

Severidad de *Puccinia melanocephala* (sydow y p. Sydow) en cultivares de caña de azúcar (*Saccharum* spp.)



<https://cu-id.com/2247/v39e08>

Severity of *Puccinia melanocephala* (sydow and p. Sydow) on sugarcane (*Saccharum* spp.) Cultivars

✉Javier Delgado Padrón*, ✉Maira Ferrer Reyes, ✉Lázaro Pardo Mora

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

RESUMEN : El objetivo del trabajo fue evaluar la severidad de *Puccinia melanocephala* (Sydow y P. Sydow) en hojas de seis cultivares de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) más extendidos en la zona de Mayabeque, Cuba. Se plantó una parcela de 48 m² de cada cultivar ('CP52-43', 'C86-12', 'C86-56', 'C90-469', 'C323-68' y 'C1051-73') distribuidas al azar en el bloque experimental del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar en Mayabeque. En cada parcela, a los tres, nueve y trece meses de edad en la cepa de caña planta y a los tres, seis y nueve meses de edad en soca, se marcó la hoja + 1 de diez plantas al azar y en esta se realizaron las evaluaciones cada siete días, considerando la posición de la hoja y la aparición de los síntomas. Los grados de infección y la severidad de la enfermedad se determinaron mediante una escala de cinco grados teniendo en cuenta la longitud de las pústulas. En el procesamiento estadístico se empleó una prueba de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$). La infección del hongo en las plantas comienza en la hoja marcada desde que esta ocupa la posición + 1 en el tallo. Se observó un ascenso de la severidad de la roya parda entre los 14 y 35 días posteriores al marcaje de las hojas, pero esta disminuye con el aumento de la edad de la plantación. Los valores más altos de severidad los alcanzaron los cultivares 'C323-68' y 'C90-469'.

Palabras clave: Cultivares, enfermedad, infección, roya parda.

ABSTRACT: The objective of the work was to evaluate the infection severity of *Puccinia melanocephala* (Sydow and P. Sydow) on leaves of the six most widespread sugarcane (*Saccharum* spp.) cultivars in the Mayabeque area, Cuba. A 48 m² plot of each cultivar ('CP52-43', 'C86-12', 'C86-56', 'C90-469', 'C323-68' and 'C1051-73') was planted randomly distributed in the experimental block of the Mayabeque Sugarcane Research Institute. In each plot, the leaf + 1 of ten plants was randomly marked in the plant cane cultivar and in the first ratoon at three, nine, and thirteen months and three, six and nine months of age, respectively. The evaluations were carried out on these leaves each seven days, considering their position and the appearance of symptoms. The infection degrees and severity of the disease were determined using a five-grade scale, taking into account the length of the pustules. The Kruskal-Wallis test was used for the statistical processing ($p \leq 0.05$). The infection of the fungus in the plants began on the marked leaf when it occupied the + 1 position on the stalk. Severity of brown rust was observed to increase between 14 and 35 days after marking the leaves, but it decreased with increasing plantation age. The highest severity values were reached by the cultivars 'C323-68' and 'C90-469'.

Key words: Cultivars, disease, infection, brown rust.

INTRODUCCIÓN

La roya parda (*Puccinia melanocephala*, Sydow y P. Sydow) es una enfermedad foliar severa que está presente en casi todos los países donde se cultiva caña de azúcar (*Saccharum* spp.). En Cuba, se encuentra dentro de las enfermedades detectadas desde 1978 (1) y por los daños causados en la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) se considera de primer orden, por la importancia que tiene en este cultivo (2).

La enfermedad se caracteriza por la aparición inicial de lesiones alargadas, principalmente en los ápices de las hojas, pueden estar rodeadas de un halo clorótico, formar áreas necróticas y afectar toda la superficie foliar (3). Con la infección del hongo, en las hojas se desarrollan pústulas de acuerdo a la resistencia de los

cultivares que se forman, principalmente, por el envés y al ocurrir el rompimiento de la epidermis que forma parte del soro se liberan las esporas de color marrón las cuales pueden ser dispersadas, posteriormente, a través del viento (4).

El desarrollo de modelos de predicción de enfermedades en la caña de azúcar con la información de variables meteorológicas críticas, como la temperatura óptima, la humedad relativa y la duración de esta última en la hoja en la evolución de las infecciones, permiten contener las amenazas y se evitan graves pérdidas económicas (5). Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, la disminución del rendimiento causado por la roya parda y otras enfermedades menores deben abordarse mediante un enfoque sistemático.

*Correspondencia a: Javier Delgado Padrón. E-mail: javier.delgado@inica.azcuba.cu

Recibido: 11/06/2024

Aceptado: 02/08/2024

La roya parda en Cuba causó epidemias en los cultivares 'B4362' y 'Ja60-5', debido a la gran superficie plantada en el país con estos cultivares y la susceptibilidad de ambas a *P. melanocephala*, por lo que el Ministerio de la Agricultura redujo al 20 % de la superficie plantada de un cultivar en las unidades productoras de caña de azúcar (6). No obstante, dado que el comportamiento de la severidad de la enfermedad, puede variar de un año a otro según las variables meteorológicas, se mantiene una estrecha vigilancia en todas las áreas cañeras.

El objetivo del trabajo fue evaluar la severidad de *P. melanocephala* en hojas de seis cultivares de caña de azúcar más extendidos en la zona de Mayabeque, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el bloque experimental de la Unidad Empresarial de Base Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar Mayabeque (UEB INICA Mayabeque) (latitud norte: 22° 47' 12'' y longitud oeste: 82° 23' 13''), en el municipio Quivicán, provincia Mayabeque, Cuba; sobre un suelo Ferralítico Rojo típico (7).

El experimento se estableció en parcelas de 48 m² (cuatro surcos de 7,5 m de longitud separados a 1,6 m), distribuidos al azar y sin repeticiones, en agosto de 2018 con seis cultivares de caña de azúcar con diferentes grados de reacción a la roya parda: 'CP52-43' (intermedia), 'C86-12' (intermedia), 'C86-56' (resistente), 'C90-469' (intermedia), 'C323-68' (susceptible) y 'C1051-73' (intermedia). Bordeando el mismo, como fuente de inóculo de *P. melanocephala*, se plantó el cultivar 'C86-16'. La cosecha se realizó en abril del 2020 en caña planta y en abril de 2021 como soca.

En los dos surcos centrales de cada parcela se seleccionaron, al azar, diez tallos en la etapa de caña planta a los tres, nueve y trece meses de edad; mientras que, en retoño a los tres, seis y nueve meses (Tabla 1). En las plantas elegidas se marcó la hoja + 1, según nomenclatura de Kuijper (8).

Las evaluaciones se realizaron cada siete días, donde se observó la posición de la hoja marcada en la planta y la aparición de la enfermedad en cada cultivar. Los grados de infección se determinaron según la metodología descrita por Jorge *et al.* (9) (Tabla 2).

La severidad de la enfermedad en los cultivares se determinó teniendo en cuenta los grados de infección en cada hoja marcada, según la expresión matemática propuesta por Townsend y Heuberger (10):

$$SE = \left(\frac{\sum n \cdot v}{i \cdot N} \right) * 100$$

Donde:

SE: severidad de la enfermedad.

n: número de tallos infectados por cada grado de la enfermedad.

v: grado de la escala.

i: mayor grado de la escala.

N: total de muestras.

En la comparación de los porcentajes de severidad de la enfermedad en las plantas seleccionadas con el número de evaluación, cultivares, posición de las hojas y la edad (meses) se utilizó una prueba de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$) producto a que la variable severidad de la enfermedad no se ajustó a una distribución normal y se utilizó con el paquete estadístico InfoStat, versión 2015.

Tabla 1. Períodos de evaluaciones en caña planta y soca en el estudio de severidad de roya parda en cultivares de caña de azúcar en Mayabeque, Cuba. / Periods of evaluations in plant cane and first ratoon in Mayabeque, Cuba.

Cepas	Inicio del período evaluado	Final del período evaluado	Edad de las plantas (meses)
Planta	27/11/2018	12/02/2019	3
	03/05/2019	19/07/2019	9
	04/10/2019	27/12/2019	13
Soca	08/07/2020	30/09/2020	3
	14/10/2020	30/12/2020	6
	13/01/2021	31/03/2021	9

Tabla 2. Escala de evaluación de la infección de la roya parda en la caña de azúcar según Jorge *et al.* (9). / Evaluation scale for brown rust infection in sugarcane according to Jorge *et al.* (9).

Grados	Descripción
1	Sin síntomas de la enfermedad.
2	Manchas cloróticas que pueden tener puntos rojos o marrones los que, en ocasiones, son necrosados. Presencia de pústulas pequeñas (uno a dos milímetros de longitud), rodeadas de áreas de necrosis en forma de parches.
3	Presencia de pústulas pequeñas o medianas (hasta cinco milímetros de longitud), que, generalmente, se encuentran en islas verdes rodeadas de una banda clorótica o rodeadas de áreas de necrosis en forma de parches.
4	Presencia de pústulas grandes (hasta de ocho milímetros de longitud) rodeadas de área clorótica, con necrosis en forma de parches.
5	Presencia de pústulas (mayores de ocho milímetros de longitud) que se unen formando parches. Puede producirse amarillamiento de las hojas, así como necrosis del tejido.

RESULTADOS

La severidad promedio de la enfermedad aumentó a medida que las hojas marcadas envejecieron, pero solamente hubo diferencias significativas a los tres y trece meses de edad en caña planta y a los tres y nueve en soca (Tabla 3). Entre los 21 y 49 días después del marcaje de las hojas la severidad se mantiene estable hasta que las hojas se secan.

La severidad promedio de la enfermedad, en los cultivares evaluados, tuvo un comportamiento similar en cuanto a las cepas evaluadas (Fig. 1). Los valores más altos los alcanzaron 'C323-68' y 'C90-469', lo que puede estar relacionado con la susceptibilidad de estos a *P. melanocephala*.

La infección de *P. melanocephala* comienza a partir de la posición + 1 de la hoja marcada, con incrementos de la severidad en el tiempo, tanto al cambiar la posición de la hoja en el tallo (Fig. 2), como al aumentar el número de evaluación (Fig. 3).

Sin embargo, en las dos cepas estudiadas (planta y soca) la severidad disminuyó con el aumento de la edad de la plantación (Fig. 4). Esta situación puede estar relacionada con la etapa de desarrollo de las plantas donde los cultivares desarrollan mayor susceptibilidad a la enfermedad.

DISCUSIÓN

El comportamiento diferenciado de los cultivares ante la roya parda en este estudio pudo estar relacionado con la susceptibilidad de estos al hongo. Al respecto, Montalván *et al.* (11) categorizaron a 'C86-56' como altamente resistente a la enfermedad, 'C1051-73' y 'C86-12' resistentes y 'C323-68' susceptible, luego de cuantificar el número de pústulas presentes en la posición + 3 de la hoja. Esta condición fue ratificada por González (12), el cual, además, informó que 'CP52-43' y 'C90-469' tienen reacción intermedia a *P. melanocephala*.

Tabla 3. Severidad promedio de la roya parda en las hojas marcadas de todos los cultivares de caña de azúcar en la UEB INICA Mayabeque, Cuba en el período del 2018 al 2021. / Average severity of brown rust on marked leaves of all the sugarcane cultivars in UEB INICA Mayabeque, Cuba, in the period from 2018 to 2021. (Medianas con letras desiguales en la misma columna difieren significativamente según Prueba de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$)). / Medians with different letters in the same column differ significantly according to the Kruskal-Wallis Test ($p \leq 0,05$)).

Número de evaluación	Caña planta			Caña soca		
	Tres meses	Nueve meses	Trece meses	Tres meses	Seis meses	Nueve meses
	Medianas	Medianas	Medianas	Medianas	Medianas	Medianas
1	37,50 a	45,83 a	25,42 a	33,33 a	45,83 a	25,42 a
2	37,50 a	45,83 a	25,83 a	33,33 a	45,83 a	25,83 a
3	37,50 a	45,83 a	45,83 b	33,33 a	50,00 a	45,83 b
4	45,83 ab	50,00 a	45,83 b	50,00 ab	50,00 a	45,83 b
5	54,17 ab	50,00 a	45,83 b	54,17 ab	50,00 a	45,83 b
6	58,33 ab	50,00 a	45,83 b	58,33 b	50,00 a	45,83 b
7	58,33 ab	50,00 a	45,83 b	58,33 b	50,00 a	45,83 b
8	62,50 b	50,00 a	45,83 b	58,33 b	50,00 a	45,83 b
9	62,50 b	50,00 a	45,83 b	58,33 b	50,00 a	45,83 b
10	62,50 b	50,00 a	45,83 b	58,33 b	50,00 a	45,83 b
11	62,50 b	50,00 a	45,83 b	58,33 b	50,00 a	45,83 b
12	62,50 b	50,00 a	45,83 b	58,33 b	50,00 a	45,83 b

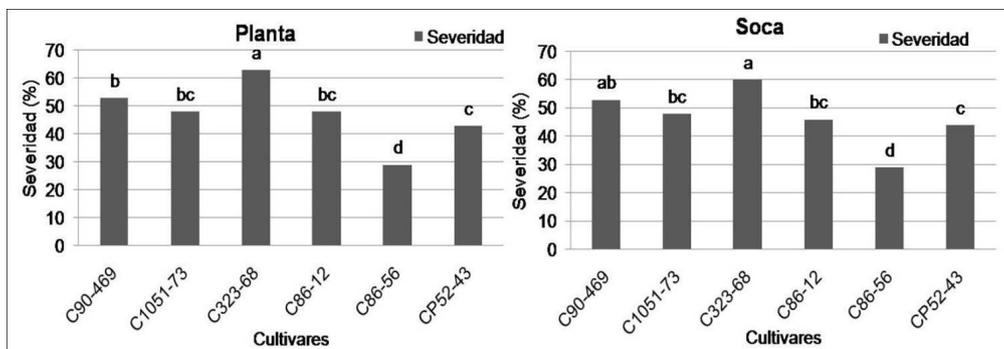


Figura 1. Severidad promedio de la enfermedad roya parda en los cultivares evaluados según la hoja marcada. / Average severity of brown rust disease in the cultivars evaluated according to the marked leaf. (Letras desiguales en la misma columna difieren significativamente según Prueba de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$)). / Different letters in the same column differ significantly according to Kruskal-Wallis Test ($p \leq 0,05$)).

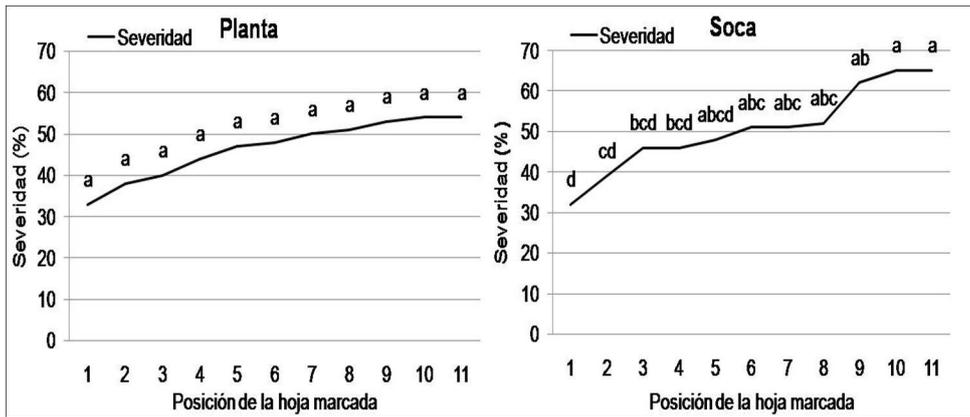


Figura 2. Severidad promedio de la enfermedad roya parda en los cultivares evaluados según la posición de la hoja marcada. / Average severity of brown rust disease in the cultivars evaluated according to the position of the marked leaf. (Letras desiguales en la misma posición difieren significativamente según Prueba de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$)). / Different letters in the same position differ significantly according to Kruskal-Wallis Test ($p \leq 0,05$)).

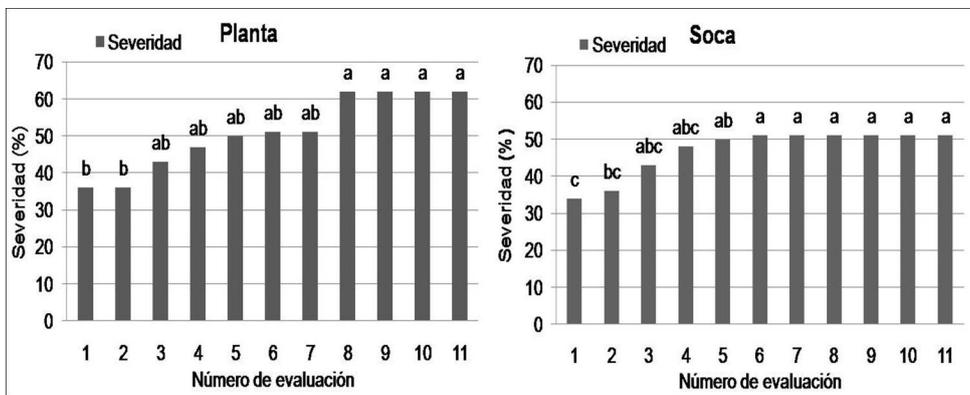


Figura 3. Severidad promedio de la enfermedad roya parda en los cultivares evaluados según el número de evaluaciones en la hoja marcada. / Average severity of brown rust disease in the cultivars evaluated according to number of evaluations in the marked leaf. (Letras desiguales difieren significativamente según Prueba de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$)). / Different letters differ significantly according to Kruskal-Wallis Test ($p \leq 0,05$)).

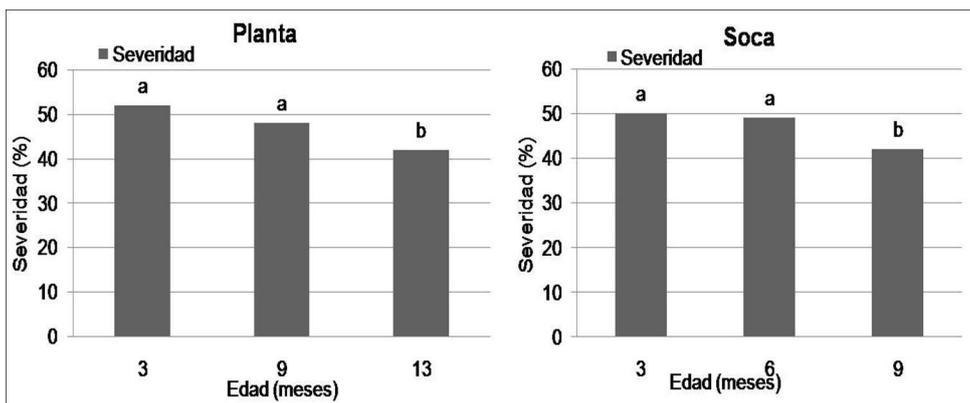


Figura 4. Severidad promedio de la enfermedad roya parda en los cultivares evaluados según la edad de las plantas seleccionadas. / Average severity of brown rust disease in the cultivars evaluated according to the age of the selected plants. (Letras desiguales difieren significativamente según Prueba de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$)). / Different letters differ significantly according to Kruskal-Wallis Test ($p \leq 0,05$)).

Los resultados expuestos son semejantes a los obtenidos por Aday *et al.* (13), donde el cultivar 'C323-68' mostró los valores más altos de superficie foliar afectada por *P. melanocephala* en parcelas plantadas en el período de agosto a diciembre. La

curva de progreso de la roya parda se comportó similar a la superficie foliar afectada, disminuyendo la intensidad de los síntomas en las evaluaciones efectuadas desde abril hasta septiembre. Las variables meteorológicas (temperaturas y humedad relativa)

favorecen la producción de urediniosporas y desarrollo de la infección, fundamentalmente, durante los meses menos lluviosos y con temperaturas frescas (desde diciembre hasta abril); mientras que, la ocurrencia de intensas lluvias tiene un efecto negativo, al lavar las esporas en las hojas.

Estos resultados ratifican lo expuesto por Alfonso *et al.* (14), sobre el comienzo de la infección del hongo en las hojas desde que estas ocupaban la posición 0 en las plantas, según la nomenclatura de Kuijper (8). Con reinfecciones en los 14 días posteriores; así como la edad del cultivo donde se muestran los mayores valores de superficie ocupada por pústulas en las hojas (entre los tres y seis meses). Sin embargo, Chaulagain *et al.* (15), observaron que la infección producida por *P. melanocephala* comenzó en la hoja + 1 en el mes de enero, lo que corresponde a la temporada de invierno, variando este comportamiento en los meses siguientes según la edad del cultivo.

En este mismo sentido, Hamada *et al.* (16), observaron porcentajes de infecciones más altos provocados por *P. melanocephala* con valores elevados de humedad relativa y bajos de temperaturas, los cuales, en Cuba, se producen en la época de frío y el período poco lluvioso del año. En efecto, la enfermedad se manifiesta, principalmente, en cañaverales entre los dos y seis meses de edad, aunque cuando los cultivares son susceptibles es posible observar síntomas durante todo el desarrollo de la planta (17, 18, 19, 20). El agente causal de la roya parda es altamente infeccioso por su capacidad de diseminarse fácilmente, produciendo varias generaciones en un ciclo del cultivo y liberando esporas al medio entre los 10 y 14 días a partir de cada sitio de infección durante el crecimiento del cultivo (21); por lo tanto, los resultados mostrados ratifican lo anteriormente señalado.

Finalmente, Selvakumar y Viswanathan (5) plantearon que, en distintos países, el desarrollo de la roya parda está muy relacionado con el cultivar y los factores ambientales. En los primeros meses de desarrollo del cultivo la severidad se incrementa rápidamente y disminuye con el aumento de la edad del cultivo. Los mayores valores se detectaron entre los cuatro y siete meses de desarrollo de las plantas, aunque la época de plantación condiciona la expresión de los síntomas (22, 23).

CONCLUSIONES

1. La severidad de la enfermedad en las hojas de las plantas aumenta hasta alcanzar valores prácticamente estables en su senescencia.
2. La infección de la enfermedad en las plantas comienza a partir de la posición +1 de la hoja y con el envejecimiento de las hojas aumenta la severidad, pero esta disminuye con el aumento de la edad de la plantación.

REFERENCIAS

1. China A, Zayas E, Bruner S. Inventario de enfermedades de la caña de azúcar en Cuba: tercera etapa. Cuba & Caña. 2019; 22 (3): 8-14.
2. Rodríguez ML, Rodríguez EL, Alfonso I, Fuentes A, Alfonso F, Pérez J, *et al.* Plagas de la caña de azúcar. En: Mesa JM, Noy A, Guillen S, Pérez TA (Eds). Instructivo Técnico para el manejo de la caña de azúcar. 3ra Edición. La Habana, Cuba. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. 2024. 370-405.
3. Magarey R. Field guide diseases of Australian sugarcane. Australia. Sugar Research Australia Limited. 2022. 114 p.
4. Rodríguez GA, Huertas B, Polo SM, González CF, Tauta JL, Rodríguez J, *et al.* Modelo productivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de panela en Cundinamarca Mosquera, Colombia. AGROSAVIA. 2020. 179 p.
5. Selvakumar R, Viswanathan R. Sugarcane rust: changing disease dynamics and its management. Journal of Sugarcane Research. 2019; 2 (9): 97-118.
6. La O M, Perera MF, Bertani PR, Acevedo R, Arias ME, Casas MA, *et al.* An overview of sugarcane brown rust in Cuba. Scientia Agricola. 2018; 75 (3): 233-238.
7. Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Castro N. Clasificación de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas - Instituto de Suelos. 2015. 92 p.
8. Dillewijn CV. Botánica de la caña de azúcar. La Habana, Cuba. Instituto del libro. 1952. 460 pp.
9. Jorge H, Bernal NA, Jorge IM, Mesa JM, González F, González A. Selección. En: Jorge H, Jorge IM, Mesa JM, Bernal NA (Eds). Normas y procedimientos del programa de mejoramiento genético de la caña de azúcar en Cuba. La Habana. MINAZ-INICA. 2011. p 147-200.
10. Townsend GR, Heuberger JV. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Disease Report. 1943; 24: 340-343.
11. Montalván J, Alfonso I, Rodríguez E, Puchades Y, Rodríguez J, Aday O, *et al.* Evaluación de la resistencia a roya parda de la caña de azúcar en Cuba. Centro Agrícola. 2018; 45 (2): 47-54.
12. González RM. Variedades de caña de azúcar cultivadas en Cuba. Cronología, legislación, metodologías y conceptos relacionados. La Habana, Cuba. ICIDCA. 2019. 216 p.
13. Aday OC, Montalván J, Delgado J, Puchades Y, Rodríguez EL. Progreso de las enfermedades roya parda y roya naranja de la caña de azúcar en Cuba. Centro Agrícola. 2021; 48 (3): 60-70.

14. Alfonso I, Cornide MT, Sandoval I, Rodríguez J, Ojeda E, Vallina J. Sistema evaluativo de la resistencia a las principales enfermedades de la caña de azúcar en Cuba. Roya (*Puccinia melanocephala* Sydow. & P. Sydow). Revista Cuba & Caña. 1999-2000: 33-42.
15. Chaulagain B, Small IM, Shine JM, Raid RN, Rott P. Predictive modeling of brown rust of sugarcane based on temperature and relative humidity in Florida. *Phytopathology*. 2021; 111 (8): 1401-1409. DOI: <http://doi.org/10.1094/PHYTO-02-20-0060-R>.
16. Hamada E, Angelotti F, Do Valle RR, Mario A. Prospecting brown rust of sugarcane in São Paulo-Brazil under climate change scenarios. *Agrometeoros, Passo Fundo*. 2022; (30):1-10.
17. Montalván J, Alfonso I, Rodríguez E, Pouza I, Fernández Y, Torres I, Valdés E. Utilización de variables cuantitativas para evaluar la resistencia a la enfermedad roya parda, de la caña de azúcar. *ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar (Cuba)*. 2021; 55 (1): 3-7.
18. Kecha M. Assessment of Sugarcane Brown Rust (*Puccinia melanocephala*) disease intensity in Finchaa Sugar Estate, Horo – Guduru Wollega, Oromia, Ethiopia. *International Journal of Biochemistry, Biophysics & Molecular Biology*. 2020; 5 (2): 39-43.
19. Bertani RP, Funes C, Joya CM, Gutierrez H, Chaves S, Lobo JA, *et al*. Sanidad del cultivo de la caña de azúcar. *Reporte Agroindustrial*. 2021; 230: 9 p.
20. Zhang RY, Shan HL, Yang K, Wang XY, Cang XY, Wang CM, *et al*. Identification of brown rust resistance in the field and detection of the Bru1 gene in sugarcane varieties. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 2021; 21 (2): 1-9.
21. Morales CC, Hamada E, Madariaga HL, Rago AM. Impacto del cambio climático sobre la enfermedad roya marrón de la caña de azúcar de Argentina. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*. 2022; 2 (1): 28-37.
22. Lemos MA, Grade AC, Ruaro L, Faier R, Augusto R, Silveira ES. Reaction of sugarcane genotypes to brown and to orange rust by leaf whorl inoculation. *Ciência Rural*. 2020; 50 (7): 1-4.
23. Kecha M. Assessment of Sugarcane Brown Rust (*Puccinia melanocephala*) Disease Intensity in Finchaa Sugar Estate, Horo – Guduru Wollega, Oromia, Ethiopia. *International Journal of Biochemistry, Biophysics & Molecular Biology*. 2020; 5 (2): 39-43.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener conflicto de intereses

Contribución de los autores: Javier Delgado Padrón: **Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Validación, Visualización, Redacción: revisión y edición.** Maira Ferrer Reyes: **Conceptualización, Curación de datos, Investigación, Redacción: revisión y edición.** Lázaro Pardo Mora: **Investigación, Redacción: revisión y edición.**

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/)