

---

Artículo científico

**ROYA NARANJA EN CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN CUBA**

Javier Delgado Padrón, Arelis Rodríguez Martínez y Lázaro Pardo Mora

MSc. Javier Delgado Padrón. <https://orcid.org/0000-0001-8277-9879>. Investigador Agregado del Departamento de Protección de Plantas del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE Km 1 ½. Boyeros, C.P. 19390. La Habana, Cuba. E-mail: [javier.delgado@inica.azcuba.cu](mailto:javier.delgado@inica.azcuba.cu).

Tec. Arelis Rodríguez Martínez. <https://orcid.org/0000-0003-1958-4363>. Técnico del Departamento de Protección de Plantas del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE Km 1 ½. Boyeros, C.P. 19390. La Habana, Cuba. E-mail: [arelis.rodriguez@inica.azcuba.cu](mailto:arelis.rodriguez@inica.azcuba.cu).

MSc. Lázaro Pardo Mora. <https://orcid.org/0000-0001-8584-2634>. Investigador Auxiliar del Departamento de Protección de Plantas del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE Km 1 ½. Boyeros, C.P. 19390. La Habana, Cuba. E-mail: [lazaro.pardo@inica.azcuba.cu](mailto:lazaro.pardo@inica.azcuba.cu).

**RESUMEN**

En Cuba, los cultivares de caña de azúcar han mostrado una inestabilidad en su comportamiento ante la roya naranja por lo que es necesario desarrollar estudios que brinden mayor conocimiento sobre la resistencia y permitan mejorar las estrategias de prevención y control de la enfermedad. El objetivo de este trabajo fue analizar la respuesta de cultivares de caña de azúcar ante la roya naranja para determinar la etapa más factible de evaluación de la enfermedad. El experimento se estableció en julio del 2013, con 44 cultivares. Las evaluaciones se realizaron en dos centímetros cuadrados dirigidos hacia las áreas donde se encontraban la mayor cantidad de síntomas en la hoja +3 y +5. Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple por rangos mediante la prueba de Kruskal-Wallis ( $p \leq 0,01$ ). Solo 16 cultivares mostraron pústulas de roya naranja, tanto en caña planta como en primer retoño. Sobrepasaron las diez pústulas por centímetros cuadrados los cultivares 'C95-416', 'C89-559', 'C88-523', 'CP52-43', 'C86-456' y 'C89-147'. El número de pústulas/cm<sup>2</sup> en las hojas de la caña de azúcar aumentó a medida que se incrementa la edad de las plantas, con los mayores porcentajes en el período de enero a abril. La caña planta difiere del primer retoño y no existen diferencias entre la cantidad de pústulas presentes en la hoja +3 con respecto a la hoja +5.

**Palabras clave:** enfermedad fúngica, *Puccinia kuehnii*, pústulas, reacción

**Orange rust in sugarcane cultivars in Cuba**

**ABSTRACT**

In Cuba, sugarcane cultivars have shown instability in their behavior against orange rust, so it is necessary to develop studies that provide greater knowledge about resistance and improve disease prevention and control strategies. The objective of this work was to analyze the response of sugarcane cultivars to orange rust to determine the most feasible stage of disease evaluation. The experiment settled down in July of the

2013, with 44 cultivars. The evaluations were carried out in two square centimeters directed toward the areas where they were the biggest quantity in symptoms in the leaf +3 and +5. It was carried out an analysis of variance of simple classification for ranges by means of the test of Kruskal-Wallis ( $p \leq 0.01$ ). Single 16 cultivars showed pustules of orange rust, so much in cane plants as first stunting. The cultivars that surpassed the ten pustules for square centimeters were 'C95-416', 'C89-559', 'C88-523', 'CP52-43', 'C86-456' and 'C89-147'. The pustules/cm<sup>2</sup> number in the sugarcane leaves were increased as the age of the plants and the biggest percentages in the period of January to April too. The cane plants it differs of the first stunting and there are not differences among the quantity of present pustules in the leaf +3 with regard to the leaf +5.

**Key words:** fungal disease, *Puccinia kuehnii*, pustules, reaction

### INTRODUCCIÓN

La roya naranja causada por el hongo *Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E.J. Butler fue considerada de menor importancia por más de 100 años hasta que alcanzó en Australia proporciones epidémicas en el año 2000 con pérdidas superiores al 40 % de la producción de caña, mientras que en la Florida causó afectaciones y caída del rendimiento en dos puntos del contenido de sacarosa en los jugos (Mesa *et al.*, 2018).

Es una enfermedad emergente (Comstock *et al.*, 2015) y en correspondencia con el peligro potencial que representa, desde el año 2009 Cuba estableció la vigilancia fitosanitaria sobre la dispersión e incidencia de esta en las áreas cañeras del país a incrementándose el número de cultivares infectados a más de 23. Se encuentra en todas las provincias productoras de caña de azúcar del país y aunque su distribución en el territorio nacional es de baja prevalencia, constituye un peligro potencial (Aday *et al.*, 2022).

Para Chavarría *et al.* (2016), está muy relacionada con las condiciones propias de producción, del sitio de plantación y de la interacción del cultivar-patógeno con una fuerte influencia del ambiente. Las condiciones climáticas (temperaturas y humedad relativa) favorecen su desarrollo fundamentalmente

durante los meses menos lluviosos de diciembre hasta abril. La presencia frecuente de niebla y rocío durante la noche y en las primeras horas del día, contribuyen a la formación de una lámina de agua sobre la hoja. Situación está muy favorables para la infección y producción de esporas, mientras que la ocurrencia de intensas lluvias tiene un efecto negativo al lavar las esporas de las hojas (Aday *et al.*, 2021).

Aunque la roya naranja no constituye por el momento una enfermedad principal en Cuba, es necesario desarrollar estudios que brinden mayor conocimiento sobre la resistencia y permitan mejorar las estrategias de prevención y control. (Valdés *et al.*, 2016). Con referencia a las consideraciones anteriores varios autores señalan la inestabilidad del comportamiento de los cultivares de caña de azúcar ante *P. kuehnii*, tanto en los bloques experimentales como en las plantaciones comerciales (Oloriz *et al.*, 2019); (Delgado *et al.*, 2022a) y (Aday *et al.*, 2022). El objetivo de este trabajo fue analizar la respuesta de cultivares de caña de azúcar ante la roya naranja para determinar la etapa más factible de evaluación de la enfermedad

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el bloque experimental de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar

Mayabeque-Artemisa. Ubicado en las coordenadas georeferenciadas norte: 22° 47' 12'' y oeste: 82° 23' 13'', municipio Quivicán, provincia Mayabeque; sobre un suelo Ferralítico Rojo típico (Hernández *et al.*, 2015).

El experimento se estableció en julio de 2013, con 44 cultivares de caña de azúcar ('B7274', 'B77418', 'B78505', 'B80250', 'CB44-52', 'Co997', 'CP52-43', 'C85-1', 'C85-102', 'C86-12', 'C86-56', 'C86-156', 'C86-165', 'C86-251', 'C86-456', 'C86-503', 'C87-51', 'C88-356', 'C88-380', 'C88-523', 'C89-147', 'C89-148', 'C89-161', 'C89-176', 'C89-559', 'C90-105', 'C90-317', 'C90-469', 'C90-530', 'C92-325', 'C95-416', 'C97-445', 'C98-128', 'C99-128', 'C120-78', 'C132-81', 'C137-81', 'C266-70', 'C323-68', 'C334-64', 'C1051-73', 'Ja64-11', 'PR980' y 'SP70-1284'), se cosechó en marzo del 2014 en caña planta y en diciembre de 2014 como primer retoño (soca); bajo un diseño experimental de bloques al azar.

De cada cultivar se plantó una parcela de un surco de seis metros de longitud en dos réplicas al azar, separadas por un pasillo de tres metros; con un fondo provocativo de roya naranja representado por el cultivar susceptible a la enfermedad 'C89-147', determinado por la proliferación y cobertura con pústulas de *P. kuernii* en el área foliar (Delgado *et al.*, 2019), cada dos surcos y bordeando el estudio, lo que permitió incrementar la presión de inóculo del agente patógeno.

Las evaluaciones de la longitud y número de pústulas se realizaron mensualmente desde los dos hasta los nueve meses de edad, durante caña planta y retoño. Las mismas se efectuaron en una estación de muestreo de dos cm<sup>2</sup> (Montalván *et al.*, 2018), en las hojas +3 y +5 (Aday *et al.*, 2017) según nomenclatura de Kuijper (Dillewijn, 1952), en 10 plantas al azar.

El porcentaje de pústulas por centímetro cuadrado en la superficie abaxial de cada hoja se calculó por la expresión matemática propuesta por Montalván *et al.* (2018) para la evaluación de la roya parda y modificada para esta enfermedad:

$$P = \frac{(CP) * (LP) * (0,42)}{2}$$

Dónde: P: Porcentaje de área ocupada por las pústulas en cada cm<sup>2</sup>.

CP: Número de pústulas en dos cm<sup>2</sup>.

LP: Longitud de la pústula más frecuente en la muestra en mm.

0,42: Ancho medio de la pústula en mm (Aday *et al.*, 2017).

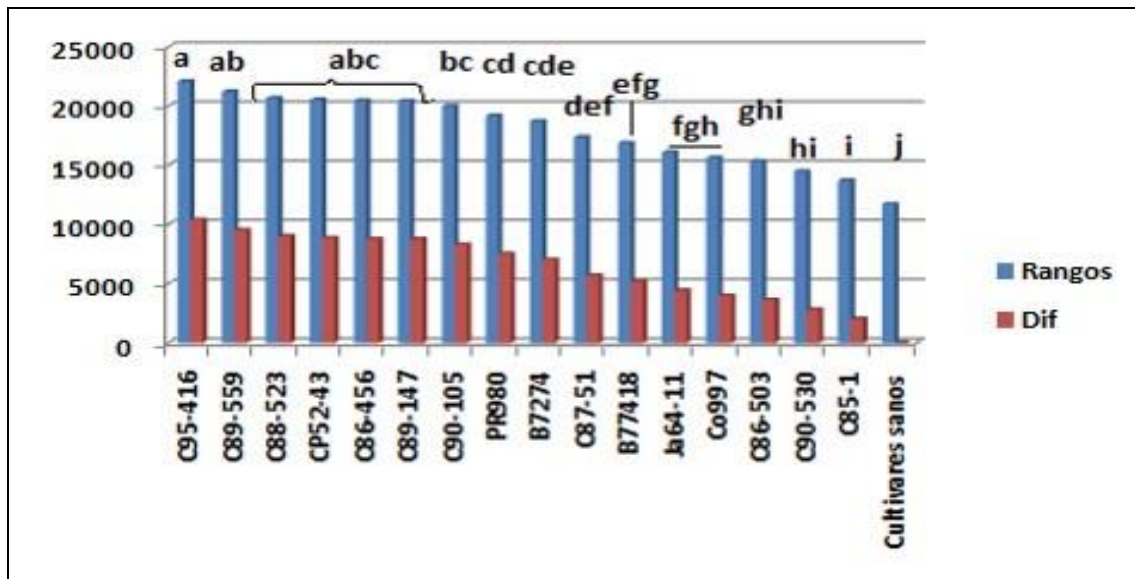
Se utilizaron pruebas no paramétricas producto a que los valores de las variables estudiadas no se ajustaron a una distribución normal y homogeneidad de sus varianzas, a pesar de realizar transformaciones en los mismos. Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple por rangos mediante la prueba de Kruskal-Wallis ( $p \leq 0,01$ ) para determinar la influencia de los cultivares, la edad de las plantas, cepa y las hojas +3 y +5 en el porcentaje promedio de área ocupada por pústulas de roya naranja en dos cm<sup>2</sup> en el período evaluado; todo esto con la ayuda del paquete estadístico STATISTICA versión 8,0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 44 cultivares de caña de azúcar evaluados solo 16 mostraron síntomas de roya naranja, tanto en caña planta como en soca ('C95-416', 'B77418', 'C89-559', 'CP52-43', 'PR980', 'C90-530', 'C88-523', 'C86-503', 'C87-51', 'Ja64-11', 'B7274', 'Co997', 'C89-147', 'C86-456', 'C90-105' y 'C90-530'). En los 28 restantes no se manifestó la enfermedad ('B80250', 'C137-81', 'C266-70', 'C86-12',

‘SP70-1284’, ‘C1051-73’, ‘C120-78’, ‘C90-469’, ‘C85-102’, ‘C86-56’, ‘C334-64’, ‘C88-356’, ‘C86-156’, ‘C89-176’, ‘C132-81’, ‘B78505’, ‘C88-380’, ‘C92-325’, ‘C323-68’, ‘CB44-52’, ‘C98-128’, ‘C99-128’, ‘C86-165’, ‘C89-148’, ‘C97-445’, ‘C89-161’, ‘C86-251’ y ‘C90-317’) por lo que fueron considerados cultivares sanos y se debe continuar su estudio en otras localidades del país, ya que pueden representar fuentes de resistencia al agente patógeno.

El análisis de varianza de clasificación simple por rangos demostró la existencia de diferencias altamente significativas entre los cultivares en cuanto al porcentaje de pústulas/cm<sup>2</sup> (Figura 1), lo que demuestra la reacción diferencial de éstos ante el agente patógeno. Presentaron más de diez pústulas por centímetros cuadrados ‘C95-416’, ‘C89-559’, ‘C88-523’, ‘CP52-43’, ‘C86-456’ y ‘C89-147’, siendo el primero el más afectado.



**Figura 1.** Representación de los rangos de la cantidad de pústulas de roya naranja a partir del análisis de varianza de clasificación simple por rangos mediante la prueba de Kruskal-Wallis y la diferencia entre cultivares.

En un estudio efectuado por Delgado *et al.* (2019) en Mayabeque durante siete años (2012-2018) alguno de estos cultivares tienen comportamiento diferente ante *P. kuehni*. No se detectó la presencia de la roya naranja en nueve cultivares de los aquí analizados (‘B78503’, ‘B80250’, ‘C86-56’, ‘C88-380’, ‘C90-469’, ‘C132-81’, ‘C137-81’, ‘C334-64’, y ‘C1051-73’), cuatro siempre presentaron síntomas (‘C88-523’, ‘C89-147’, ‘C89-559’ y ‘C95-416’); mientras que tres (Co997, CP52-43 y C87-51), manifestaron inestabilidad en su

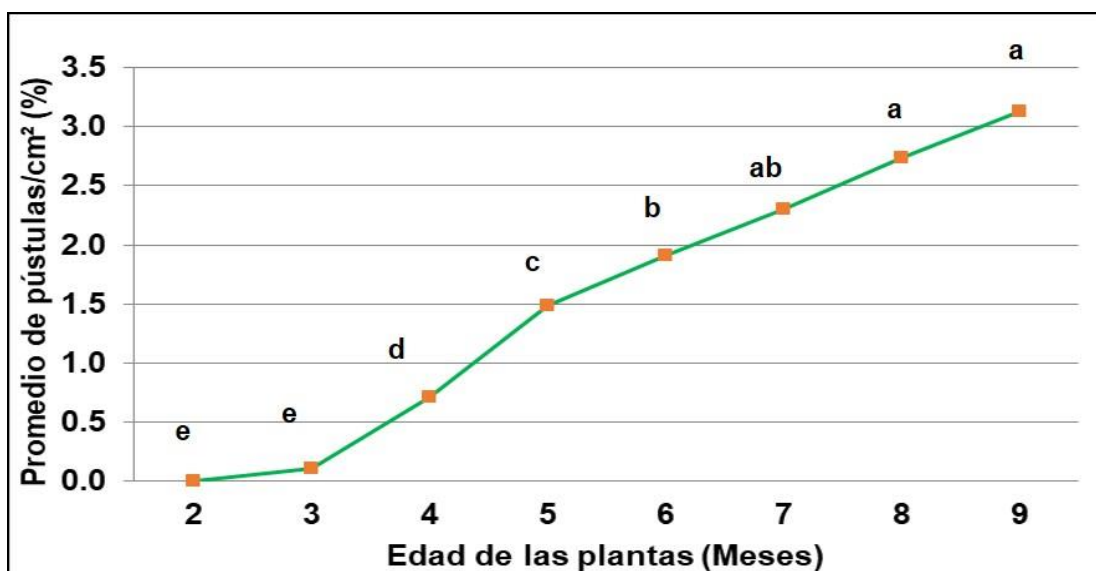
comportamiento. Así mismo Perera *et al.* (2020) informaron la presencia de la enfermedad en ‘C86-156’, ‘C86-456’ en esta provincia. En otras localidades del país la roya naranja fue informada en ‘B78505’ y ‘B80250’ en las Tunas y ‘C334-64’ en Villa Clara (Aday *et al.*, 2018). De los cultivares que presentaron síntomas de la roya naranja en este estudio, en Cuba se encuentra en plantaciones comerciales de caña de azúcar 13 (‘B7274’, ‘B77418’, ‘CP52-43’, ‘Co997’, ‘C85-1’, ‘C86-456’, ‘C86-503’, ‘C87-51’, ‘C88-523’, ‘C89-147’, ‘C90-105’, ‘C90-530’)

y 'C95-416') (Mesa *et al.*, 2019); mientras que en 'C90-469' no se detectó la enfermedad y cuando se realizan inoculaciones artificiales con las esporas de la roya naranja se comporta como moderadamente resistente (Oroliz *et al.*, 2019).

Por otra parte, González (2019) señala que el cultivar 'C95-416' se encuentra en la etapa de introducción en la agricultura cañera del país por sus excelentes resultados productivos y la resistencia a los principales agentes nocivos de este cultivo, el cual presentó en este estudio la mayor cantidad de pústulas de roya naranja por centímetro cuadrado, por lo que esta última condición sugiere controlar su propagación y mantener una estricta vigilancia fitosanitaria. Esto constituye un riesgo para la agricultura

cañera y confirma la importancia potencial de la enfermedad. El incremento de las superficies plantadas por los cultivares en la producción comercial de caña de azúcar en Cuba que muestran síntomas de la enfermedad debe ser discreto para evitar el aumento de la fuente de inóculo del hongo y evitar las afectaciones económicas severas en el cultivo.

Existen diferencias altamente significativas entre las edades de los cultivares evaluados, aumentando el número promedio de pústulas en las hojas a medida que aumenta la edad de las plantas; fundamentalmente a partir de los tres hasta los ocho meses; lo que puede estar relacionado con el aumento de la presión de inóculo del agente patógeno (Figura 2).



**Figura 2.** Resultados del análisis de varianza de clasificación simple por rangos mediante la prueba de Kruskal-Wallis considerando la cantidad promedio de pústulas de la roya naranja y la edad de las plantas.

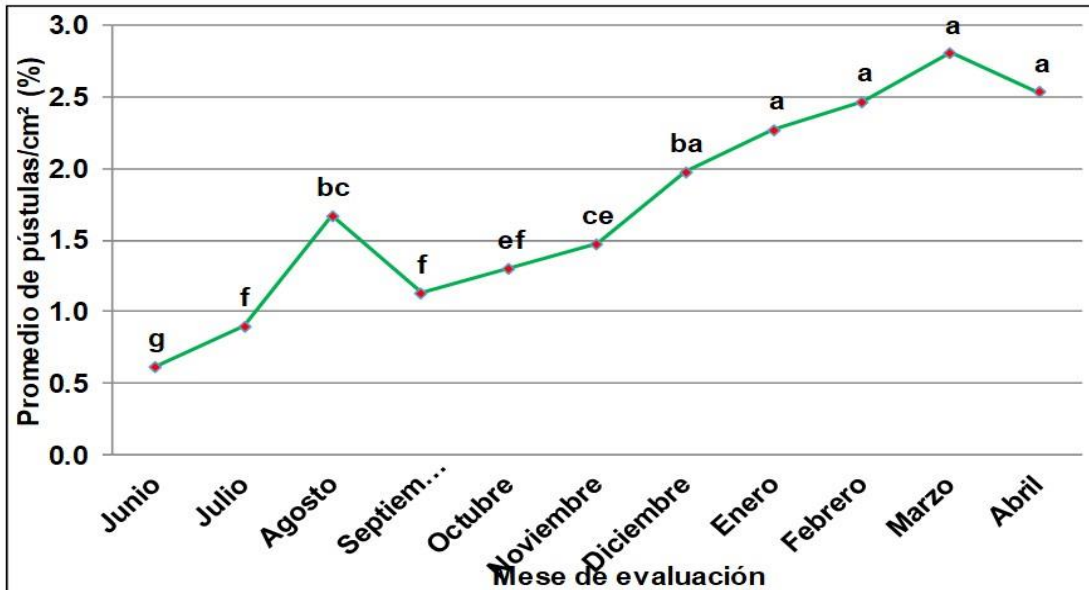
Nota: Letras iguales no difieren significativamente según Prueba de Kruskal-Wallis ( $p < 0,01$ ).

Los resultados de este trabajo son similares a los obtenidos anteriormente por Aday *et al.* (2014), quienes informaron el inicio de la infección por *P. kuehni* a partir de los cinco meses de edad y en general la mayor severidad

de la enfermedad se manifestó a los siete y ocho meses posteriores a la plantación. La infección continuó y decreció hasta los 13 meses, momento en que se realizó la última evaluación. En este mismo sentido, Delgado *et al.* (2022a),

observaron que los síntomas comenzaron desde el segundo mes de establecida la plantación y la severidad promedio aumenta con la edad de las plantas, alcanzando sus mayores valores entre los seis y nueve meses.

En la Figura 3 se muestra el período de evaluación de los cultivares, donde en los meses de diciembre a abril se muestra la mayor cantidad de pústulas por centímetro cuadrado.



**Figura 3.** Resultados del análisis de varianza de clasificación simple por rangos mediante la prueba de Kruskal-Wallis considerando la cantidad promedio de pústulas de roya naranja y los meses del año evaluados. Letras iguales no difieren significativamente según Prueba de Kruskal-Wallis ( $p < 0,01$ ).

Para Huang *et al.* (2018) la temperatura y la humedad relativa tienen gran influencia en el desarrollo de las pústulas de roya naranja en la caña de azúcar, condición esta que está determinada por la época del año. La germinación de las esporas es inhibida cuando la humedad relativa del aire es inferior al 80 %, mientras que la esporulación se reduce a cero cuando los valores de la temperatura son inferiores a 23 °C. La temperatura óptima para la infección es de 22,4 °C y 27,6 °C, limitándose estos procesos con valores superiores a 30 °C (Borges *et al.*, 2021). En este mismo sentido, Selvakumar y Viswanathan (2020), determinaron un 50 % de germinación de uredinosporas a temperaturas entre 20 y 29 °C. Las uredosporas se redujeron del 65 % a 29 °C, a 18 % a 30 °C y era cero a 31 °C (Sanjel *et al.*, 2019).

Las condiciones climáticas de Cuba (temperaturas y humedad relativa), fundamentalmente durante los meses de diciembre hasta abril, favorecen la esporulación, penetración y desarrollo del hongo causante de la roya naranja (Aday *et al.*, 2021). Así mismo los mayores porcentajes de área foliar ocupada por pústulas y por consiguiente el progreso, incidencia y severidad de la enfermedad se obtienen en los meses de octubre a marzo (Aday *et al.*, 2022).

En este mismo sentido las precipitaciones ocurridas durante los meses de mayo a octubre en Cuba son desfavorables para la enfermedad al lavar las hojas y por consiguiente el arrastre de las esporas hacia el suelo y por consiguiente la disminución de los niveles de inóculos en las plantaciones cañeras (Delgado *et al.*, 2022b).

El comportamiento de la cantidad de pústulas de roya naranja según Análisis de Varianza de clasificación simple por rangos mediante la prueba de Kruskal-Wallis para el 99 % de probabilidad del error y considerando los factores cepa y la posición de las hojas se

presenta en la Tabla 1, donde la caña planta difiere de la soca en cuanto al número de pústulas por centímetro cuadrado y no existen diferencias entre la cantidad de pústulas presentes en la hoja +3 con respecto a la hoja +5.

**Tabla 1.** Comportamiento de la cantidad de pústulas de roya naranja según análisis de varianza de clasificación simple por rangos mediante la prueba de Kruskal-Wallis considerando los factores cepa y posición de las hojas.

Factor Cepa	Rangos	Significación	Factor No-Hoja	Rangos	Significación
Planta	15139	a	+5	13452	a
Soca	11742	b	+3	13429	a

Nota: Letras iguales en una misma columna difieren significativamente según Prueba de Kruskal-Wallis ( $p < 0,01$ ).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Aday *et al.* (2017), donde en las hojas desde la +3 a la +7 se encontraron los valores intermedios de área foliar afectada (entre 7,50 y 12,82 %). En esas hojas se determinaron valores máximos que oscilaron de 35,58 a 49,57 % desde la hoja +3. Igualmente, se encontraron diferencias significativas de las primeras cuatro hojas respecto a las hojas +5 a +8 y a su vez, las hojas +5, +6 y +7 difieren con la hoja +8 que resultó la más afectada.

A pesar de que la roya naranja se encuentra en todas las provincias productoras de caña de azúcar de Cuba, esta ha presentado inestabilidad en su comportamiento en los diferentes años, con una ligera disminución en las áreas infestadas desde el 2012 al 2015 (Aday *et al.*, 2018); el impacto de esta enfermedad entonces dependerá de la susceptibilidad de los cultivares plantados y de las condiciones ambientales.

En relación con estos resultados, Pérez *et al.* (2012), concluyeron que la infección por *P. kuehnii* y la presencia de síntomas no han mantenido estabilidad en los focos de infección

informados, tanto en áreas experimentales como de producción en Matanzas en el período de 2008 a 2012, y consideran que el comportamiento epidemiológico de la enfermedad ha sido inestable. Recomiendan mantener el monitoreo de todas las áreas y cultivares, extremando la observación durante el periodo noviembre-abril sobre 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.

Según Comstock *et al.* (2015), el impacto de esta enfermedad dependerá de la susceptibilidad de los cultivares plantados y de las condiciones ambientales. Por eso es recomendado que la estrategia deba ser el control a través de la resistencia genética.

Estos resultados corroboran los obtenidos por Aday *et al.* (2018) e indican que algunos de los principales cultivares comerciales en Cuba son susceptibles a la roya naranja y confirman la importancia potencial de esta enfermedad.

### CONCLUSIONES

- ✓ Existen diferencias entre los cultivares en cuanto al porcentaje de pústulas/cm<sup>2</sup>, sobrepasando las diez pústulas por centímetros cuadrados en 'C95-416', 'C89-559', 'C88-523', 'CP52-43', 'C86-456' y 'C89-147'.
- ✓ El número de pústulas/cm<sup>2</sup> en las hojas de la caña de azúcar, aumentó a medida que se incrementa la edad de las plantas, con los mayores porcentajes en el período de enero a abril.
- ✓ La caña planta difiere del primer retoño (soca) en cuanto al número de pústulas por centímetro cuadrado y no existen diferencias entre la cantidad de pústulas presentes en la hoja +3 con respecto a la +5.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aday, O.C.; Alfonso, I.; González, R.; Díaz, F.; Gil, Y.; Reyes, S. y Barroso, J. (2014). Severidad de la roya naranja en cultivares de caña de azúcar infectados en la provincia de Villa Clara. *Fitosanidad*, 18(3): 143-150. ISSN: 1562-3009.
- Aday, O.C.; Alfonso, I.; Rodríguez, E.; Díaz, F.; Gil, Y.; Valdés, B. y Barroso, J. (2017). Caracterización de los síntomas de la roya naranja (*Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E.J. Butler) en cuatro cultivares de caña de azúcar en Cuba. *Revista Centro Agrícola*, 44(2): 61-67. ISSN: 0253-5785.
- Aday, O.C.; Rodríguez, E.; Montalván, J.; Martínez, E. y Alfonso, I. (2018). Estado de la roya naranja de la caña de azúcar en Cuba. *Revista Centro Agrícola*, 45(2): 61-68. ISSN: 0253-5785.
- Aday, O.C.; Montalván, J.; Delgado, J.; Puchades, Y. y Rodríguez, E.L. (2021). Progreso de las enfermedades roya parda y roya naranja de la caña de azúcar en Cuba. *Revista Centro Agrícola*, 48(3): 60-70. ISSN: 0253-5785.
- Aday, O.C.; Pérez, L.; Oloriz, M.I.; Rodríguez, E.L.; Montalván, J.; Puchades, Y.; Delgado, J. y Martínez, E. (2022). Vigilancia fitosanitaria y caracterización de la enfermedad roya naranja de la caña de azúcar en Cuba. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 12(2): 1-8. ISSN: 2304-0106.
- Borges, T.T.; De Souza, G.M.; Manici, L.M.; Giustarini, L. y Bregaglio, S. (2021). A process-based model to simulate sugarcane orange rust severity from weather data in Southern Brazil. *International Journal of Biometeorology*. <https://doi.org/10.1007/s00484-021-02162-5>.
- Chavarría, E.; Barrantes, J.C.; Villalobos, C.L. y Valverde, W. (2016). Actualización de la reacción a la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) de las principales variedades comerciales y promisorias de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en ciclo de caña planta en Costa Rica. *Revista Entre Cañeros*, (4): 36-52. ISSN: 2215-597.
- Comstock, J.C.; Ovalle, W.; Chavarría, E.; Glynn, N.C.; Castlebury, L.A.; Raid, R.N. y Orozco, H. (2015). La roya naranja de la caña de azúcar, una enfermedad emergente: su impacto y comparación con la roya marrón. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos industriales*, 5(7): 10-19. ISSN: 1853-7677.
- Dillewijn, C.V. (1952). *Botánica de la caña de azúcar*. La Habana. Instituto del libro. 460 p.
- Delgado, J.; Casero, T., Rodríguez, A.; Pardo, L.; Alfonso, I. y Reyes, M. (2019). Reacción de cultivares de caña de azúcar ante *Puccinia kuehnii* durante siete años

- en Mayabeque. Revista Protección Vegetal, 34(3): 1-9. ISSN: 2224-4697.
- Delgado, J., Rodríguez, A. y Pardo, L. (2022a). Influencia de la edad de las plantas y época del año en la severidad de *Puccinia kuehnii* (Krüger) Butler, Revista de Protección Vegetal, 37(3):1-5. ISSN: 2224-4697.
- Delgado, J.; Rodríguez, A. y Pardo, L. (2022b). Influencia de variables meteorológicas en el desarrollo de la infección por *Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E. J. Butler en Mayabeque. Revista TEMAS de Ciencia y Tecnología, 26(76): 21-28. ISSN 2007-0977.
- González, R.M. (2019). Variedades de caña de azúcar cultivadas en Cuba. Cronología, legislación, metodologías y conceptos relacionados. (1ra edición). La Habana, Cuba: ICIDCA. 216 p. ISBN: 978-959-7165-58-3.
- Huang, Y.K.; Li, W.F.; Zhang, R.Y. y Wang, X.Y. (2018). Color Illustration of Diagnosis and Control for Modern Sugarcane Diseases, Pests, and Weeds. Singapore. China Agriculture Press and Springer Nature Singapore. 103 p. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-1319-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-13-1319-6_1).
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch D. y Castro N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba (1ra edición). La Habana, Cuba. INCA-IS. 93 p. ISBN: 978-959-7023-77-7.
- Mesa, J.; González, R.; Rodríguez, M.; Hernández, G.; Jiménez, A.; García, H.; Jorge, I.; Rodríguez, E.; Rodríguez, R.; González, R.; Almeida, R.; Sarmiento, N.; Guillen, S.; Alfonso, I. y Torres, I. (2018). XXV Reunión Nacional de Variedades, Semillas y Sanidad Vegetal. Revista Cuba y Caña, (Suplemento Especial): 100. ISSN: 1028-6527.
- Mesa, J.; González, R.; Rodríguez, M.; Hernández, G.; Jiménez, A.; García, H.; Jorge, I.; Rodríguez, E.; Rodríguez, R.; González, R.; Almeida, R.; Sarmiento, N.; Guillen, S.; Alfonso, I. y Torres, I. (2019). XXVI Reunión Nacional de Variedades, Semillas y Sanidad Vegetal. Revista Cuba y Caña, (Suplemento Especial): 85. ISSN: 1028-6527.
- Montalván, J.; Alfonso, I.; Rodríguez, J.; Rodríguez, E.; Puchades, Y.; Rodríguez, J.; Aday, O.C.; Carvajal, O. y Delgado, J. (2018). Evaluación de la resistencia a roya parda de la caña de azúcar en Cuba. Revista Centro Agrícola, 45(2): 47-44. ISSN: 0253-5785.
- Oloriz, M. I.; Valdés, B. L.; Aday, O. C.; Ocaña, B.; Hernández, M.; Gil, V.; González, A. y Rivero, R. (2019). Caracterización histológica de la respuesta de caña de azúcar a la infección por *Puccinia kuehnii*. Biotecnología Vegetal, 19(4): 259-264. ISSN: 2074-8647.
- Pérez, J.R.; Rufin, Y.; Pérez, Y. y Alfonso, I. (2012). 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. Revista Cuba y Caña, (1): 35-40. ISSN: 1028-6527.
- Perera, M.F.; Bertani, R.P.; Arias, M.E.; Hechavarría, M.O.; Zardón, M.A.; Debes, M.A.; Luque, A.C.; Cuenya, M.I.; Acevedo, R. y Castagnaro, A P. (2020). Morphological and molecular characterization of *Puccinia kuehnii*, the causal agent of sugarcane orange rust, in Cuba. Scientia Agrícola, 77(2). doi:10.1590/1678-992x-2018.

- Selvakumar, R. y Viswanathan, R. (2020). Sugarcane rust: changing disease dynamics and its Management. *Journal of Sugarcane Research*, 12: 98-118. ISSN: 2582-4767.
- Sanjel, S.; Chaulagain, B.; Small, I.M.; Comstock, J.C.; Hincapie, M.; Raid, R.N. y Rott, P. (2019). Comparison of progress of brown rust and orange rust and conditions conducive for severe epidemic development during the sugarcane crop season in Florida. *Plant Disease*, 103: 825-831. ISSN: 0191-2917.
- Valdés, B.; Aday, O.C.; Ocaña, B.; Rojas, L.; Hernández, M.; Acosta, M.; Gil, V.; González, A.; Rivero, L. y Ileana, M. (2016). Caracterización de la respuesta de cultivares de caña de azúcar a la roya naranja en casa de cultivo. *Biología Vegetal*, 16(1): 21-29. ISSN: 2074-8647.

Fecha de recepción: 13 abril 2023

Fecha de aceptación: 7 octubre 2023