

# Resultados de caña planta de nuevos cultivares de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) seleccionados en la provincia de Cienfuegos

Héctor Jorge-Suárez<sup>1</sup>, Irenaldo Delgado-Mora<sup>1</sup>, Juan Carlos Rosa-González<sup>1</sup>, Francisco Cuadras-Isaac<sup>1</sup>, Yodilia Dávila-Pérez<sup>2</sup>, José R. González-Pérez<sup>1</sup>, Oscar Suárez-Benítez<sup>1</sup> y Alberto González-Marrero<sup>1</sup>

1. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA)

Carretera Cujae, Km 21/5. Municipio Boyeros, La Habana.

2. Empresa Agroindustrial Azucarera Ifraín Alfonso. Municipio Ranchuelo. Provincia de Villa Clara.

\* [hector.jorge@inica.azcuba.cu](mailto:hector.jorge@inica.azcuba.cu)

## RESUMEN

Se estudiaron tres experimentos de variedades en las estaciones del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) de Matanzas, Cienfuegos y Villa Clara, plantados entre los meses de julio y agosto de 2020 (Frío, Ciclo C) y evaluados en febrero con 18-19 meses de edad, en la zafra 2022. El área de las parcelas de los experimentos fue de 48 m<sup>2</sup>, se empleó el diseño experimental de bloque al azar, con tres repeticiones. Los Bancos de madurez, para determinar el contenido azucarero durante el período de noviembre a marzo, se plantaron en el Bloque Experimental de Sagua y en el INICA Sancti Spiritus. Fueron evaluados diecisiete cultivares en las tres localidades, coincidieron dieciseis. Las variables evaluadas fueron: t caña ha<sup>-1</sup>, porcentaje de pol en caña y t pol ha<sup>-1</sup>, se realizaron Análisis de varianza simple entre los cultivares, en las variables antes indicadas. En las t pol ha<sup>-1</sup> se realizó un análisis de conglomerados, para determinar el agrupamiento de los cultivares. Las pruebas estatales de resistencia a las enfermedades Roya Parda, Carbón, Virus del Mosaico de la Caña de Azúcar y Escaldadura Foliar se realizaron en el INICA-Matanzas. Los resultados reflejaron que los cultivares de mejor comportamiento en la variable t pol ha<sup>-1</sup> y resistentes o tolerantes a las principales enfermedades fueron C10-157 y C09-152 en los tres sitios de estudio, C09-155 en Matanzas y Cienfuegos, C10-160 en Cienfuegos y Villa Clara, C10-171 en Matanzas y C10-163 en Cienfuegos. Las nuevas variedades C10-163 y C10-166 mostraron un contenido de azúcar similar a la C86-12 y resistencia a estas patologías

**Palabras clave:** cultivares, experimentos, Banco de madurez.

## ABSTRACT

Three variety experiments were studied at the INICA stations in Matanzas, Cienfuegos and Villa Clara, planted between the months of July-August 2020 (Cold, Cycle C) and evaluated in February at 18-19 months of age in the 2022 harvest. The area of the plots of the experiments was 48 m<sup>2</sup>, the randomized block experimental design with three repetitions was used. The Maturity Banks to determine the sugar content during the period from November to March were planted in the Sagua Experimental Block and in the INICA Sancti Spiritus. Seventeen cultivars were evaluated in the three locations, sixteen coincided. The variables evaluated were: t cane ha<sup>-1</sup>, percentage of pol in cane and t pol ha<sup>-1</sup>, simple variance analysis was performed between the cultivars in the worked variables. In the t pol ha<sup>-1</sup>, a Conglomerate Analysis was carried out to determine the grouping of the cultivars. The state tests of resistance to the Brown Roya, Coal, Mosaic Virus and Leaf Scald diseases were carried out at INICA-Matanzas. The results showed that the cultivars with the best behavior in the variable t pol ha<sup>-1</sup> and resistant or tolerant to the main diseases were C10-157 and C09-152 in the three study sites, C09-155 in Matanzas and Cienfuegos, C10-160 in Cienfuegos and Villa Clara, C10-171 in Matanzas and C10-163 in Cienfuegos. The new varieties C10-163 and C10-166 showed a sugar content similar to C86-12 and resistance to the main pathologies

**Key words:** cultivars, experiments, Maturity ban.

## INTRODUCCIÓN

Las tendencias actuales en la agricultura cañera requieren, para su implementación, que se establezcan las bases para obtener nuevos cultivares de caña de azúcar adaptados a las variaciones edafoclimáticas, asociadas al cambio climático que incidan, a mediano y largo plazos, en la aparición de nuevas patologías y en el desplazamiento del período de crecimiento y maduración del cultivo. En este contexto, entre las soluciones más prácticas y económicas se encuentran en la búsqueda de genotipos con resistencia al estrés: biótico y abiótico, mediante el desarrollo de programas de Mejoramiento genético (1).

La evaluación de genotipos en distintos ambientes es una de las prácticas más usuales para recomendar nuevos cultivares a los productores (2), para esto es necesario acercar, lo más posible, los ambientes de selección de los cultivares a los ambientes de destino (3, 4).

El objetivo de este trabajo es mostrar los resultados alcanzados con nuevos cultivares seleccionados en Cienfuegos en la cepa de caña planta, comparados con un grupo de variedades comerciales evaluadas en los territorios de Matanzas, Cienfuegos y Villa Clara, en las variables t caña ha<sup>-1</sup>, porcentaje de pol en caña y t pol ha<sup>-1</sup>, así como en su dinámica de madurez, durante el período de noviembre a marzo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se realizaron en los suelos Ferralítico rojo, de la localidad de Jovellanos, Pardo sin carbonato, de Espartaco y Oscuro plástico, de Sagua la Grande, pertenecientes a las estaciones del INICA Matanzas, Cienfuegos y Villa Clara, respectivamente. La clasificación empleada para los suelos fue según (5). Los ensayos se plantaron entre los meses de julio y agosto de 2020 (Frio, Ciclo C) y se evaluaron en febrero con 18-19 meses de edad, en la zafra 2021-2022.

El área de las parcelas de los experimentos fue de 48 m<sup>2</sup> (4 surcos de 7.5 m de largo, a una distancia entre surcos de 1.60 m), de acuerdo con las Normas Metodológicas del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba (6). Se empleó el diseño experimental de bloque al azar, con tres repeticiones

Los Bancos de madurez para determinar el contenido azucarero, durante el período de noviembre a marzo, se plantaron en el Bloque Experimental de Sagua y en el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) Sancti Spiritus, en suelos Oscuro plástico y Pardo con carbonato, respectivamente.

Fueron evaluados diecisiete cultivares (ocho nuevos, ocho comerciales y la C98-357 de reciente incorporación en las tres localidades, coincidieron dieciséis, la B80250 solo se incluyó en Sagua la Grande (tabla 1). Los nuevos cultivares presentan diferente contenido de azúcar (alto o medio), por lo que su comparación en la curva de madurez se realizó de acuerdo con el testigo comercial, que presentó similares características en esta variable (7)

**Tabla 1.** Cultivares evaluados en los tres sitios de pruebas

No.	Cultivares	No.	Cultivares	No.	Cultivares
1	C09-152 (Alt)	7	C10-166(Alt)	13	C92-325 (Med.T)
2	C09-154(Med)	8	C10-171(Med)	14	C95-416 (Alt)
3	C09-155(Med)	9	C86-12 (Alt. T)	15	C97-445 (Alt)
4	C10-157(Alt)	10	C90-469(Alt. T)	16	C98-357(Alt)
5	C10-160 (Alt)	11	C323-68(Med.T)	17	B80250 (Alt *)
6	C10-163(Alt)	12	C86-156 (Alt.)		

Alt. Alto contenido de azúcar, Med. Contenido de azúcar medio, (T)- testigo;

(\*)- solo en la localidad de Sagua la Grande.

Las variables valoradas fueron: t caña ha<sup>-1</sup> (TCH), porcentaje de pol en caña (PPC) y t pol ha<sup>-1</sup> (TPH). El rendimiento agrícola (t caña ha<sup>-1</sup>) se estimó de acuerdo con lo descrito por Martins y Landell (8), mientras que el PPC se determinó por dos métodos diferentes: por el método de la desfiadora y la prensa de las empresas agroindustriales azucareras (EAA) Ifraín Alfonso (Experimento de Cienfuegos), Jesús Rabí (Experimento de Matanzas) y Héctor Rodríguez (Experimento de Villa Clara). Para la confección de la curva de madurez los valores del contenido de azúcar se determinaron por el método del molino, en los laboratorios del INICA antes mencionados.

Con los resultados de los estudios, en las tres localidades, se realizaron Análisis de varianza simple con el propósito de conocer las diferencias existentes entre los cultivares en las variables estudiadas. En las TPH se realizó un análisis de conglomerados (*Cluster Analysis*), para determinar el agrupamiento de los cultivares, en este análisis se empleó el método del vecino más lejano, con la distancia euclidiana; y, finalmente, para comprobar que los grupos en el análisis de conglomerados estaban bien formados, se realizó un Análisis de varianza simple entre grupos y la Prueba de comparación de medias, mediante la Prueba de múltiples de rangos con dócima de Tukey ( $p < 0.01$  y  $p < 0.05$ ).

Las pruebas Estatales de Resistencia a las enfermedades Roya Parda (*Puccinia melanocephala* H. Sydow and P. Sydow), Carbón (*Sporisorium scitamineum* Sydow), Virus del Mosaico de la Caña de Azúcar (VMCA) (Virus del tipo Polyvirus) y Escaldadura Foliar (*Xanthomonas albilineans* Ashby, Dowson) se realizaron en el INICA-Matanzas (Jovellanos).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### INICA-Matanzas. Localidad de Jovellanos

El análisis de varianza ofreció que solo hubo diferencias significativas para la variable t pol ha<sup>-1</sup> (tabla 1). La figura 1 mostró que el cultivar C10-171 (G III) fue el de mejor comportamiento y los nuevos cultivares C10-157, C09-152 y C09-155 (GII) alcanzaron resultados comparables con seis genotipos en explotación comercial (C86-12; C90-469; C86-156; C97-445; C92-325 y C95-416).

**Tabla 2.** Análisis de varianza en las variables estudiadas. Matanzas

F. Variación	G.L	TCH C. Medios	Sign	PPC C. Medios	Sign	TPH C. Medios	Sign
Cultivares	15	102.61	NS	1.53	NS	4.78	*
Error	32	86.56		1.85		2.72	
X ± ES		71.20±15.37		15.47±0.8		11.02±0.95	

GL: grados de Libertad, C. Medios: cuadrados Medios, TCH: toneladas de caña por hectáreas; PPC: porcentaje de pol en caña, TPH: toneladas de pol por hectáreas; Sign: significación estadística; NS: no significativo estadísticamente; \*: Significación estadística al 5 % de probabilidad.

Es de señalar que la C10-171 es de maduración intermedia, por lo que fue comparada con la C323-68 y C92-325 (figura 2), la que manifestó valores ligeramente superiores a los testigos en el PPC, en los meses de noviembre y diciembre, igualando a la C323-68 en enero y, ligeramente inferior a los controles de comparación, en febrero-marzo.

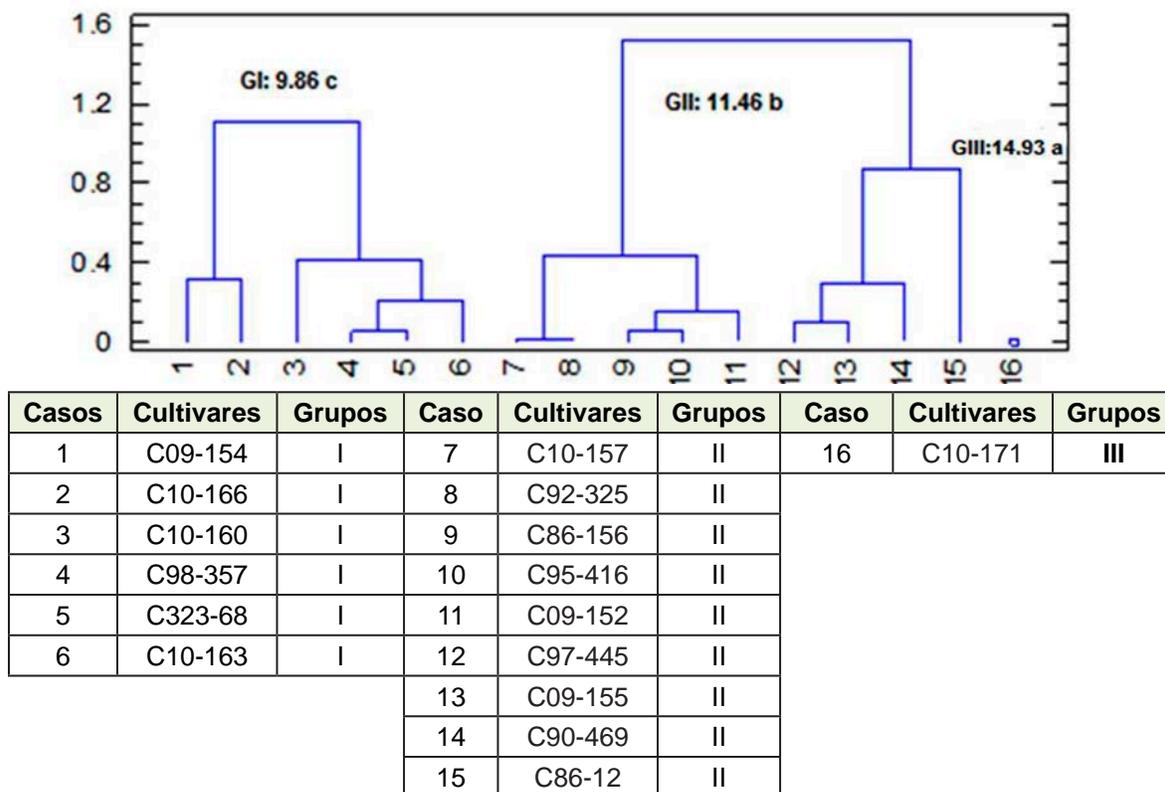


Figura 1. Resultados de los cultivares evaluados en la variable t pol ha<sup>-1</sup>.

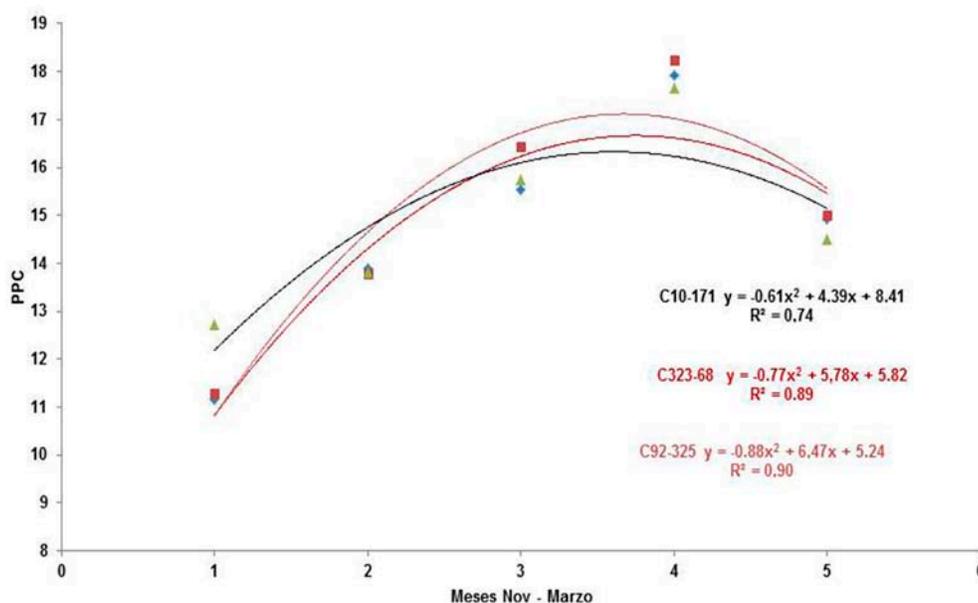


Figura 2. Curvas de madurez de C10-171 comparado con las variedades comerciales C323-68 y C92-325.

En la figura 3 se observa que los cultivares C09-152 y C10-157 tuvieron un contenido de azúcar superior a la C90-469, desde diciembre hasta febrero; mientras la C09-155 fue similar a la C323-68 (figura 4) en noviembre y febrero, superior en marzo e inferior en diciembre-enero.

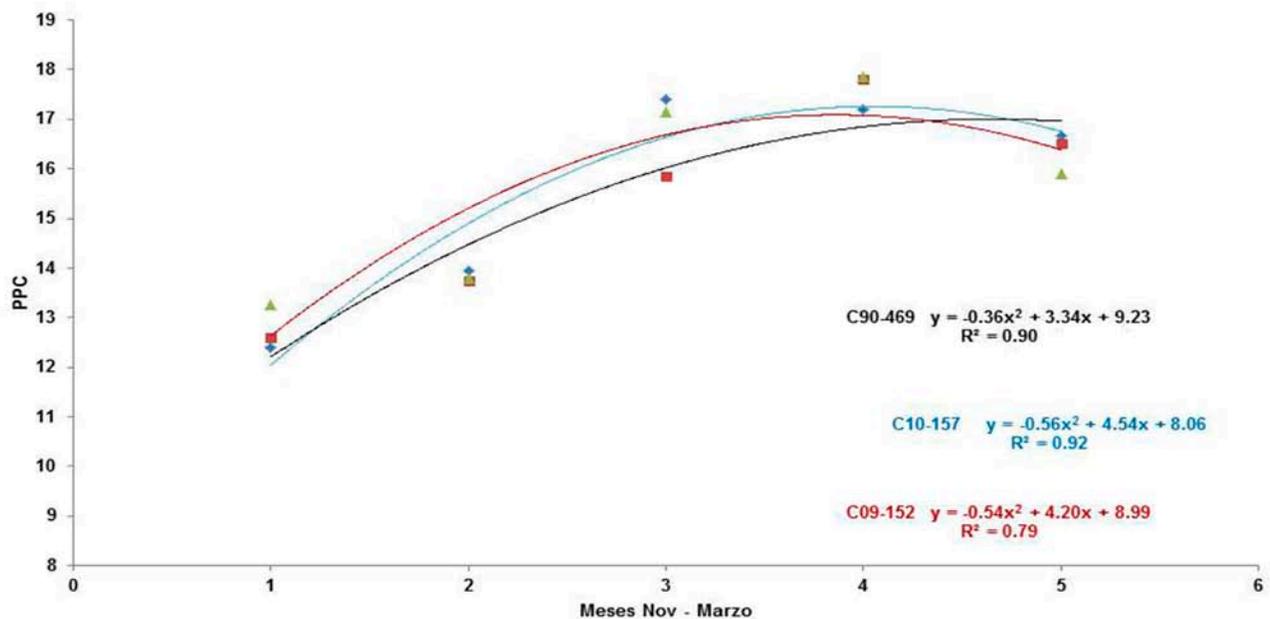


Figura 3. Curvas de madurez de los cultivares C10-157 y C09-152 comparados con la C90-469.

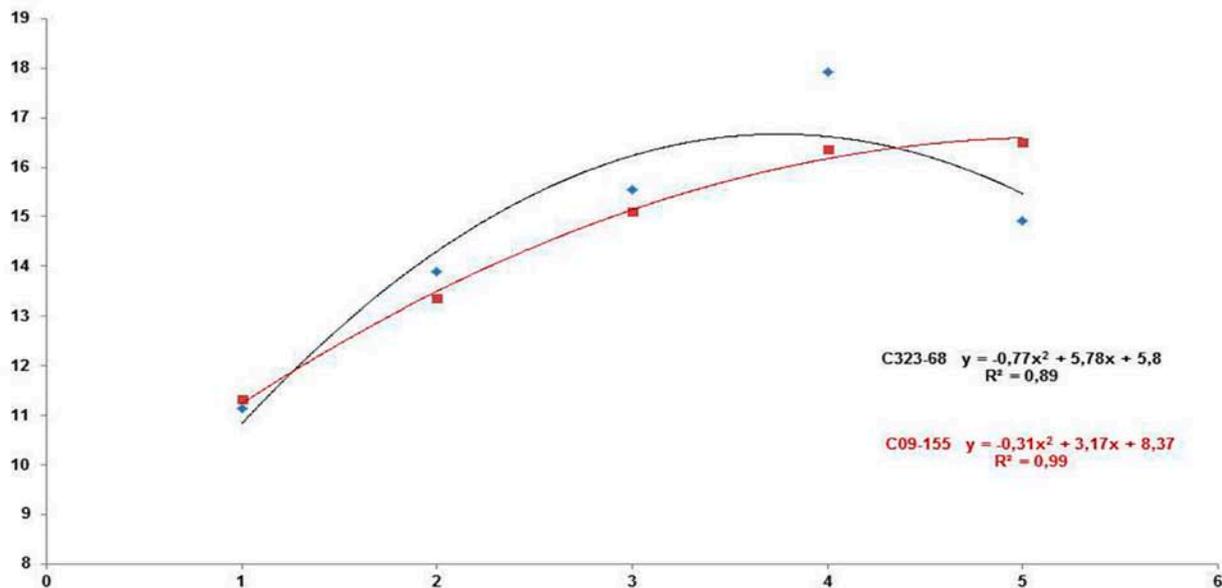


Figura 4. Curvas de madurez de la C09-155 comparada con la C323-68.

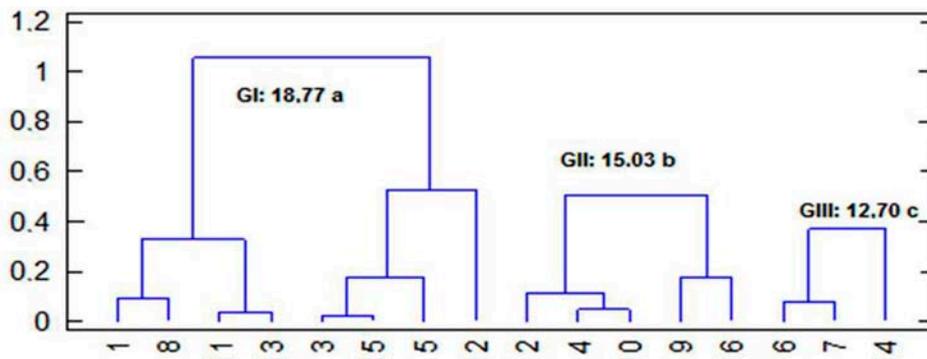
### INICA-Cienfuegos. Localidad de Espartaco

Los resultados del Análisis de varianza (tabla 3) arrojaron diferencias significativas para las tres variables analizadas, lo que reflejó el comportamiento diferencial entre los cultivares. La figura 5 expresa la formación de tres grupos bien diferenciados: el grupo I fue el de mayor producción de azúcar por área, pues los cultivares C10-160; C09-154; C09-155 y C10-163 lograron resultados comparables con las variedades comerciales C323-68; C92-325 y C90-469. El grupo II, segundo de mayor t pol ha<sup>-1</sup>, integrado por genotipos como: C86-12; C97-445 y C95-416 y las nuevas variedades C10-157 y C09-152, evidencia el potencial de estas.

**Tabla 3.** Análisis de varianza en las variables estudiadas. Cienfuegos

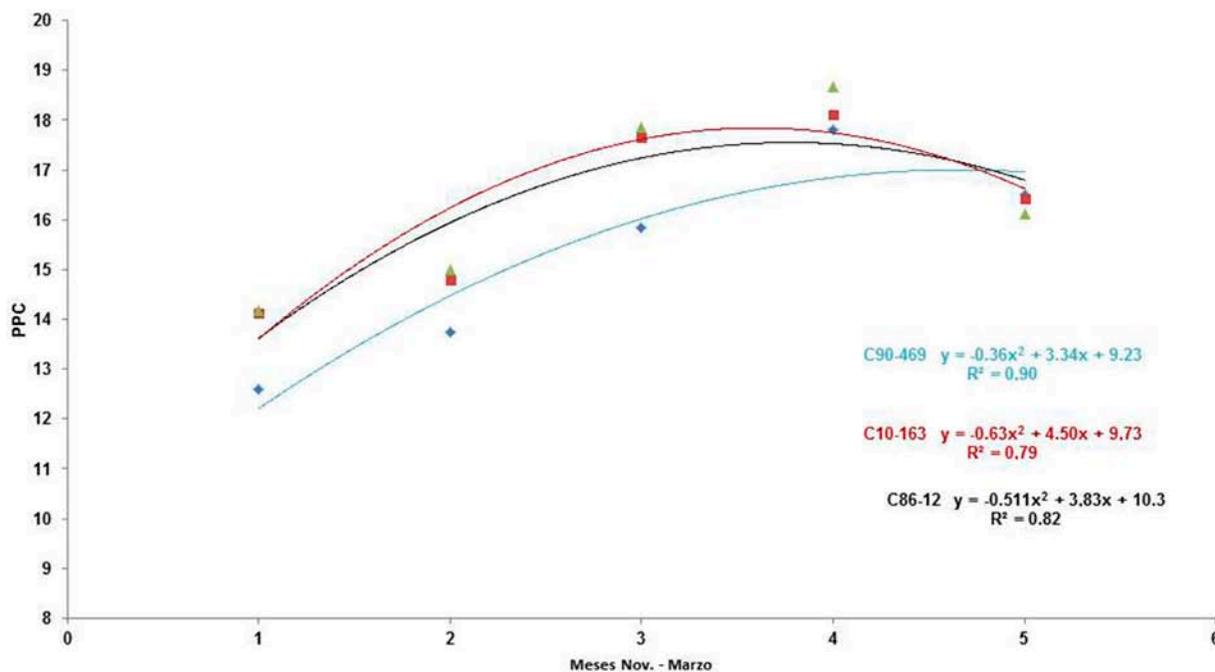
F. Variación	G.L	TCH C. Medios	Sign	PPC C. Medios	Sign	TPH C. Medios	Sign
Cultivares	15	794.97	**	0.90	*	20.41	**
Error	32	85.52		0.41		2.91	
X ± ES		100.14±5.34		16.46±0.37		16.47±1.0	

GL: Grados de Libertad, C. Medios: Cuadrados Medios, TCH: Toneladas de caña por hectáreas; PPC: Porcentaje de pol en caña, TPH: Toneladas de pol por hectáreas; Sign: significación estadística; NS: no significativo estadísticamente; \*\*: Significación estadística al 1 % de probabilidad.



Casos	Cultivares	Grupo	Casos	Cultivares	Grupo	Casos	Cultivares	Grupo
1	C86-156	I	2	C95-416	II	6	C98-357	III
8	C10-160	I	4	C10-157	II	7	C10-171	III
11	C323-68	I	10	C97-445	II	14	C10-166	III
13	C92-325	I	9	C86-12	II			
3	C09-155	I	16	C09-152	II			
15	C10-163	I						
5	C90-469	I						
12	C09-154	I						

**Figura 5.** Resultados de los cultivares evaluados en la variable t pol ha<sup>-1</sup>



**Figura 6.** Curvas de madurez de la C10-163 comparado con las C86-12 y C90-469.

Los resultados de las Curvas de madurez de las variedades C10-157; C09-152 y C09-155 aparecen en las figuras 3 y 4. La figura 6 reveló los resultados de la C10-163 comparada con la C86-12 y C90-469 (Variedades principales en Cuba), en la que se apreció que C10-163 tuvo un comportamiento superior a la C90-469 y similar a la C86-12.

La C10-160 se comportó inferior a la C90-469, en los meses de febrero y marzo, no así en el período inicial de zafra en el que sus resultados fueron comparables (figura 7).

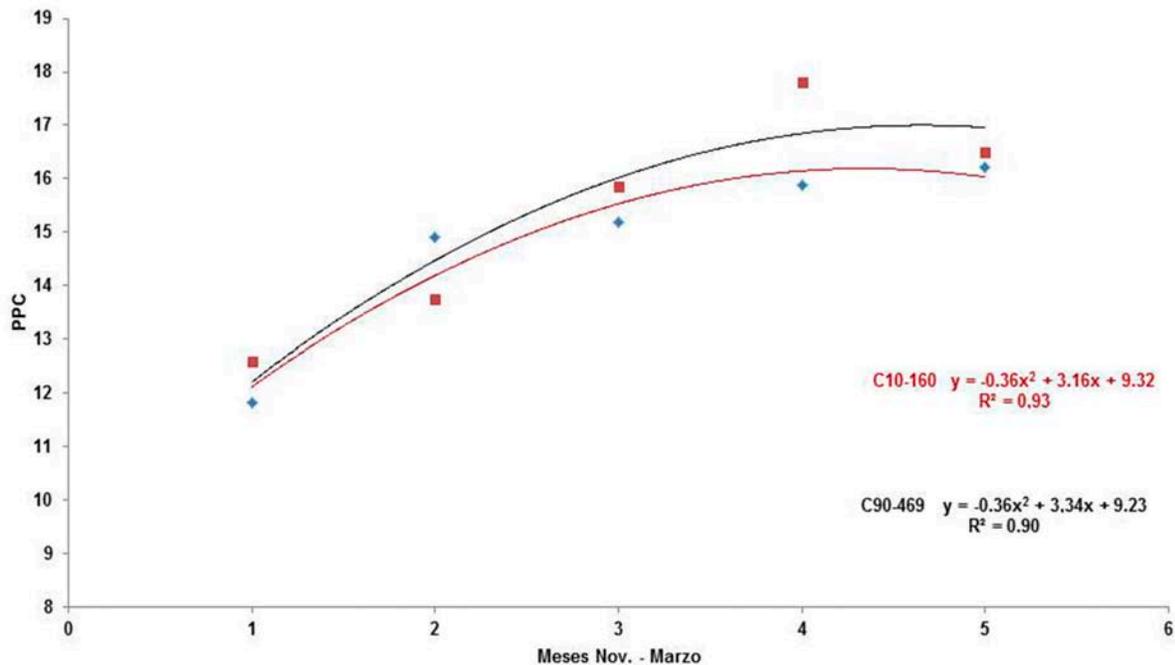


Figura 7. Curvas de madurez de la C10-160, comparado con la C90-469.

Los resultados de la C09-154 para el porcentaje de pol en caña, fueron ligeramente inferiores a la C323-68, en el período entre noviembre y febrero (figura 8). Esta variedad es de maduración intermedia, al igual que el testigo utilizado para la comparación de la madurez, tiene como limitante que en las pruebas de resistencia a las enfermedades realizadas en el INICA-Matanzas (Jovellanos) se comportó moderadamente susceptible al Carbón y susceptible a la Escaldadura foliar (anexo 1).

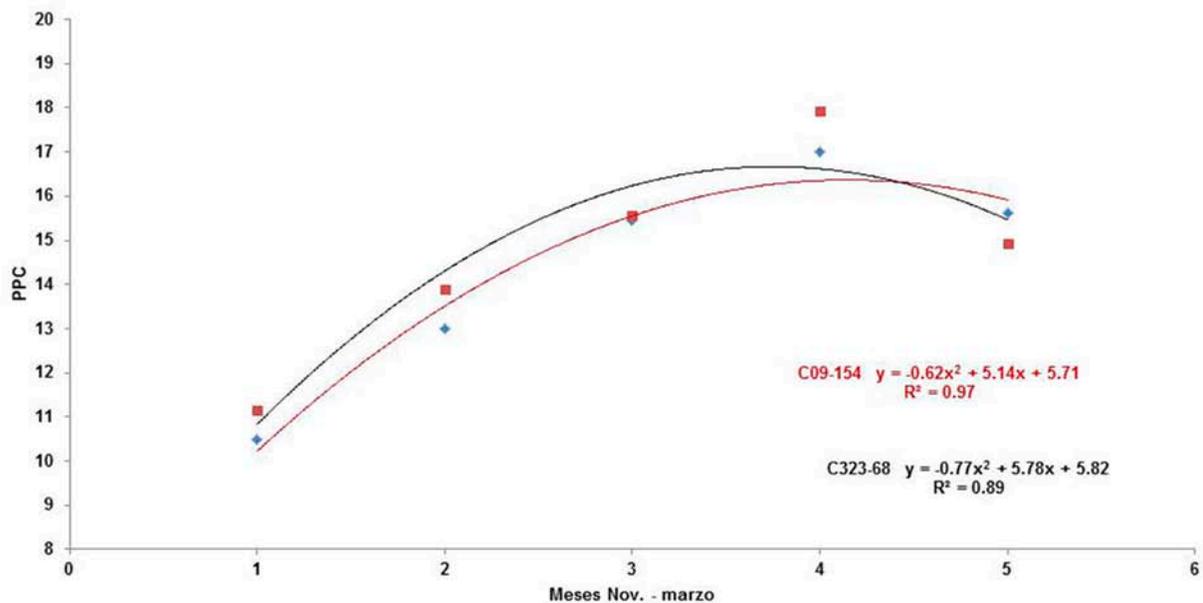


Figura 8. Curvas de madurez de la C09-154, comparada con la C323-68.

### INICA-Villa Clara. Localidad Bloque Experimental de Sagua

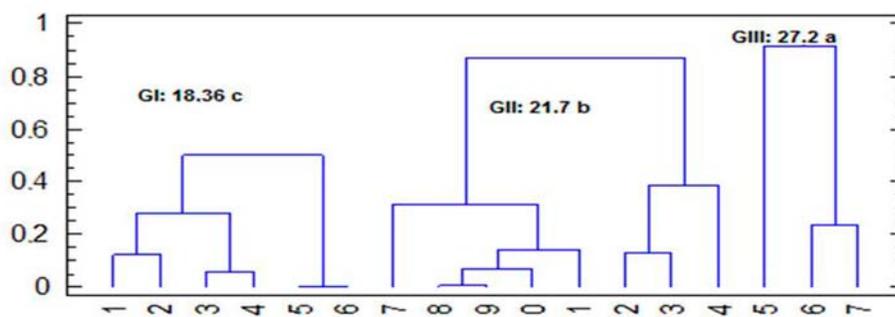
En el Análisis de varianza se obtuvieron diferencias significativas en las tres variables estudiadas lo que reafirma, al igual que en Cienfuegos, la respuesta disímil de los cultivares.

El análisis de agrupamiento (figura 9) mostró que los mejores resultados lo alcanzaron, en el grupo III, las variedades C86-156; C95-416 y B80250. El grupo II, con producción intermedia, lo integraron tres variedades comerciales (C86-12; C90-469 y C97-445), una en desarrollo (C98-357) y cuatro en estudio (C09-152; C10-160; C10-157 y C09-154).

**Tabla 4.** Análisis de varianza en las variables estudiadas. Villa Clara

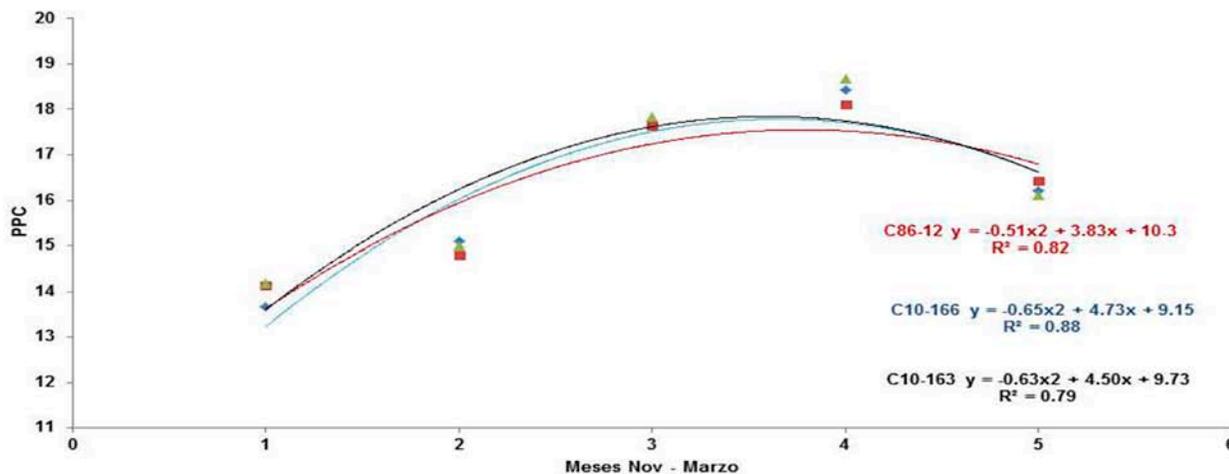
F. Variación	G.L	TCH C. Medios	Sign	PPC C. Medios	Sign	TPH C. Medios	Sign
Cultivares	16	904.51	**	2.92	**	32.11	**
Error	34	320.61		0.29		7.69	
X ± ES		135.53±10.3		15.72±0.29		21.48±1.6	

GL: Grados de Libertad, C. Medios: Cuadrados Medios, TCH: Toneladas de caña por hectáreas; PPC: Porcentaje de pol en caña, TPH: Toneladas de pol por hectáreas; Sign: Significación estadística; NS: No significativo estadísticamente; \*\*: Significación estadística al 1 % de probabilidad.



Casos	Cultivares	Grupo	Casos	Cultivares	Grupo	Casos	Cultivares	Grupo
1	C09-155	I	7	C98-357	II	15	C86-156	III
2	C10-171	I	8	C09-152	II	16	B80250	III
3	C10-166	I	9	C97-445	II	17	C95-416	III
4	C323-68	I	10	C10-160	II			
5	C10-163	I	11	C90-469	II			
6	C92-325	I	12	C10-157	II			
			13	C09-154	II			
			14	C86-12	II			

**Figura 9.** Resultados de los cultivares evaluados en la variable t pol ha<sup>-1</sup>.



**Figura 10.** Curvas de madurez de la C10-166, comparadas con la C86-12 y C10-163.

De las ocho nuevas variedades en estudio solo la C10-166 no se destacó en ninguna de las localidades estudiadas; sin embargo, su contenido de azúcar es similar a la C86-12 y C10-163 (figura 10), además de su resistencia o tolerancia a las enfermedades, por lo que puede ser un cultivar de interés para el mejoramiento, por sus características favorables.

## CONCLUSIONES

1. Los cultivares de mejor comportamiento en la variable t pol ha<sup>-1</sup> y resistentes o tolerantes a las principales enfermedades fueron: C10-157 y C09-152 en las tres localidades de estudio, C09-155 en los sitios de pruebas de Matanzas y Cienfuegos, C10-160 en Cienfuegos y Villa Clara, C10-171 en Matanzas y C10-163 en Cienfuegos.
2. Las nuevas variedades C10-163 y C10-166 mostraron un contenido de azúcar similar a la C86-12 (Principal variedad en producción en Cuba) y mostraron resistencia a las principales patologías

## RECOMENDACIONES

- Programar nuevamente los muestreos finales de cosecha en los laboratorios de las EAA de Jesús Rabí, Ifrain Alfonso y Héctor Rodríguez.
- Establecer Bancos de semilla de los cultivares destacados y tolerantes o resistentes a las enfermedades, en los BSB de Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara y Sancti Spiritus, con el propósito de entregar semilla a todas las unidades empresariales de base del INICA y bancos de semilla registrados.
- Continuar la evaluación de los ensayos en retoño, que es la cepa más importante, para la toma de decisiones en los tres sitios de pruebas y en las localidades donde se desarrollan los Bancos de madurez (Sancti Spiritus y Sagua la Grande).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rodríguez R. 2012. Perfeccionamiento del Programa de Mejora Genética de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) para la obtención de nuevos genotipos tolerantes al estrés por déficit hídrico. Tesis presentada en Opción al Grado Científico de Dr. en Ciencias Agrícolas. INICA, La Habana, Cuba. 100 p.
2. Gordon, M., Camargo, B.; Franco, B. y González, S. 2006. Evaluación de la adaptabilidad y estabilidad de 14 híbridos de maíz, Azuero, Panamá. *Agronomía Mesoamericana*, 17 (2): 189-199.
3. García H. 2007. Fitomejoramiento Participativo en caña de azúcar, complementación necesaria de la mejora convencional. Propuesta de Proyecto de Investigación. La Habana, ETICA Villa Clara – Cienfuegos. INICA. Ministerio del Azúcar, 30 p.
4. Jorge H, Jorge Ibis y Bernal N. (Editores). 2010. Catálogo. Nuevas Variedades de Caña de Azúcar. La Habana, Cuba. INICA. 100 p.
5. Hernández, A., J.M Pérez, D. Bosch y N. Castro. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba: Instituto de Suelos. La Habana, Cuba, INCA, 92 pp.
6. Jorge H, Jorge Ibis, Mesa JM y Bernal N (2011) Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. PUBLINICA, La Habana 320 p.

7. INICA. 2022. Taller Nacional de Variedades, Semilla y Sanidad Vegetal. Cienfuegos. Cuba. 91 p.
8. Martins, A. L. M y Landell, G. A. (1995). Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-deaçúcar utilizados no programa Cana IAC. Pindorama: Instituto Agrônomo: p. 2-14.

**Anexo 1.** Reacción de los nuevos cultivares a las Pruebas de resistencia realizadas en la UEB INICA-Matanzas (Jovellanos)

<b>Cultivares</b>	<b>Carbón</b>	<b>VMCA</b>	<b>Escaldadura Foliar</b>	<b>Roya</b>
C10-160	Inmune	Inmune	Muy Resistente	A. Resistente
C10-157	Inmune	Inmune	Resistente	A. Resistente
C10-171	Inmune	Inmune	Resistente	A. Resistente
C09-152	Inmune	Inmune	Muy Resistente	A. Resistente
C09-155	Inmune	Inmune	Muy Resistente	Intermedia
C10-163	Muy Resistente	Inmune	Resistente	A. Resistente
C10-166	Intermedia	Inmune	Resistente	A. Resistente
C09-154	<b>Moderadamente Susceptible</b>	Inmune	<b>Susceptible</b>	Resistente
C86-12	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Resistente
C90-469	Resistente	Intermedia	Resistente	Intermedia
C323-68	<b>Muy Altamente Susceptible</b>	Resistente	<b>Susceptible</b>	<b>Altamente Susceptible</b>
C86-156	Resistente	Intermedia	<b>Altamente Susceptible</b>	<b>Susceptible</b>
C92-325	Resistente	Resistente	<b>Susceptible</b>	Resistente
C95-416	Resistente	Intermedia	Resistente	Resistente
C97-445	Resistente	Intermedia	Resistente	Resistente
C98-357	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
B80250	<b>Muy Altamente Susceptible</b>	<b>Altamente Susceptible</b>	<b>Altamente Susceptible</b>	Intermedia