, R. E. González, L. A. Castlebury, L. J. Dixon, N. C. Glynn, J. C. Comstock, J. Flynn, J. Amador. First report of orange rust of sugarcane caused by *Puccinia kuehnii* in México, El Salvador and Panamá, *Plant Disease* 93 (12): 1347, EE. UU., 2009.
- Funes C., S. G. Pérez Gómez, D. D. Henríquez, V. di Pauli, R. P. Bertani, D. P. Fontana, A. M. Rago, M. C. Joya, R. A. Sopena, V. González, H. Babi, L. E. Erazzu, M. I. Cuenya, L. E. Ploper. First report of orange rust of sugarcane caused by *Puccinia kuehnii* in Argentina, *Plant Disease*, <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-09-15-1099-PDN>, 2016.
- Garcés F. F., F. F. Fiallos, E. Silva, F. Martínez, M. C. Aime, J. C. Comstock, N. C. Glynn, L. A. Castlebury. First Report of Orange Rust of Sugarcane Caused by *Puccinia kuehnii* in Ecuador, *Plant Disease* 98 (6): 842, EE. UU., 2014.
- Glynn N. C., L. J. Dixon, L. A. Castlebury, L. J. Szabo, J. C. Comstock. PCR assays for the sugarcane rust pathogens *Puccinia kuehnii* and *P. melanocephala* and detection of a SNP associated with geographical distribution in *P. kuehnii*, *Plant Pathology* 59, 703-711, 2010.
- Grisham M. P., J. W. Hoy, J. S. Haudenschild, G. L. Hartman. First report of orange rust caused by *Puccinia kuehnii* in sugarcane in Louisiana, *Plant Disease*, 97, 426, 2012.
- Mesa L. J., A. R. González, P. G. Hernández, R. M. Rodríguez. XXIII Reunión Nacional de Variedades, Semilla y Sanidad Vegetal. Suplemento Especial, *Cuba & Caña*, 2016.
- Ovalle W., J. C. Comstock, N. C. Glynn, L. A. Castlebury. First report of *Puccinia kuehnii*, causal agent of orange rust of sugarcane, in Guatemala, *Plant Disease* 92 (6): 973, EE. UU., 2008.
- Pérez L., E. L. Martín, F. Barroso, E. Martínez, O. Borrás, I. Hernández. Definitive identification of orange rust of sugarcane caused by *Puccinia kuehnii* in Cuba, *Plant Pathology*, vol. 59: 804, Reino Unido, 2010.
- Pérez-Milián J. R., Y. Rufin, Y. Pérez, I. Alfonso. 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* 1: 35-40, 2012.
- Tamayo M., Y. Puchades, M. La O Echavarría, R. Rodríguez, V. Chacón, I. Alfonso. Caracterización morfológica y morfométrica del organismo causal de la roya naranja de la caña de azúcar, *Cuba & Caña* 1: 12-16, 2014.
- Tibolla F., C. Hideki, D. Casaroto, M. Giovanetti, A. M. Conte. *Puccinia kuehnii* urediniospores viability and its germination influenced by aqueous extracts of leaves of sugarcane, *Ciências Agrárias, Londrina*, 34 (5): 2239-2246, Brasil, 2013.
- Virtudazo E. V., H. Nojima, M. Kakishima. Taxonomy of *Puccinia* species causing rust disease on sugarcane, *Mycoscience* 42, 167-175, 2001.
- Zhao D., N. C. Glynn, B. Glaz, J. C. Comstock, S. G. Sood. Orange rust effects on leaf photosynthesis and related characters of sugarcane, *Plant Disease*, 95: 640-647, EE.UU., 2011.