



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Periodo óptimo para la evaluación de la enfermedad roya naranja de la caña de azúcar en Cuba

### Optimal period for the evaluation of sugarcane orange rust disease in Cuba

✉Joaquín Montalván Delgado\*, ✉Osmany Aday Díaz, ✉Eida Rodríguez Lema,  
✉Isabel Alfonso Terry, ✉Yoslen Fernández Gálvez,  
✉Isabel Torres Varela, ✉Ivia Pouza Sierra

*Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), km 2 ½ carretera a la CUJAE, Boyeros 19390, La Habana, Cuba*

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 07/07/2020  
Aceptado: 06/10/2021

#### CONFLICTO DE INTERESES

No existen conflictos de intereses entre los autores

#### CORRESPONDENCIA

Joaquín Montalván Delgado  
jmontalvan@eticacm.azcuba.cu  
montalvan64@nauta.cu



Cu-ID: <https://cu-id.com/2153/cag012222359>

#### RESUMEN

Se muestran los resultados de 12 cultivares de caña de azúcar evaluados frente a la enfermedad roya naranja de la caña de azúcar en la cepa de planta en dos ciclos de plantación (primavera y frío). En una estación de muestreo de 2 cm<sup>2</sup> se evaluó el número de pústulas y el largo de la más frecuente en las hojas +1, +3, +5 y +7 a los tres, cuatro, cinco, seis y siete meses de edad. Se calculó el porcentaje de área ocupada por pústulas mediante el uso de una expresión matemática. Los datos se procesaron a través del paquete estadístico SPSS y se realizaron análisis de varianza y test de Tukey para las fuentes de variación: hojas, fechas de evaluación, cultivares y ciclos. Los resultados arrojaron diferencias para todas las fuentes de variación, arribando a la conclusión que, aunque las afectaciones no son de gran intensidad, existen diferencias en la manifestación de síntomas en los distintos cultivares, así como que los estudios para determinar la presencia de la enfermedad y resistencia de los genotipos deben realizarse con las plantaciones de frío, evaluando además la hoja +3 o +5 cuando el cultivo posea tres y cinco meses de edad.

**Palabras clave:** epidemiología, *Puccinia kuehni*, resistencia

#### ABSTRACT

The results of 12 sugarcane cultivars evaluated against sugarcane orange rust disease on the plant strain in two planting cycles (spring and cold) are shown. The number of pustules and the length of the most frequent pustule on leaves +1, +3, +5 and +7 at three, four, five, six and seven months of age were evaluated in a 2 cm<sup>2</sup> sampling station. The percentage of area occupied by pustules was calculated using a mathematical expression. Data were processed through the SPSS statistical package and analysis of variance and Tukey's test were performed for the sources of variation: leaves, evaluation dates, cultivars and cycles. The results showed differences for all sources of variation, leading to the conclusion that, although the affectations are not of great intensity, there are differences in the manifestation of symptoms in the different cultivars, and that studies to determine the presence of the disease and resistance of the genotypes should be carried out with cold plantings, also evaluating the +3 or +5 leaf when the crop is three and five months old.

**Keywords:** epidemiology, *Puccinia kuehni*, resistance

## INTRODUCCIÓN

Uno de los factores limitantes en el cultivo de la caña de azúcar lo constituye la ocurrencia de enfermedades. Dentro de éstas, la roya naranja de la caña de azúcar, *Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E. J. Butler. Esta enfermedad ha sido considerada como de menor importancia y menos virulenta comparada con otras royas. Sin embargo, en algunos países ha provocado pérdidas en cultivares susceptibles superiores al 40 % (Lima, 2013), con afectaciones en los componentes del rendimiento tales como población de tallos, biomasa de los tallos y contenido de sacarosa (Raid *et al.*, 2011; Rott *et al.*, 2016).

En Australia, en el cultivar 'Q124' causó pérdidas estimadas entre 150 y 210 millones de dólares australianos, al tener establecido ese cultivar en el 45 % del área de producción en Queensland. Fue considerada la epifitias más importante en la historia de la industria azucarera australiana, (Magarey *et al.*, 2011; DGSV-CNRF, 2011).

El uso de cultivares resistentes es el método más usual y eficiente en el manejo de la roya naranja en los lugares donde la caña de azúcar es un cultivo comercial (Rott *et al.*, 2016; Rodríguez y Seiti, 2018). Por ser el genoma de la caña de azúcar muy complejo, la selección para la resistencia a la roya naranja es un proceso largo y complicado (Jackson, 2018; Yang *et al.*, 2018).

En Cuba, la enfermedad se informó en 2008, la cual se extendió rápidamente a lo largo del país y hoy, aunque no ha provocado afectaciones de gran intensidad, se encuentra presente en todas las provincias cañeras (Aday *et al.*, 2018). El presente trabajo se propone como objetivo determinar el periodo óptimo de evaluación de la enfermedad sobre el cultivo, así como los ciclos y porción de la planta a evaluar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se plantó en áreas de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Villa Clara, perteneciente al Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba en el año 2017 para determinar la reacción de los cultivares 'B52107', 'C01-227', 'C87-264', 'C87-51', 'C95-414', 'Co213', 'CP52-43' y 'Q68' frente a la roya naranja de la caña de azúcar. Se incluyeron como controles los cultivares 'C95-414' y 'B7274', susceptibles por sus afectaciones por la enfermedad en el país, conjuntamente con los cultivares 'Q124' y 'CP72-2086' que mostraron susceptibilidad en Australia y Centro América, respectivamente (Ovalle *et al.*, 2010; Aday *et al.*, 2014). Cada cultivar contó con un surco de 6 m de longitud alternado aleatoriamente con los controles. Se utilizó un diseño experimental de bloque al azar con dos réplicas.

Se estudiaron las cepas de caña planta en dos ciclos de plantación, primavera (mayo 2017) y frío (septiembre 2017).

Las evaluaciones se realizaron en una estación de muestreo de 2 cm<sup>2</sup> ubicada en el tercio medio de las hojas +1, +3, +5 y +7, según Van Dillewijn (1952), y dirigida a la presencia de pústulas en 10 tallos tomados al azar en cada parcela, a las edades de 3, 4, 5, 6 y 7 meses.

Se contó el número de pústulas y se midió el largo de la pústula más frecuente lo que permitió determinar el parámetro porcentaje de área ocupada por pústulas, según Montalván (2017).

$$\text{Área ocupada por pústulas(\%)} = \frac{\text{No pústulas} \times L. \text{ Pust} \times 0,38}{2}$$

Donde:

Área ocupada por pústulas (%): Área ocupada por pústulas en 2 cm<sup>2</sup>

No pústulas: No pústulas en 2 cm<sup>2</sup>

L. Pust: Longitud de la pústula más frecuente en 2 cm<sup>2</sup>

0,38: Constante obtenida a partir del ancho promedio de las pústulas

Cada tallo se evaluó teniendo en cuenta el porcentaje de área ocupada por pústulas utilizando la escala propuesta por el mismo autor.

Posteriormente, se determinó el porcentaje de severidad de la enfermedad en cada cultivar mediante la aplicación de la ecuación de Townsend y Heuberger (1943) y la escala de siete grados, según Montalván (2017).

$$\% \text{ de severidad} = \frac{\sum_{v=0}^{v=7} (n \times v)}{i \times N} \times 100$$

Donde:

v: Grado de reacción, según escala de 7 grados (Montalván, 2017)

i: Mayor grado de la escala

n: Número de tallos en cada grado

N: Total de tallos evaluados

Los datos se procesaron estadísticamente con el uso del paquete estadístico SPSS mediante análisis de varianza y prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza aportó diferencias significativas en las fuentes de variación ciclo, cultivares y hojas, para las variables % de afectación y severidad. Sin embargo, en las fechas de evaluación solo mostró diferencias la variable severidad, lo que denota que, aunque en las distintas evaluaciones existiera pocas o ninguna diferencia en los porcentajes de área afectada y de severidad de la enfermedad varió con la edad. Este parámetro entonces podría brindar una mejor información en cuanto a la distribución y daños que podría ocasionar la roya naranja sobre la caña de azúcar (Tabla 1).

Al analizar la variación de las variables y fuentes de variación en cada ciclo de plantación se observaron

resultados similares, es decir se muestran diferencias significativas en todas las fuentes de variación estudiadas (Tabla 2).

Los resultados relacionados con el porcentaje de área ocupada por pústulas (% afect.) y la severidad para los dos ciclos de plantación estudiados se muestran en la figura 1.

Los mayores porcentajes de área ocupada por pústulas y la mayor severidad se mostraron en el ciclo de plantación de frío, lo que denota que la manifestación de la enfermedad en las condiciones de Cuba se produce con más frecuencia en esta etapa. Por tanto, la evaluación de la resistencia o las afectaciones por *P. kuehni* debe ser dirigida hacia las plantaciones que se realizan en la época de frío (septiembre - noviembre).

Según Agrios (2005), la incidencia representa el porcentaje de plantas, hojas o frutos infectados y la severidad es la proporción del área total de tejido de la planta afectado por la enfermedad. Ambos parámetros son de gran importancia para el productor pues miden el patrón de distribución de las enfermedades en el campo.

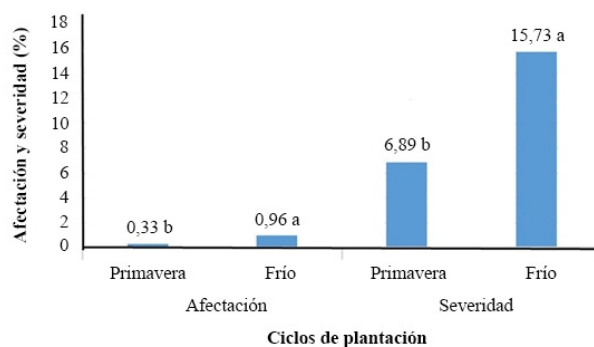


Figura 1. Porcentaje promedio de área con pústulas y severidad en los ciclos de primavera y frío

La resistencia de los cultivares en los ciclos de primavera y frío mostró diferencias en cada una de las variables estudiadas (Tabla 3). Se observa la formación de diferentes grupos para las variables porcentaje de afectación y porcentaje de severidad en ambos ciclos, donde los mayores valores de las medias corresponden al cultivar 'C01-227'.

Tabla 1. Porcentaje de área con pústulas y de severidad de roya naranja entre ciclos, cultivares, hojas y fechas de evaluación

Fuentes de variación	GL	Variables analizadas			
		Área afectada (%)		Severidad (%)	
		CM	Sig	CM	Sig
Ciclo	1	97,5	***	18 777,188	***
Cultivar	11	88,68	***	1 295,74	***
Edad	4	0,63	NS	533,57	***
Hoja	3	31,71	***	6 397,67	***
Error	940	0,35		45,54	
Total	960				
Sx		0,42		4,78	

NS: No diferencia significativa; \*\*\* significación  $p \leq 0,0001$ ; GL: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; Sig: Significación; Sx: Error típico

Tabla 2. Porcentaje de afectación y de severidad de roya naranja en las fuentes de variación analizadas para cada ciclo de plantación

Fuentes de variación	GL	Ciclos de plantación							
		Ciclo de primavera				Ciclo de frío			
		Afectación (%)		Severidad (%)		Afectación (%)		Severidad (%)	
		CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig
Cultivares	11	3,24	***	990,26	***	6,31	***	480,88	***
Edad	4	4,31	***	1 494,66	***	4,48	***	494,85	***
Hoja	3	2,50	***	979,29	***	41,99	***	6 918,33	***
Error	461	0,20		34,83		0,33		31,44	
Total	480								
Sx		0,32		4,18		0,41		3,98	

\*\*\* significación  $p \leq 0,0001$ ; GL: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; Sig: Significación; Sx: Error típico

**Tabla 3.** Valores de las variables analizadas en los diferentes cultivares en ambos ciclos de plantación

Cultivares	Ciclo de primavera				Ciclo de frío			
	Área afectada (%)		Severidad (%)		Área afectada (%)		Severidad (%)	
	Media	Sig	Media	Sig	Media	Sig	Media	Sig
'B52107'	0,66	ab	12,54	ab	1,24	abcd	17,57	abc
'B7274'	0,03	d	1,71	e	0,37	h	10,14	f
'C01-227'	0,85	a	13,43	a	1,65	a	21,57	a
'C87-264'	0,29	cd	7,70	cd	1,35	abc	18,29	abc
'C87-51'	0,00	d	0,00	e	0,86	defg	15,50	cd
'C95-414'	0,58	abc	11,14	abcd	1,40	ab	20,21	ab
'Co213'	0,52	abc	11,57	abc	1,05	bcde	16,21	bcd
'CP52-43'	0,00	d	0,00	e	0,50	gh	11,11	ef
'CP72-2086'	0,03	d	1,29	e	0,53	fgh	12,14	def
'Ja64-11'	0,30	cd	7,43	cd	0,95	cdef	16,21	bcd
'Q124'	0,26	cd	7,11	d	0,68	efgh	14,29	cde
'Q68'	0,42	bc	8,79	bcd	0,99	bcde	15,57	cd
Sx	0,07		0,93		0,09		0,89	

Letras desiguales en una misma columna difieren para  $p \leq 0,001$  (Test de Tukey)

Para el porcentaje de afectación el valor fue de 0,85 y 1,65 % para los ciclos de primavera y frío respectivamente y para el porcentaje de la severidad para estas plantaciones fue, en este cultivar de 13,3 y 21,57 %, sin diferencias con el cultivar 'C95-414'.

Puede apreciarse, además, que el área ocupada por pústulas (porcentaje de afectación) no sobrepasaron el 2 %, y el porcentaje de la severidad fue inferior al 22 %. Los cultivares 'C87-51' y 'CP52-43' no presentaron afectaciones en el ciclo de primavera. Sin embargo, todos los cultivares en estudio presentaron afectaciones en el ciclo de frío. Estos resultados indican que, aunque existe un grupo de cultivares afectados en la localidad de estudio, considerada como una de las más afectadas en el país, los daños fueron mínimos, si tenemos en cuenta que en los cultivares 'Q124' y 'CP72-2086', sobre los cuales la enfermedad causó severas pérdidas en Australia y Centro América (Ovalle *et al.*, 2010; Aday *et al.*, 2014; 2020), en la mayor de Las Antillas las afectaciones no han sido de gran intensidad.

Para que se produzca alguna enfermedad en las plantas, deben estar en contacto, e interactuar, por lo menos dos componentes, la planta hospedante y el agente patógeno. Sin embargo, si durante el momento en que entran en contacto la planta hospedante y el agente patógeno y por algún tiempo después las condiciones ambientales existentes no son favorables para el desarrollo del mismo, es posible que este no pueda atacar a su hospedante o que el hospedante sea resistente a dicho ataque, por lo que, aun cuando ambos componentes estén en contacto, no se produce enfermedad alguna en la planta hospedante. Por lo tanto, debe estar presente también un tercer componente, un conjunto de

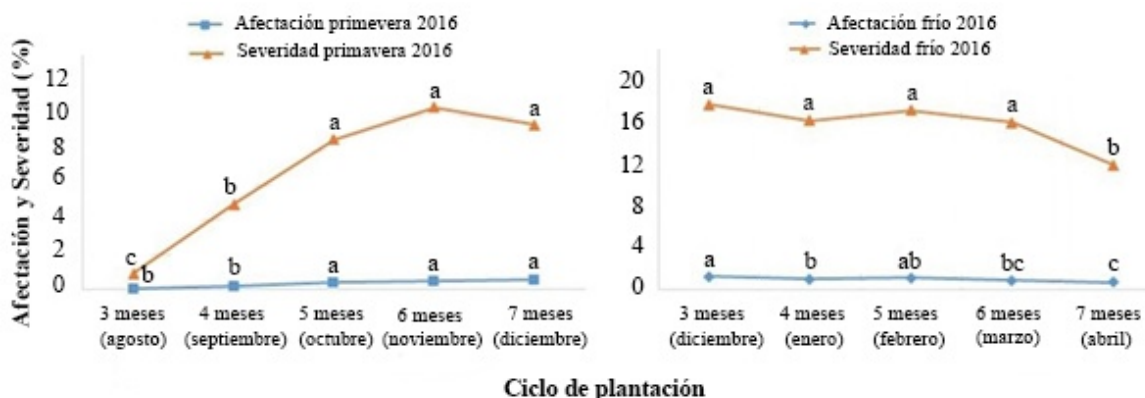
condiciones ambientales dentro de límites favorables, para que se desarrollen las enfermedades en las plantas (Agrios, 2005).

Hasta la fecha del presente trabajo, teniendo en cuenta las afectaciones que se han presentado en Cuba, la fuente de inóculo no es alta, debido quizás a que en este país desde los años 70 se trabaja en la búsqueda de resistencia a las principales enfermedades que atacan al cultivo de la caña de azúcar, entre las que figura la roya parda y pudiese ser que también se alcanzara resistencia a la roya naranja. Por otra parte, parece ser que en Cuba aún no han coincidido todos los factores para que se produzca una epifitía de la enfermedad objeto de estudio.

Al analizar las edades de evaluación con relación a las variables estudiadas en ambos ciclos (Figura 2), se observó que los mayores valores correspondieron a los meses de noviembre y diciembre para la cepa de primavera (seis y siete meses de edad) y para la cepa de frío correspondieron al periodo comprendido entre los meses de diciembre a marzo (tres y seis meses de edad).

Se observó, además, un incremento en ambos parámetros en el ciclo de frío, donde a partir de los tres meses se apreció un alza en el porcentaje de severidad que, aunque no se aprecian cifras alarmantes se mantiene estable hasta los 6 meses de edad con una disminución a la edad de siete meses. En el caso particular del ciclo de primavera, este parámetro comienza a incrementarse a partir de la primera evaluación (tres meses) alcanzando su mayor valor a partir del quinto mes de vida con una disminución similar al del otro ciclo a los siete meses de edad.

La severidad de la epifitía de la roya naranja se incrementa de forma exponencial con el tiempo, por tal



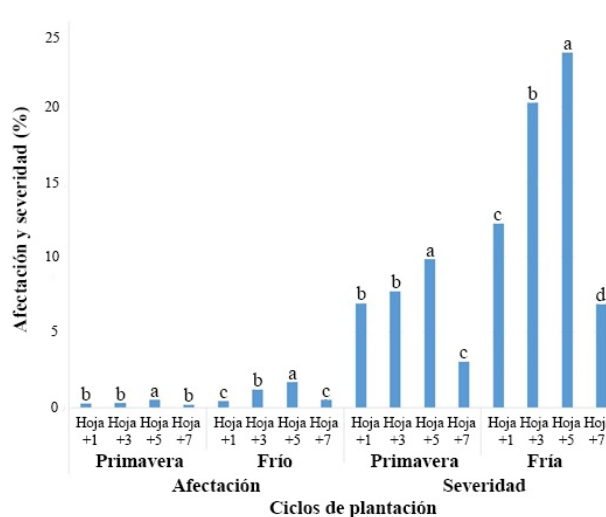
**Figura 2.** Porcentaje de afectación y de severidad en ambos ciclos de plantación en el periodo comprendido entre los tres y los siete meses de edad del cultivo (promedio de todos los cultivares). Letras desiguales en una misma curva difieren para  $p \leq 0,001$  (Test de Tukey)

motivo, aparece cuando las condiciones ambientales son favorables. Otros factores que determinan la severidad de la enfermedad son: el genotipo del hospedante y la edad de la planta. En dependencia del genotipo del hospedante la gama de síntomas puede ser de abundantes y bien esporulados, hasta la presencia de puntos necróticos o una ligera clorosis. Por otra parte, las plantas jóvenes de 2-6 meses de edad son más susceptibles a las royas que las plantas maduras, y disminuye la severidad en dependencia de la edad (SINAVEF, 2013).

Chaulagain *et al.* (2020) estudiaron en La Florida durante 5 años el progreso de la enfermedad roya naranja y plantearon que la misma comienza a incrementarse a partir del mes de marzo alcanzando su pico desde finales de abril hasta los meses de verano (junio - julio) y disminuye con posterioridad. Estos resultados no se corresponden con los obtenidos en este trabajo y otros obtenidos por autores como Aday *et al.* (2014), debido quizás a las condiciones ambientales imperantes en Cuba.

En el archipiélago cubano las mayores afectaciones suelen observarse en los meses de diciembre - marzo, lo que coincide con el periodo más fresco del año. Aday *et al.* (2014) arribó a similares resultados al plantear que la infección por roya naranja se producía a partir de noviembre con la mayor manifestación de enero a febrero.

Los resultados relacionados con el área ocupada por pústulas (porcentaje de afectación) y el porcentaje de la severidad en cada ciclo de plantación y hoja evaluada reflejan que la enfermedad mostró las mayores afectaciones en la hoja +5 (Figura 3). Esta hoja, aunque va camino a la senescencia, manifestó afectaciones que difieren del resto de las hojas. Los síntomas se incrementaron paulatinamente según la hoja envejecía, alcanzando su pico en la hoja +5 con un decrecimiento en la hoja +7. Por lo que las evaluaciones de la enfermedad deben realizarse sobre la hoja +5 en lugar de la +3 como ocurre en la mayoría de las enfermedades foliares que atacan al cultivo de la caña y



**Figura 3.** Manifestación del porcentaje de afectación y severidad en las hojas para los ciclos de plantación frío y primavera

como se expresa en las Normas y Procedimientos para el Programa de Fitomejoramiento de la Caña de Azúcar en Cuba (INICA, 2011).

Estos resultados coinciden con otros autores como Aday *et al.* (2014), quienes encontraron que el porcentaje de la severidad de la enfermedad y la infección se incrementó significativamente en la hoja +5 y no encontraron diferencias entre esta y la hoja +3.

Diferentes autores han utilizado indistintamente las hojas +7 y +3 para evaluar la roya naranja (Ovalle *et al.*, 2010). En Cuba, para la evaluación de la roya parda y otras enfermedades foliares se utiliza la hoja +3 (INICA, 2011; Montalván, 2017), la cual podría ser utilizada también para la evaluación de la roya naranja sobre caña de azúcar, aunque la hoja +5 muestra los mejores resultados debido a que ésta se encuentra un mayor periodo de tiempo expuesta al agente patógeno, ocurriendo sobre la misma una mayor reinfección. Por otra parte, Aday *et al.* (2017) plantean que

en las hojas desde la +3 a la +7 se encontraron los valores intermedios de área foliar afectada por *P. kuehni* siendo significativamente mayor en el tercio superior de las hojas y menor en la parte basal.

## CONCLUSIONES

Los mayores porcentajes de afectación y de severidad por la enfermedad roya naranja ocurren en las plantaciones de frío, siendo los cultivares 'C01-227' y 'C95-414' los más afectados, aunque se consideran bajos al no sobrepasar el 22 %. Las evaluaciones deben realizarse a la edad de tres y cinco meses, utilizando una estación de muestreo de 2 cm<sup>2</sup> en la hoja +5 y en plantaciones correspondientes a este ciclo de plantación.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

**Joaquín Montalván Delgado:** Búsqueda bibliográfica, confección de base de datos acorde al paquete estadístico SPSS, procesamiento de los datos, análisis de los resultados, redacción del artículo y revisión final.

**Osmany Aday Díaz:** Diseño, montaje y evaluación del experimento, así como la captura de la información en el tabulador electrónico EXCEL.

**Eida Rodríguez Lema:** Análisis de los resultados y revisión final del artículo.

**Isabel Alfonso Terry:** Análisis de los resultados y revisión final del artículo.

**Yoslen Fernández Gálvez:** Análisis de los resultados y revisión final del artículo.

**Isabel Torres Varela:** Análisis de los resultados y revisión final del artículo.

**Ivia Pouza Sierra:** Procesamiento de los datos, análisis de los resultados, redacción del artículo.

## BIBLIOGRAFÍA

ADAY, O., ALFONSO, I., GONZÁLEZ, R., *et al.* 2014. Severidad de la roya naranja en cultivares de caña de azúcar infectados en la provincia de Villa Clara. *Fitosanidad*, 18 (3): 143-150.

ADAY, O., MONTALVÁN, J., DELGADO, J., *et al.* 2020. Orange rust disease progress in different plantation cycles of sugarcane in Cuba. *Sugar Tech*, 22 (6): 1057-1062.

ADAY, O., RODRÍGUEZ, E., MONTALVÁN, J., *et al.* 2018. Estado de dispersión e incidencia de la roya naranja de la caña de azúcar en Cuba. *Centro Agrícola*, 45 (2): 61-68.

ADAY, O., ALFONSO, I., RODRÍGUEZ, E., *et al.* 2017. Caracterización de los síntomas de la roya naranja (*Puccinia kuehni* (W. Kruger) E. J. Butler) en cuatro cultivares de caña de azúcar en Cuba. *Centro Agrícola*, 44 (2): 61-67.

AGRIOS, G. N. 2005. *Fitopatología*. Editorial Limusa, S. A. de C. V., Distrito Federal de México, México, 947 p.

CHAULAGAIN, B., SMALL, I. M., SHINE, J. M., *et al.* 2020. Weather-based predictive modeling of orange rust of sugarcane in Florida. *Phytopathology*, 110 (3): 626-632.

DILLEWIJN, C. 1952. *Botánica de la Caña de Azúcar*. Edición Revolucionaria, La Habana, Cuba, 460 p.

DGSV-CNRF (DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL-CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA). 2011. *Roya anaranjada de la caña de azúcar (Puccinia kuehni Kruger)*. SAGARPA-SENASICA, Distrito Federal de México, México, 5 p.

INICA (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZUCAR). 2011. *Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba*. PUBLINICA, La Habana, Cuba, 346 p.

JACKSON, P. 2018. Advances in Conventional Sugarcane Breeding Programmes. *In: Rott, P. (Ed.). Achieving Sustainable Cultivation of Sugarcane*. Burleigh Dodds Publishing Limited, Cambridge, United Kingdom, pp. 33-56.

LIMA, L. L. 2013. Aspectos epidemiológicos da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar (*Puccinia kuehni*). Tesis para optar al título de Doctor en Agronomía (Producción Vegetal). Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Estadual Paulista-UNESP, Câmpus de Jaboticabal, Brazil, 65 p.

MAGAREY, R. C., ROYAL A., WILIAMS, D. J., *et al.* 2011. A brief history of disease epidemics in Queensland and of some economic outcomes. *Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technology*, 33: 1-12.

MONTALVÁN, J. 2017. Adecuaciones al sistema evaluativo de la roya parda (*Puccinia melanocephala* Sydow and P. Sydow) en pruebas de resistencia de cultivares de caña de azúcar en Cuba. Tesis para optar por el título de Doctor

- en Ciencias Agrícolas. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, 148 p.
- OVALLE, W., OROZCO, H., FONG, E., *et al.* 2010. The effect of orange rust (*Puccinia kuehni*) on sugar yield in six sugarcane varieties in Guatemala. International Society of Sugar Cane Technologists: Proceedings of the XXVII Congress, 7-11 March, Veracruz, Mexico.
- RAID, R. N., COMSTOCK, J. C. and GLYNN N. 2011. Yield loss incited by orange rust (*Puccinia kuehni*) on a highly susceptible sugarcane cultivar in Florida. *Journal of the American Society of Sugar Cane Technologists*, 31: 66-67.
- RODRÍGUEZ, L. N. and SEITI, A. 2018. Development of a single uredinium inoculation method for *Puccinia kuehni*, the causal agent of sugarcane orange rust. *Summa Phytopathologica*, 44 (4): 311-316.
- ROTT, P. C., KAYE, C., NARANJO, M., *et al.* 2016. Controlling sugarcane diseases in Florida: A challenge in constant evolution. *Proceedings of the International Society of Sugarcane Technologists*, 29: 595-600.
- SINAVEF. 2013. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Disponible en: <https://portal.sinavef.gob.mx>. Consultado 25/06/2013.
- TOWNSEND, G. R. and HEUBERGER, J. W. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicides experiments. *Plant Disease Reporter*, 27: 340-343.
- YANG, X., KANDEL, R., SONG, J., *et al.* 2018. Sugarcane genome, sequencing and genetic mapping. *In: Rott, P. (Ed.). Achieving Sustainable Cultivation of Sugarcane.* Burleigh Dodds Publishing Limited, Cambridge, United Kingdom, pp. 1-32.



Artículo de libre acceso bajo los términos de una Licencia Creative Commons AtribuciónNoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.