

**EVALUACIÓN DE LAS ENFERMEDADES ROYA PARDA Y CARBÓN EN LOS  
PRINCIPALES CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN CAMAGÜEY**  
EVALUATION OF BROWN RUST AND SMUT DISEASES IN THE MAIN VARIETIES OF  
SUGAR CANE IN CAMAGÜEY.

Joaquín Montalván Delgado, Ivía Dalmis Pouza Sierra, Isabel Cristina Torres Varela, Yoslén Fernández Gálvez y Félix Rivero Pompa

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (UEB INICA Camagüey). Cuba.

Email: [jmontalvan@eticacm.azcuba.cu](mailto:jmontalvan@eticacm.azcuba.cu)

### **Resumen**

Con el objetivo de evaluar la respuesta frente a las enfermedades roya parda y carbón, en el periodo 2021- 2023, se evaluaron 12 cultivares comerciales de Caña de Azúcar en Camagüey, Cuba. Los cultivares se inocularon artificialmente por inmersión en una suspensión de  $5 \times 10^6$  teliosporas de carbón  $\text{ml}^{-1}$  de agua y para la roya se utilizó un fondo de infección aportado por el cultivar B4362. Se utilizaron patrones de reacción conocida y estable frente a estas patologías, considerados como controles. Las variables analizadas para Roya Parda fueron: número de lesiones por  $\text{cm}^2$ , largo promedio y mayor de las mismas, así como el porcentaje de severidad. Para Carbón: cantidad de tallos afectados y porcentajes de afectación y severidad. Las evaluaciones se realizaron a los tres y cinco meses de edad en el ciclo de planta para el caso de la Roya, y para el Carbón, en planta y primer retoño, a partir de los dos meses de edad y de manera mensual. Con los porcentajes de afectación de los patrones se ajustó una línea de regresión para deslindar el efecto ambiental y obtener la reacción de los cultivares al presumir condiciones óptimas para el desarrollo de ambas enfermedades. Se realizaron análisis de varianza y conglomerados para definir la diferencia entre cultivares y su reacción ante las enfermedades. El mayor por ciento de los cultivares presentó aceptable respuesta ante las enfermedades estudiadas. La C86-156 manifestó afectaciones en ambas enfermedades, mientras que C87-51 y C1051-73 mostraron susceptibilidad frente al carbón.

**Palabras clave:** *Puccinia melanocephala*, Resistencia, Selección, *Sporisorium scitamineum*

### **Abstract**

To evaluate the response to brown rust and smut diseases, 12 commercial sugarcane cultivars were evaluated in Camagüey, Cuba, during the 2021-2023 period. The cultivars were artificially inoculated by immersion in a suspension of  $5 \times 10^6$  smut teliospores  $\text{ml}^{-1}$  of water, and for rust, an infection background provided by cultivar B4362 was used. Patterns of known and stable reaction to these pathologies were used, considered as controls. The variables analyzed for brown rust were: number of lesions per  $\text{cm}^2$ , average and longest length of lesions, as well as the percentage of severity. For smut: number of affected stems and percentages of affectation and severity. Evaluations were carried out at three and five months of age in the plant cycle for rust, and for smut, on the plant and first ratoon, starting at two months of age and monthly. A regression line was adjusted with the rates of involvement of the standards in order to delineate

the environmental effect and obtain the reaction of the cultivars assuming optimal conditions for the development of both diseases. Analysis of variance and cluster analysis were performed to define the differences between cultivars and their response to the diseases. The majority of cultivars showed acceptable responses to the diseases studied. C86-156 showed damage to both diseases, while C87-51 and C1051-73 showed susceptibility to smut.

**Keywords:** *Puccinia melanocephala*, Resistance, Selection, *Sporisorium scitamineum*

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades constituyen uno de los principales factores negativos para la producción azucarera mundial. Considerable ha sido el número de organismos patógenos que afectan a la caña de azúcar, entre los que figuran hongos, bacterias, virus, fitoplasmas, plantas parásitas, daños indeterminados, entre otras causas. (Chinea *et al.*, 2014; Muhammad *et al.*, 2020; IJCRT, 2024). En Cuba existen 61 enfermedades (Chinea *et al.*, 2019).

El conocimiento de la situación fitosanitaria de la caña y la valoración eficiente del funcionamiento de las medidas de control aplicadas a escala nacional son de vital importancia para prevenir o reducir las pérdidas que se producen por estas causas. En Cuba se ha adoptado una nueva estrategia productiva en el cultivo de la caña, fundamentada en el incremento de los rendimientos agrícolas y de azúcar. Para alcanzar tales resultados se hace necesario garantizar un adecuado manejo fitosanitario de las plantaciones cañeras y áreas de semilla, así como la eficiente producción y recomendación de medios biológicos con el aumento de la eficiencia técnico-económica. Con este fin se elaboró un Sistema de Vigilancia y Control Fitosanitario, el cual aporta los fundamentos metodológicos para determinar la presencia y magnitud de las plagas, proporciona recomendaciones para disminuir las pérdidas y facilita los elementos básicos del Manejo Integrado como vía de prevención de la contaminación ambiental, entre otros (Rodríguez *et al.*, 2005, Balmaceda y Romero, 2012; Pérez *et al.*, 2017).

El presente trabajo se propuso como objetivo evaluar los principales cultivares comerciales de caña de azúcar de Cuba frente a las enfermedades roya parda y carbón.

## Materiales y métodos

Los experimentos se realizaron en áreas de la UEB INICA Camagüey, situada en el municipio Florida, en las coordenadas geográficas 21° 31' de Latitud Norte y los 78° 04' de Longitud Oeste a 57,08 msnm en el periodo comprendido entre los años 2021 y 2023 en un suelo Pardo con Carbonatos Típicos, utilizando para ello un diseño experimental de bloques al azar con tres réplicas.

Se estudió la respuesta frente a las enfermedades roya parda y carbón de la caña de azúcar de 12 cultivares comerciales, los cuales ocupaban más del 60 % del área cañera nacional. (C86-12, C90-469, CP52-43, C86-156, C1051-73, B80250, C87-51, Co997, C93-540, C120-78, C89-147 y C137-81).

Se utilizaron patrones de reacción conocida para cada una de las enfermedades en estudio según los propuestos por Montalvan (2017) para roya parda [PR980 (AR), Ja64-11 (R), SP70-1284 (MR), C334-64 y C88-380 (MS), My5514 y C323-68 (S), Ja60-5 (AS), B4362 (MAS)] y para carbón los propuestos por el INICA (2011). [My5514 (MAR), Ja64-19 (AR), C266-70 (R), B77683 (INT), CP52-43 (MS), Co213 (AS), B42231 (MAS)].

Para la enfermedad roya parda se utilizó como fuente de inóculo un fondo provocativo aportado por el cultivar altamente susceptible B4362, el cual se ubicó de manera intercalada cada dos cultivares en estudio y se rodeó el estudio con el mismo cultivar. Las parcelas contaron con un surco de 7,5 metros de largo y 12 plantones por surco. Se evaluaron los 10 plantones centrales de cada surco.

Las evaluaciones se realizaron en la cepa de caña planta, en 10 tallos por cultivar a las edades de tres y cinco meses. Se utilizó una estación de muestreo de 2 cm<sup>2</sup> en el tercio medio de la hoja +3 de cada tallo y se tomaron las variables número de lesiones, largo de la lesión más frecuente y de la mayor. Con los datos obtenidos se determinó el parámetro por ciento de área ocupada por pústulas en cada estación de muestreo por el método propuesto por Montalván (2017).

$$\text{Pústulas/cm}^2 (\%) = (\text{CPUT} * \text{LPUT} * 0,38) / 2$$

**Donde:**

$$\text{Pústulas/cm}^2 (\%) = \text{Área ocupada por las pústulas en cada cm}^2 \text{ o número de pústulas de } 1 \text{ mm}^2 / \text{cm}^2$$

LPUT = Longitud media de la pústula más frecuente en mm

CPUT = Número medio de pústulas en 2 cm<sup>2</sup>

0,38 = Ancho promedio de las pústulas en mm.

En lo referente al carbón de la caña de azúcar se utilizaron 120 trozos de tres yemas por cultivar los cuales se inocularon por inmersión en una solución de 5 x 10<sup>6</sup> teliosporas de carbón ml<sup>-1</sup> de agua con posterior incubación para lograr la uniformidad en la germinación de las esporas. (INICA, 2011, Muhammad *et al*, 2019)

Transcurridas 24 horas se plantó a trozos dobles a razón de 20 plantones por parcela. Las parcelas contaron con dos surcos de 7,5 metros de largo a razón de 10 plantones por surcos.

Las evaluaciones se realizaron plantón a plantón, de manera mensual, a partir de los dos meses de plantada y cosechada en las cepas de caña planta y primer retoño hasta los siete meses de edad del cultivo.

Las variables analizadas fueron tallos totales y enfermos por plantón. Con estas variables se determinó el porcentaje de afectación de cada plantón y se le asignó el grado correspondiente según la escala internacional de Hutchinson (Citado en INICA, 2011).

En ambas enfermedades se determinó el porcentaje de severidad utilizando para ello la ecuación de Townsend y Heuberger (1943).

$$\% \text{ de severidad} = \left\{ \sum_{v=0}^{v=7} (n*v) / (i*N) \right\} * 100$$

Donde:

v: Grado de reacción según escala de Montalván (2017) para roya o la de Hutchinson (Citado en INICA, 2011) para carbón.

i: Mayor grado de la escala (7 para roya y 9 para carbón).

n: Número de plantas en cada grado.

N: Total de plantas evaluadas (10 en el caso de roya y 20 en carbón).

Con el porcentaje de área ocupada por pústulas obtenido por los patrones y los grados de reacción de los patrones, según la escala propuesta, se ajustó una ecuación de regresión lineal para roya. De igual manera con el porcentaje de tallos afectados en los patrones y los grados de

reacción de los mismos según la escala propuesta se ajustó una ecuación de regresión lineal para carbón. En ambas enfermedades este procedimiento se realizó con la finalidad de deslindar la influencia del ambiente en la respuesta de los cultivares. Se utilizó para ello el método de los mínimos cuadrados. (Spiegel, 1977)

El procesamiento estadístico para ambas enfermedades se realizó mediante el uso de los programas estadísticos SPSS V21 para windows y STATGRAFICS Plus 50, se realizó análisis de varianza, test de Tukey y análisis de conglomerado para detectar las diferencias existentes entre cultivares y establecer los grupos de resistencia acorde a su nivel de afectación en ambas enfermedades.

## Resultados y Discusión

En la Figura 1 se muestran los porcentajes de afectación y de severidad para las cepas estudiadas. En ambos casos se nota un incremento de ambos parámetros en la cepa de retoño, lo que coincide con lo planteado por Wada (2018) quien expresó que existe un comportamiento diferenciado de las cepas frente a la enfermedad carbón de la caña de azúcar. Estas afectaciones son mayores en la medida que se incrementan los retoños, alcanzando grandes magnitudes, pudiendo incluso acortar el periodo de vida útil de algunos cultivares. Fundamentalmente en aquellos que presentan cierta sensibilidad al patógeno, pudiendo resultar en una gran afectación con la consiguiente pérdida total del rendimiento.

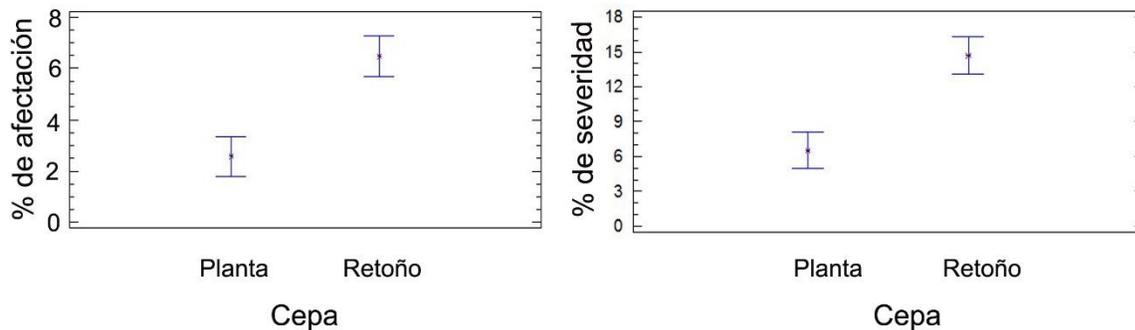


Figura.1 Análisis comparativo para las variables porcentaje de afectación y de severidad para las cepas estudiadas

Tomando en consideración estos apuntes y los resultados alcanzados en este estudio, que confirman lo planteado, enmarcaremos el análisis en la cepa de retoño al ser ésta la que manifiesta las mayores afectaciones.

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos por los parámetros % de afectación\*\* y % de severidad en los cultivares en estudio para ambas enfermedades. Al analizar los parámetros % de área ocupada por pústulas por cm<sup>2</sup> y el porcentaje de severidad en el caso particular de la roya parda, se aprecia claramente que estos se incrementan de manera significativa desde cultivares con nulas afectaciones, como se refleja en C1051-73, C89-147 y PR980, hasta afectaciones de 15,16 % de área ocupada por pústulas y 79,76 % de severidad en la variedad

B4362, lo que coincide con los obtenidos por Montalván *et al.* (2019) quienes encontraron similares valores en estos parámetros en el mismo cultivar, esto refleja su estabilidad en la manifestación y distribución de los síntomas, además, encontraron una respuesta diferencial de los cultivares frente a la enfermedad.

Tabla 1. Expresión de las afectaciones provocadas por las enfermedades roya parda (*Puccinia melanocephala*) y carbón de la caña de azúcar (*Sporisorium scitamineum*) en los principales cultivares comerciales en Cuba

Cultivar	Roya Parda de la Caña de Azúcar				Carbón de la Caña de Azúcar			
	% de área ocupada por pústula/cm <sup>2</sup> **		% de severidad		% de afectación		% de severidad	
	Media	Sign	Media	Sign	Media	Sign	Media	Sign
C1051-73	0	a	0	a	16,48	cd	38,6	c
C89-147	0	a	0	a	3,90	a	6,67	ab
CP52-43	0,02	a	0,95	a	7,05	ab	19,44	abc
Co997	0,03	a	1,67	a	6,31	ab	20,18	bc
C87-51	0,05	ab	2,14	a	16,23	cd	38,15	c
B80250	0,1	ab	3,09	abc	6,14	ab	14,44	ab
C137-81	0,12	ab	2,62	ab	2,89	a	10,74	ab
C120-78	0,48	abc	10,95	cd	6,87	ab	21,85	bc
C86-12	0,66	abc	14,76	de	7,41	abc	15,55	ab
C90-469	0,7	abc	14,76	de	0	a	0	a
C93-540	1,04	abcd	15,00	de	0	a	0	a
C86-156	1,94	cde	22,38	ef	13,68	bcd	35,74	c
Controles								
PR980	0	a	0	a				
Ja64-11	0,01	a	0,24	a				
SP70-1284	0,61	abc	10,24	bcd				
C334-64	1,49	abcd	19,52	e				
C88-380	1,75	bcde	22,38	ef				
C323-68	2,51	de	28,33	fg				
Ja60-5	3,37	e	33,33	g				
My5514	6,01	f	47,86	h	0,72	a	2,778	ab
B4362	15,16	g	79,76	i				
Ja64-19					0,75	a	2,78	ab
C266-70					1,71	a	6,11	ab
B77683					5,33	ab	12,59	ab
CP52-43					7,05	ab	19,44	abc
Co213					16,74	d	39,07	c
B42231					32,58	e	60	D
Sx	0,61		2,83		3,14		6,90	

\*\* % de afectación (expresado en % de área ocupada por pústula Letras diferentes en similar columna difieren estadísticamente ( $p \leq 0,01$ ) según prueba de Tuckey

Estos resultados coinciden con lo planteado por Montalván *et al.* (2019) quienes argumentaron que con el uso de la severidad se aprecia una mejor identificación de la reacción de los cultivares. El porcentaje de área ocupada por pústula presenta poca variabilidad, lo que dificulta la diferenciación de los cultivares, fundamentalmente en aquellas de reacción intermedia.

El cultivar comercial que mostró las mayores afectaciones fue C86-156 con más del 20 % de severidad, lo que nos expresa la distribución del patógeno en las áreas ocupadas por este genotipo.

En las evaluaciones de Carbón se puede apreciar que las afectaciones oscilaron desde ausentes como las reflejadas en los cultivares C90-469 y C93-540, demostrando su alto nivel de resistencia, hasta las superiores al 30 % de severidad, reflejado en algunos cultivares como C86-156, C87-51 y C1051-73. Estos cultivares deben ser limitados en su extensión, ubicados en zonas de baja prevalencia de la enfermedad y un entorno fitosanitario compuesto por cultivares resistentes tal y como se recomienda por el INICA (2011).

Los patrones de reacción conocida manifestaron su comportamiento habitual, My5514 y Ja64-19 con las menores afectaciones, B77683 y CP52-43 con afectaciones medias y Co213 y B42231 con las mayores afectaciones.

Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de monitorear el desarrollo de la enfermedad durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo, haciendo énfasis en la cepa de retoño. En retoño se expresa la mayor susceptibilidad y por ende mayor presencia de los síntomas. Es de suma importancia entonces mantener la selección de cultivares resistentes al carbón de una manera continua (Tegene *et al.*, 2021).

El porcentaje de severidad nos expresa una mejor visualización de las afectaciones en los cultivares comerciales. La severidad permite estimar correctamente el nivel de daño de las enfermedades en ellos cultivos (Julca *et al.*, 2019)

Los porcentajes de área ocupada por pústulas y los grados de reacción conocida ante la Roya Parda en los patrones, así como los porcentajes de afectación y los grados de reacción conocida en los patrones de carbón. permitieron ajustar una línea de regresión que nos permite deslindar la influencia que hubiese tenido el ambiente en la reacción de los cultivares. (Figura 2)

La figura muestra que con la ecuación de regresión lineal se realiza una valoración más eficiente de cuál sería la reacción de los cultivares si las condiciones ambientales fuesen idóneas para el desarrollo de las enfermedades. Se puede apreciar además que los primeros grados de la escala se pierden, debido a las afectaciones nulas o casi nulas de los patrones de mayor resistencia (PR980 y Ja64-11 para Roya Parda y My5514 y Ja64-19 para carbón) y a las afectaciones severas en los patrones de mayor susceptibilidad (B4362 en roya y B42231 en carbón), lo que incrementa la pendiente, ubicando el intercepto en valores cercanos al grado tres de la escala. Esto hace suponer que la ecuación de regresión lineal, propuesta en la metodología INICA (2011) podría ser sustituida por otra que nos brinde un mejor ajuste matemático, la logarítmica, por ejemplo.

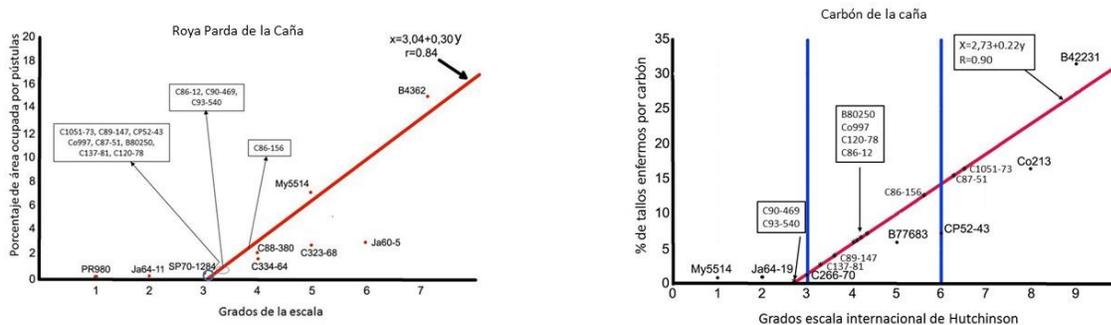


Figura 2: Ecuaciones de regresión obtenidas con los valores de porcentaje de afectación en cada patrón de reacción conocida según la enfermedad analizada y sus respectivos grados de reacción

Los cultivares comprendidos entre los grados uno y tres de la escala utilizada para evaluar carbón pueden ser plantados sin ningún tipo de restricción, solo respetando lo concebido por el Servicio de Variedades y Semilla (SERVAS) de no sobrepasar el 25 % del área plantada. (INICA 2011) En este particular se ubican los cultivares C90-469 y C93-540. Los cultivares comprendidos entre los grados tres y seis pueden ser manejados con limitaciones y los cultivares con reacción superior al grado siete de la escala, no deben ser plantados para evitar las posibles ocurrencias de epifitias. Solo bajo condiciones excepcionales podrían ser plantados, tales son los casos de C87-51 y C1051-73, altamente azucareras y de madurez temprana, las cuales ya estaban en producción y paulatinamente se deben ir sustituyendo por cultivares con alto potencial azucarero y resistentes a las principales enfermedades que atacan al cultivo en Cuba, entre las que se encuentra el Carbón de la Caña de Azúcar.

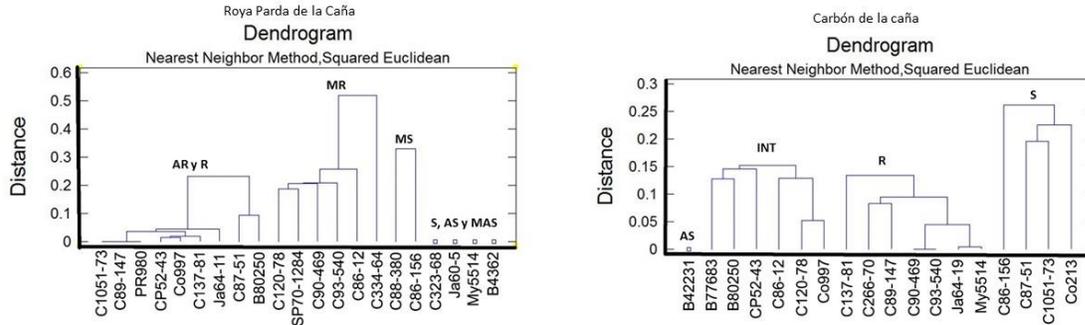
Para contrarrestar los efectos dañinos de las enfermedades, el uso de cultivares resistentes y la búsqueda incluso de genes de resistencia en especies silvestres ha sido una práctica cotidiana en Caña de Azúcar (Sakaigaichi *et al.*, 2019).

Las variables estudiadas se incluyeron en un análisis de conglomerado (Clúster) para uniformar los grupos de resistencia en dependencia de las afectaciones provocadas por las enfermedades Roya Parda y carbón de la Caña de Azúcar sobre cada cultivar en particular. (Figura 3).

En el caso de la roya parda los cultivares que mostraron mayor resistencia fueron C1051-73, C89-147, CP52-43, Co997, C137-81, C87-51 y B80250 conjuntamente con los patrones PR980 y Ja64-11, considerados altamente resistente y resistente respectivamente. El 28,57 % de los cultivares superó la categoría de moderadamente resistente (grado 3), entre los que se ubicaron patrones de reacción conocida y el cultivar comercial C86-156, el cual manifestó su reacción de moderadamente susceptible (grado 4).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por autores como Montalván (2017) y Puchades (2022) que al estudiar algunos cultivares como C1051-73, Co997, C137-81, C87-51, CP52-43 encontraron similar respuesta.

La planta de caña de azúcar después de los seis meses de edad se recupera de la afección del patógeno, pero los daños provocados a la planta son irreversibles. Al ser una enfermedad de la que la planta se recupera y al no haber información precisa sobre las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad, en algunos países la consideran sin importancia. (Ruiz, 2020).



Leyenda: AR: Altamente resistente, R: Resistente, MR: Moderadamente resistente, INT: Intermedios, MS: Moderadamente susceptible, S: Susceptible, AS: Altamente susceptible, MAS: Muy altamente susceptible

Figura3: Clústeres de los grupos según la resistencia varietal ante Roya Parda (*Puccinia melanocephala*) y Carbón de la caña de azúcar (*Sporisorium scitamineum*) en los cultivares estudiados.

En lo referente al carbón se aprecia la formación de cuatro grupos bien definidos. El 28 % de los cultivares en estudio manifestaron susceptibilidad a la enfermedad, entre los que se encuentran los cultivares C87-51, C1051-73 y C86-156, conjuntamente con los patrones de susceptibilidad Co213 y B42231. Estudios realizados por Olahan *et al.*, (2020) y Nurul *et al.*, (2021) señalaron que el Carbón de la Caña de Azúcar se manifiesta a diferentes niveles, en localidades y cultivares, valoran además la necesidad de adoptar mecanismos de control efectivos para la enfermedad y cortar la incidencia de la misma.

El método de inoculación por inmersión para probar la resistencia al carbón ha sido utilizado por diferentes autores (Muhammad *et al.*, 2019, 2022) concluyendo que si los cultivares en estudio son susceptibles al patógeno, manifiestan la presencia de los látigos en un corto periodo de tiempo, y que la principal medida de lucha contra la enfermedad lo constituye el uso de cultivares resistentes (Bhuiyan *et al.*, 2021). En los últimos años se ha encontrado una cepa bacteriana aislada de la rizosfera la cual mostró una potente actividad inhibitoria contra la germinación de *S. scitamineum*. El aislado, similar a *Pseudomonas guariconensis* mostró eficiencia de un 77 % contra la enfermedad Carbón de la Caña de Azúcar (Jayakumar *et al.*, 2019; Liu *et al.*, 2020), de igual manera se ha ensayado el uso de mutágenos resistentes al carbón como una vía más de luchar contra la misma. (Dalvi *et al.*, 2021; Hidayah *et al.*, 2021)

Un resumen de la respuesta de los principales cultivares comerciales frente a las dos enfermedades fungosas más importantes presentes en el país se muestra en la Tabla 2.

Puede apreciarse que el 100 % de los principales cultivares comerciales se encontraron entre las categorías de resistentes e intermedios frente a la enfermedad Roya Parda de la Caña de Azúcar y solo el 25 % se comportaron como susceptible frente al carbón. Esto manifiesta la importancia del trabajo de fitomejoramiento en el esquema de mejora de la Caña de Azúcar en Cuba, cuyo principal objetivo es la obtención de cultivares altamente productivos, con alto potencial azucarero, adaptables a diferentes condiciones de suelo y clima y además resistentes a las principales enfermedades que atacan al cultivo.

Tabla 2: Resumen del comportamiento de los principales cultivares comerciales de Cuba frente a las enfermedades Roya Parda (*P. melanocephala*) y Carbón de la Caña de Azúcar (*S. scitamineum*)

Reacción	Enfermedades	
	Roya Parda de la Caña de Azúcar	Carbón de la Caña de Azúcar
Resistentes	C1051-73, C89-147, CP52-43, Co997, C137-81, C87-51, B80250, <b>PR980, Ja64-11</b>	C137-81, C89-147, C90-469, C93-540, <b>C266-70, Ja64-19, My5514</b>
Intermedias	C120-78, C90-469, C93-540, C86-12, C86-156, <b>SP70-1284, C334-64, C88-380</b>	B80250, C86-12, C120-78, Co997, <b>B77683, CP52-43</b>
Susceptibles	<b>C323-68, Ja60-5, My5514, B4362</b>	C86-156, C87-51, C1051-73, <b>Co213, B42231</b>

Cultivares en negrita figuran como controles de reacción conocida en los estudios de resistencia a enfermedades

Estudios similares realizados por Raju *et al.*, (2020) en 75 cultivares de caña de azúcar frente al carbón en la India aportaron el 50,66 % de los cultivares como resistentes, 20 % moderadamente resistentes, 16 % moderadamente susceptibles, 8 % como susceptibles y como altamente susceptibles solo el 5,33 %. Esto reflejó la importancia de la selección en los programas de mejora en los países que cultivan la Caña de Azúcar y realizan fitomejoramiento.

Por otra parte, en Sri Lanka estudios realizados a 455 cultivares para verificar su reacción ante el carbón aportaron que aproximadamente el 30 % de los cultivares se manifestaron sin infección, lo que demostró una alta fuente de resistencia contra el Carbón de la Caña de Azúcar (Sumedha *et al.*, 2021).

Aún existen en producción algunos cultivares con cierta susceptibilidad a estas enfermedades, gracias al trabajo del Servicios de Variedades y Semilla (SERVAS) y Servicio Fitosanitario (SEFIT) se explotan con ciertas limitaciones y paulatinamente serán sustituidas por cultivares de mayor resistencia.

## Conclusiones

- El 100 % de los principales cultivares comerciales se agrupan en las categorías de resistentes e intermedios frente a la enfermedad Roya Parda de la Caña de Azúcar y solo el 25 % se comporta como susceptible frente al carbón

- El cultivar comercial más afectado por Roya Parda resultó ser la C86-156, el cual resulto también afectado por carbón de la caña en unión a C87-51 y C1051-73.

## Referencias bibliográficas

- Balmaceda, C. y Romero, M. (2012). Desarrollo de sistema de información geográfica para gestión fitosanitaria en unidades productivas de caña de azúcar (*Saccharum spp.*). *Rev. Protección Veg.*, 27, 3, 206-209.
- Bhuiyan, A., Magarey, R., Meredith, D. M. and Aitken, K. (2021). Sugarcane Smut, Caused by *Sporisorium scitamineum*, a Major Disease of Sugarcane: A Contemporary Review. *Disease Control and Integrated Management. Phytopathology*, 111. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-21-0221-RVW>.
- Chinaea, A., Acevedo, R., Rodríguez, E., La O, M. (2014). Enfermedades de la Caña de Azúcar y evolución de las técnicas para su detección y diagnóstico en Cuba. *Memorias del evento por el 50 aniversario del INICA*. pp. 41-47.
- Chinaea, A., Zayas, E. y Bruner, S. (2019). Inventario de enfermedades de la Caña de Azúcar en Cuba: tercera etapa. *Revista Cuba & Caña Vol. 22, Suplemento Especial 3: 8-14*.
- Dalvi, S.G., Tawar, P.N., Suprasanna, P., Dixit, G.B., Theertha Prasad, D. (2021). EMS-based in vitro mutagenesis and mutant screening for smut resistance with agronomic traits in sugarcane. *Sugar Tech*, 23, 854–864.
- Hidayah, N; Wijayanti, K., Murianingrum, M., Yulianti, T., Heliyanto, B. (2021). Resistance evaluation of sugarcane mutants to *Sporisorium scitamineum*, the causal agent of sugarcane smut disease. *IC-FSSAT. IOP Publishing. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 807 022094. Doi: 10.1088/1755-1315/807/2/022094. 8 pp.
- *International Journal of creative Research Thoughts (IJCRT)* (2024). A review on major diseases of sugarcane (*Saccharum officinarum*) and their management in India. *IJCRT | 12, 5.* | ISSN: 2320-2882 [www.ijcrt.org](http://www.ijcrt.org).
- INICA. (2011) *Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba*. *Revista Cuba & Caña* ISSN 1028-6527. La Habana, Cuba, PUBLINICA. 346p.
- Jayakumar, V., Sundar, A.R. y Viswanathan, R. (2019). Biological suppression of sugarcane smut with endophytic bacteria. *Sugar Tech*, 21, 653–660.
- Julca, A., Borjas, R., Alvarado, L. et al. (2019). Relación entre la incidencia y la severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en San Ramon, Chanchamayo, Perú. *Revista Ciencia e Investigación*, 4, 4 octubre - diciembre. E-ISSN: 2528-8083. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3477556>. 9 pp.
- Liu, S., He, F., Lin, N., Chen, Y., Liang, Z., Liao, L., Lv, M., Chen, Y., Chen, S., Zhou, J., et al. (2020). *Pseudomonas sp. ST 4* produces variety of active compounds to interfere fungal sexual mating and hyphal growth. *Microb. Biotechnol.*, 13, 107–117.
- Montalván, J. (2017). Adecuaciones al sistema evaluativo de la Roya Parda (*Puccinia melanocephala* Sydow & P. Sydow) en pruebas de resistencia de cultivares de Caña de Azúcar en Cuba. Tesis presentada en Opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de La Habana. 150pp.

- Montalván, J., Pouza, I., Fernández, Y. *et al.* (2019). Aplicación de la ecuación de Townsend y Heuberger en la evaluación de resistencia y daños provocados por la Roya Parda en cultivares de Caña de Azúcar. *Revista Cuba & Caña*, 22, Suplemento Especial 2. Edición dedicada al 47 aniversario de la ETICA Centro Oriental. ISSN 1028-6527. Pp 48-53.
- Muhammad A. R., Ahmed, I., Naz, R. and A. Mubeen. (2019). Optimization of Inoculation Technique of *Sporisorium scitamineum* for the Inducction of Smut Disease in Sugarcane Propagative Material. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. June Volume 32 Issue 2 Pp 275 – 281. DOI <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjar/32.2.275.281>.
- Muhammad U., Akram, N., Imtiaz, S. and Muneeb, S. (2020). Sugarcane: Diseases Due to Pests, Pest Management Strategies and Factors Influencing the Production of Sugarcane. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)* Volume 65, No 1, pp 126-139.
- Muhammad A. R., R. Naz, F. Nazir, J. Hajano, N. Ahmed, M. Ali, A. Mubeen (2022). Impact of *Sporisorium scitamineum* infection on the qualitative traits of commercial cultivars and advanced lines of sugarcane. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268781>
- Nurul H., M. McNeil, J. Li, S. Bhuiyan, V. Galea and K. Aitken (2021). Resistance mechanisms and expression of disease resistance-related genes in sugarcane (*Saccharum officinarum*) to *Sporisorium scitamineum* infection. *Functional Plant Biology* Vol 48 (12). Pp 1302-1314 <https://orcid.org/0000-0003-1098-5918>. <https://doi.org/10.1071/FP21122>
- Olan, G.S., Fatoba, P. O. and Balogun, O.S. (2020). Incidence of smut and red rot diseases of sugarcane in Southern part of Niger State, North Central Nigeria. *Science World Journal* Vol. 15 (No 2) [WWW.scienceworldjournal.org](http://WWW.scienceworldjournal.org). ISSN 1597-6343. Published by Faculty of Science, Kaduna State University.
- Pérez, H., Rodríguez, I. Rodríguez, M. y González, R. (2017). Control fitosanitario en agroecosistemas de la caña de azúcar. *Revista CUMBRES*. 3(1) 2017: pp. 101 – 109.
- Puchades, Y. (2022) Cultivares comerciales principales (área nacional > 1%) con reacciones contrastante. Reunión Nacional de Protección de Plantas y Comité de experto del SEFIT. La Habana.
- Raju, S., Vandana, P., Singh, M., Kumar, S., Singh, P., Singh, J., Singh, D. (2020). Evaluation of New Sources of Resistance and Variability for Sugarcane Smut Disease. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*. 9(10): 3205-3215. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.910.383>
- Rodríguez, E., Alfonso, I., Acevedo, R., Piñón, D., Estrada, M., González, R., Matos, J., Campos, J., Jorge, H. (2005). Implementación del servicio fitosanitario de la Caña de Azúcar en Cuba. II Simposio internacional de vigilancia fitosanitaria y su relación con la protección al entorno. mayo 30- junio 2 de 2005. Cuba. La Habana.
- Ruiz, M. A. (2020). Importancia del gen Bru1 en el control de la roya café (*Puccinia melanocephala*) de la Caña de Azúcar: Revisión de Literatura. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Zamorano. Honduras. Noviembre. 27 pp.
- Sakaiguchi T., Terajima, Y., Matsuoka, M., Irei, S., Fukuhara, S., Mitsunaga, T., Tanaka, M., Tarumoto, Y., Terauchi, T., Hattori, T., Ishikawa, S. y Hayano, M. (2019). Evaluation

- of sugarcane smut resistance in wild sugarcane (*Saccharum spontaneum* L.) accessions collected in Japan. *Plant Production Science*, 22, 2. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2018.1535834> , 327-332
- Spiegel, M.R. (1977). *Teoría y problemas de Estadística*. 875 problemas resueltos. Editorial Pueblo y Educación. Cuarta reimpression. La Habana, 358pp.
  - Sumedha T., Wijesuriya, A.; Wijesuriya, B.W., Perera, A.M., De Costa, D.M. (2021). Identification of sugarcane germplasm in Sri Lanka for breeding of varieties resistant to smut disease (c.a. *Sporisorium scitamineum*). *Sugar Tech*, 23, 1025–1036
  - Tegene, S., Terefe, H., Dejene, M., Tegegn, G., Tena, E., Ayalew, A. (2021). Survey of sugarcane smut (*Sporisorium scitamineum*) and association of factors influencing disease epidemics in sugarcane plantations of Ethiopia. *Trop. Plant Pathol.*, 46, 393–405. <https://doi.org/10.1007/s40858-021-00437-1>
  - Townsend, G. R. and J. W. Heuberger. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicides experiments, *Plant Disease Reporter* 27, 340-343.
  - Wada, A.C. (2018). Ratooning ability of two sugar cane varieties affected by whip smut (*Sporisorium scitamineum* Sydow) at Badeggi, NIGERIA. *Int. J. Biosci. Agric. Technol.*, 9, 32–42