

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Influencia del tiempo de tratamiento hidrotérmico en el porcentaje de brotación, producción de caña y control de enfermedades de la semilla propagada por esquejes

### Influence of hydrothermal treatment time on the percentage of sprouting, cane production and control of seed diseases propagated by cuttings

Héctor Jorge Suárez\* , Alberto González Marrero ,  
Yosel Pérez Pérez , Oscar Suárez Benítez 

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), km 2 ½, carretera a la CUJAE, Boyeros, La Habana, Cuba, CP 19390

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 03/10/2019  
Aceptado: 01/05/2020

#### CONFLICTOS DE INTERESES

No se declaran conflictos de interés entre autores ni con la Institución.

#### CORRESPONDENCIA

Héctor Jorge Suárez  
[hector.jorge@INICA.azcuba.cu](mailto:hector.jorge@INICA.azcuba.cu)



#### RESUMEN

El trabajo se realizó con el objetivo de determinar la influencia que ejerce el tiempo de tratamiento hidrotérmico en la semilla reproducida por esquejes en las variables porcentajes de brotación, producción de caña y en el control de enfermedades, para lo que se plantó un experimento en el Banco de Semilla Básico (BSB) de Cienfuegos en noviembre de 2017. En el estudio fueron evaluados tres tratamientos hidrotérmico (50,5 °C 3 horas (Control), 50,5 °C 2 horas y 51 °C 1 hora) en cinco cultivares. Las variables estudiadas fueron porcentaje de brotación a los 60 días de plantado, diagnóstico por UMELISA ante la escaldadura foliar, tinción de los vasos del xilema (diagnóstico de oficio), rendimiento agrícola y sus componentes, a los diez meses de edad. Se empleó el diseño de bloque al azar con tres repeticiones y se realizaron análisis de varianza, simple y bifactorial, prueba de comparación de medias mediante prueba Múltiple de Rango con décima de Tukey y el Análisis de Conglomerados (*Cluster Analysis*). Los resultados ofrecieron que el tratamiento de 51 °C a 1 hora superó en el porcentaje de brotación y en la producción de caña a los dos restantes y que no hubo diferencias en el diagnóstico por UMELISA. En el diagnóstico de oficio en todas las muestras presentaron más de un 85 % aptitud de los vasos del xilema.

**Palabras clave:** diagnóstico, tratamiento hidrotérmico, tinción, vasos del xilema

## ABSTRACT

The work came true for the sake of determining the influence that exercises the passage of time of hydrothermic treatment in the seed reproduced by cuttings in the variables percentages of brotation, production of cane and in disease control, for what refused to compromise an experiment in the Basic Seed Bank (BSB) of Cienfuegos in November 2017. In the study they were once three treatments were evaluated hydrothermic (50,5 °C 3 hours (Test), 50,5 °C 2 hours and 51 °C 1 hour) in five cultivars. The studied variables were percentage from brotation at 60 days of planted, diagnostic for UMELISA in front of the scald foliating, tinction of the vessels of the xylem (diagnosis officially), agricultural performance and its components, at ten elderly months. He used the random block design with three repetitions and came true analysis of variance, simple and bi-factorial, try comparative of stockings by means of Multiple proof of rank with test of Tukey and the Analysis of Conglomerates (Cluster Analysis). The results made an offer that the treatment of 51 °C surpassed in the percentage of brotation and in the sugarcane production to the two remainders and that there were no differences in the diagnostic for UMELISA. In the diagnosis officially in all the samples they presented more of an 85 % aptitude of the xylem vessels.

**Keyword:** diagnostic, hydrothermic treatment, tinction, xylem vessels

## INTRODUCCIÓN

En el cultivo de caña de azúcar es de suma importancia la utilización de material propagativo de alta calidad, ya que es utilizado para la reproducción de las plantaciones (Jorge *et al.*, 2019). Lo anteriormente planteado justifica la necesidad de continuar realizando investigaciones en las diferentes categorías de semilla con variedades adaptadas y altamente productivas con la intención de incrementar la producción (calidad y rentabilidad) de los ingenios (Alfaro *et al.*, 2007).

Una industria de semilla fuerte es fundamental para el abastecimiento de material de propagación vigoroso a los productores y para el desarrollo perspectivo del sector agropecuario. La plantación de la caña de azúcar con simiente certificada, es el paso más simple e importante para elevar los rendimientos del cultivo, como parte integral de la estrategia de manejo agronómico del mismo (Jorge *et al.*, 2018).

Es importante destacar además los problemas que presentan en la brotación los cultivares cuando son sometidos a tratamientos térmicos largos, por lo que se hace necesario evaluar la efectividad de este, tanto en la brotación de las

yemas, en la efectividad del control de las enfermedades y en la producción agrícola.

El trabajo tuvo como objetivo determinar la influencia del tiempo de tratamiento hidrotérmico en el porcentaje de brotación, producción de caña y control de enfermedades de la semilla propagada por esquejes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Banco de Semilla Básico (BSB) de Cienfuegos, ubicado en la localidad de Espartaco, sobre suelos Pardos vértico sin carbonato (Hernández *et al.*, 2015). Fue plantado un experimento en el mes de noviembre de 2017 y cosechado en el mes de septiembre del 2018 con 10 meses de edad. La Tabla 1 refleja los tratamientos empleados.

El área de las parcelas del experimento 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 (Jorge *et al.* 2011). Las variables estudiadas fueron, diagnóstico por UMELISA ante la escaldadura foliar, tinción de los vasos del xilema (diagnóstico de oficio), rendimiento

**Tabla 1.** Cultivares y tratamientos estudiados

No.	Cultivares	Tratamientos
1	C86-12	1- 50,5 °C 3 horas (Control)
2	C90-469	2- 50,5 °C 2 horas
3	C86-156	3- 51 °C 1 hora
4	C85-102	
5	Co997	

agrícola y sus componentes (número de tallos  $m^{-1}$  y longitud de los tallos), a los diez meses de edad, también se evaluó el porcentaje de brotación a los 60 días de plantado. Se empleó el diseño de bloque al azar con tres repeticiones, se realizaron análisis de varianza, simple y bifactorial, prueba de comparación de medias mediante prueba Múltiple de Rango con dócima de Tukey ( $p < 0,01$  y  $p < 0,05$ ) y el Análisis de Conglomerados (Cluster Analysis), en este análisis (Clúster) se empleó el método del vecino más lejano con la distancia euclidiana.

En el diagnóstico por UMELISA se tomaron de forma aleatoria en cada parcela 25 hojas +3 (según la nomenclatura de Kwiiper (Dillewijn, 1975)) y 25 tallos. El muestreo para la tinción de los vasos del xilema con safranina se realizó por parcela, donde se tomaron tres muestras y cada muestra estuvo integrada por 3 tallos seleccionados al azar (Chagas y Tokeshi, 1994).

Los datos originales de las variables estudiadas, fueron evaluados respecto a su normalidad mediante la prueba de chi

cuadrado, las variables porcentajes de brotación, porcentaje de los vasos funcionales y los resultados del análisis por UMELISA (porcentaje de muestras con presencia de la bacteria *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson)), no cumplieron con esa exigencia por lo que fue necesario utilizar en las dos primeras la transformación de raíz cuadrada del arco seno de (x) dividido entre 100, mientras que en la tercera se empleó el coseno del valor de esta variable. El rendimiento agrícola fue estimado acorde con lo reportado por Martins y Landell (1995), los estudios fueron conducidos según las Normas y Procedimientos para el Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba (Jorge *et al.*, 2011).

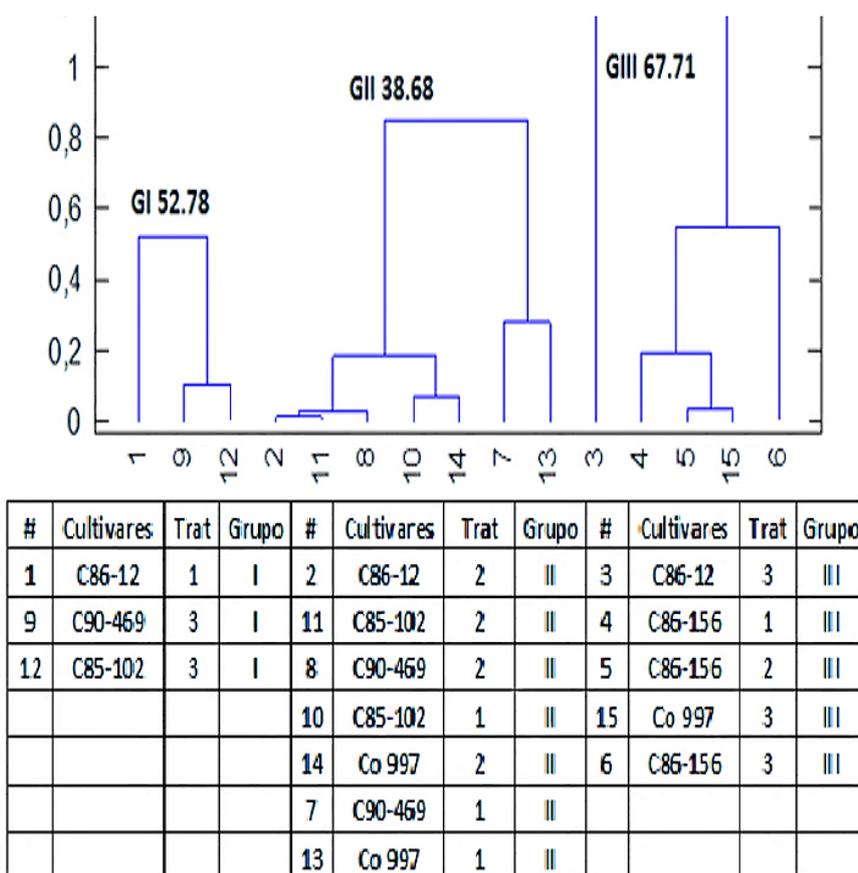
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 reflejó diferencias significativas entre los cultivares, tratamientos y en la interacción. La Figura 1 mostró la formación de tres grupos, donde el GIII alcanzó el mayor porcentaje de brotación (67,71 %) integrado

**Tabla 2.** Análisis de varianza del porcentaje de brotación (60 días)

F. Variación	G.L.	C. Medios	Sig.
Cultivares	4	956,18	**
Tratamientos	2	1719,1	**
Var x Trat	8	153,05	**
Error	30	37,30	
X ± ES	51,16 ± 3,5		

G.L Grados de Libertad, Sig. Significación estadística al 99 % (\*\*) y 95 % (\*) de probabilidad



**Figura 1.** Resultados de la Interacción cultivares x tratamientos en la variable porcentaje de brotación a los 60 días de plantado

por los cultivares C86-12 y Co997 con el tratamiento 3, así como C86-156 en los tres tratamientos evaluados, lo que acreditó que el factor cultivar puede incidir en el resultado a alcanzar. Seguido del grupo tres, resultó el GI (52,78 %) donde predominó en ambos casos el tratamiento 3 (51 °C) durante 1 hora. El GII logró el 38,68 % de brotación integrado por cuatro cultivares con los tratamientos 1 y 2 (50,5 °C durante dos y tres horas). Estos resultados evidencian que los tratamientos

hidrotérmico largos afectan la brotación de la caña de azúcar.

La tinción de los vasos del xilema ofreció significación para la interacción cultivares por tratamientos (Tabla 3). La Figura 2 expresó que los tres grupos formados alcanzaron más de un 87 % de aptitud de los vasos del xilema ratificando la calidad de la semilla y el rigor del tratamiento hidrotérmico realizado. Jorge *et al.*, (2011) describieron que entre los parámetros de tolerancia para la certificación de la semilla

**Tabla 3.** Análisis de varianza para el diagnóstico de oficio (porcentaje de los vasos funcionales del xilema)

F. Variación	G.L.	C. Medios	Sig.
Cultivares	4	16,60	*
Tratamientos	2	15,32	n.s.
Var x Trat	8	4,92	**
Error	30	6,27	
X ± ES	93,27 ± 1,45		

Sig. -significación estadística; n.s. - sin diferencias estadística al 99 % (\*\*) y 95 ( %) de probabilidad

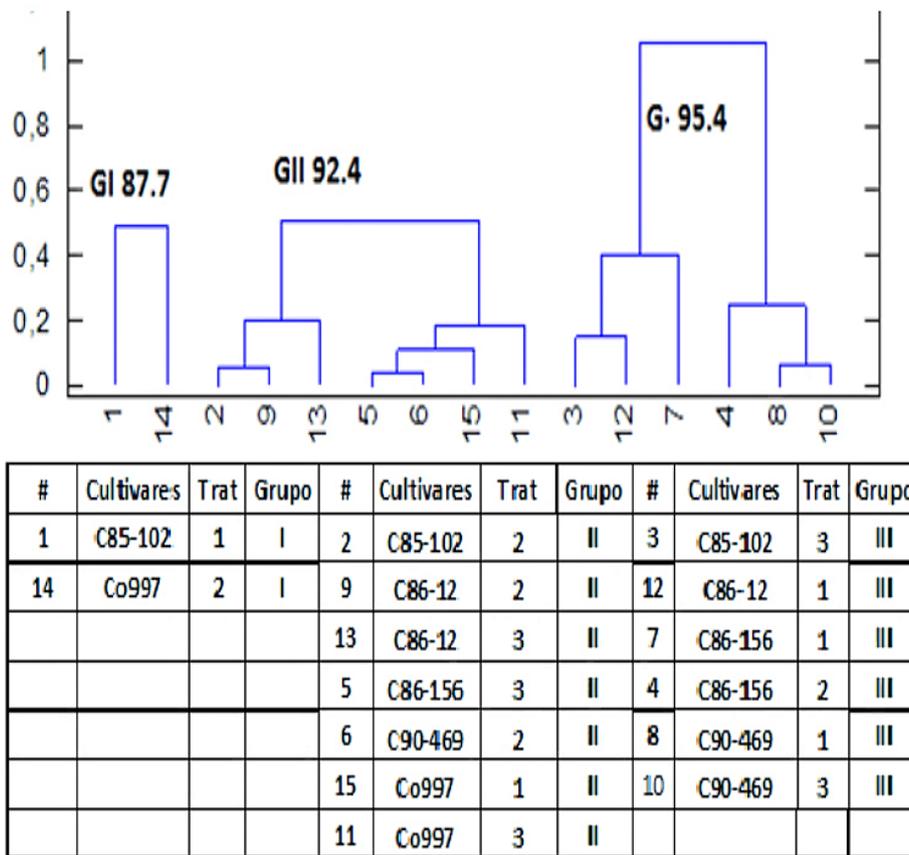


Figura 2. Resultados de la Interacción cultivares x tratamientos en el porcentaje de vasos funcionales del xilema

debe presentar como mínimo 85 % de aptitud de los vasos funcionales del xilema.

La Tabla 4 reveló que de 45 observaciones solo el 11 % (cinco casos) tuvo la presencia de la bacteria *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson mediante el diagnóstico por UMELISA, mientras que en el diagnóstico de oficio alcanzaron valores superiores al 93 % de aptitud de los vasos del xilema, es de destacar que de las 45 observaciones 18 corresponden con los cultivares C86-156 y C85-102, ambos susceptibles a esta patología (INICA, 2019) sin embargo, la presencia de la bacteria estuvo en dos y una ocasión respectivamente, lo que corrobora la calidad de la simiente y del tratamiento hidrotérmico recibido. El diagnóstico por UMELISA permite diagnosticar la presencia o ausencia de la bacteria, pero no calificar la calidad de la semilla, por lo que es importante la combinación de los dos diagnósticos para la toma de decisiones.

Jorge *et al.* (2016) señalaron la importancia de realizar tratamientos hidrotérmicos efectivos

y ratificar la factibilidad de la tinción de los vasos vasculares como método alternativo para evaluar la efectividad del tratamiento térmico.

Los resultados de la Tabla 5 expresaron que hubo diferencias significativas en la interacción en las variables números de tallos por metro y las t caña ha<sup>-1</sup>, mientras que en la longitud solo lo fue para los factores cultivares y tratamientos. La Figura 3 mostró que los mejores resultados en esta variable lo fueron para los cultivares C86-156, C90-469 y Co997 tratados a 51 °C durante 1 hora (grupo IV) y los peores para C85-102, C86-12, C90-469 y Co997 con el tratamiento de 50,5 °C con 2 horas de duración (grupo II), lo que confirma la importancia de no realizar tratamientos hidrotérmicos largos, ya que afecta la brotación de las yemas de los esquejes y por consiguiente el porcentaje de población de las áreas plantadas.

La Figura 4 expresó que la producción agrícola fue superior para los Grupos IV y III compuestos mayormente por los cinco cultivares estudiados con el tratamiento de 51 °C durante 1 hora, los

**Tabla 4.** Resultados de los diagnóstico por UMELISA y de oficio (porcentaje de los vasos funcionales del xilema)

Cultivares	Tratamientos	Réplicas	Diagn hojas	Diagn tallo	V.F. (%)
C86-156	T1 50,5 ° C 3 h	1	-	-	96,7
C86-156	T1 50,5 ° C 3 h	2	-	-	97
C86-156	T1 50,5 ° C 3 h	3	-	-	97,3
C86-156	T2 50,5 ° C 2 h	1	+	+	94,6
C86-156	T2 50,5 ° C 2 h	2	-	-	95,9
C86-156	T2 50,5 ° C 2 h	3	-	-	91,9
C86-156	T3 51 ° C 1 h	1	+	+	94
C86-156	T3 51 ° C 1 h	2	-	-	93,6
C86-156	T3 51 ° C 1 h	3	-	-	90,3
C86-12	T1 50,5 ° C 3 h	1	-	-	92,4
C86-12	T1 50,5 ° C 3 h	2	-	-	95,6
C86-12	T1 50,5 ° C 3 h	3	+	+	98,8
C86-12	T2 50,5 ° C 2 h	1	+	+	94,02
C86-12	T2 50,5 ° C 2 h	2	-	-	91,2
C86-12	T2 50,5 ° C 2 h	3	-	-	91,1
C86-12	T3 51 ° C 3 h	1	-	-	94,4
C86-12	T3 51 ° C 3 h	2	-	-	87,2
C86-12	T3 51 ° C 3 h	3	-	-	94,4
C85-102	T1 50,5 ° C 3 h	1	-	-	91,4
C85-102	T1 50,5 ° C 3 h	2	-	-	88,3
C85-102	T1 50,5 ° C 3 h	3	-	-	85,03
C85-102	T2 50,5 ° C 2 h	1	-	-	96,8
C85-102	T2 50,5 ° C 2 h	2	-	-	93,1
C85-102	T2 50,5 ° C 2 h	3	-	-	96,6
C85-102	T3 51 ° C 3 h	1	+	+	95,8
C85-102	T3 51 ° C 3 h	2	-	-	96,6
C85-102	T3 51 ° C 3 h	3	-	-	95,3
C90-469	T1 50,5 ° C 3 h	1	-	-	97,3
C90-469	T1 50,5 ° C 3 h	2	-	-	94,6
C90-469	T1 50,5 ° C 3 h	3	-	-	91,8
C90-469	T2 50,5 ° C 2 h	1	-	-	91,8
C90-469	T2 50,5 ° C 2 h	2	-	-	94,4
C90-469	T2 50,5 ° C 2 h	3	-	-	89,2
C90-469	T3 51 ° C 1 h	1	-	-	97,6
C90-469	T3 51 ° C 1 h	2	-	-	97,3
C90-469	T3 51 ° C 1 h	3	-	-	94,1
Co997	T1 50,5 ° C 3 h	1	-	-	95,8
Co997	T1 50,5 ° C 3 h	2	-	-	94
Co997	T1 50,5 ° C 3 h	3	-	-	92,2
Co997	T2 50,5 ° C 2 h	1	-	-	86,1
Co997	T2 50,5 ° C 2 h	2	-	-	85,4
Co997	T2 50,5 ° C 2 h	3	-	-	89,5
Co997	T3 51 ° C 1 h	1	-	-	92,3
Co997	T3 51 ° C 1 h	2	-	-	88,5
Co997	T3 51 ° C 1 h	3	-	-	96,1

Diagn - Diagnóstico; V.F. - Vasos funcionales del xilema (%)

**Tabla 5.** Análisis de varianza para los componentes del rendimiento agrícola y las t caña ha<sup>-1</sup>

F. Variación	G.L.	Número de tallos m <sup>-1</sup>		Longitud del tallo		t caña ha <sup>-1</sup>	
		C.M.	Sig.	C.M.	Sig.	C.M.	Sig.
cultivares	4	41,85	**	11344,3	*	2722,53	**
Tratamientos	2	210,7	**	77006,3	**	17909	**
Var x Trat	8	17,15	**	5883,31	ns	1160,86	**
Error	30	4,95		3639,23		189,15	
X ± ES		7,78 ± 0,74		193,01 ± 20,11		58,25 ± 7,94	

C.M. Cuadrados medios; Sig. - significación estadística al 99 %(\*\*) y al 95 % (\*) de probabilidad; Trat - Tratamiento; Var - Cultivares

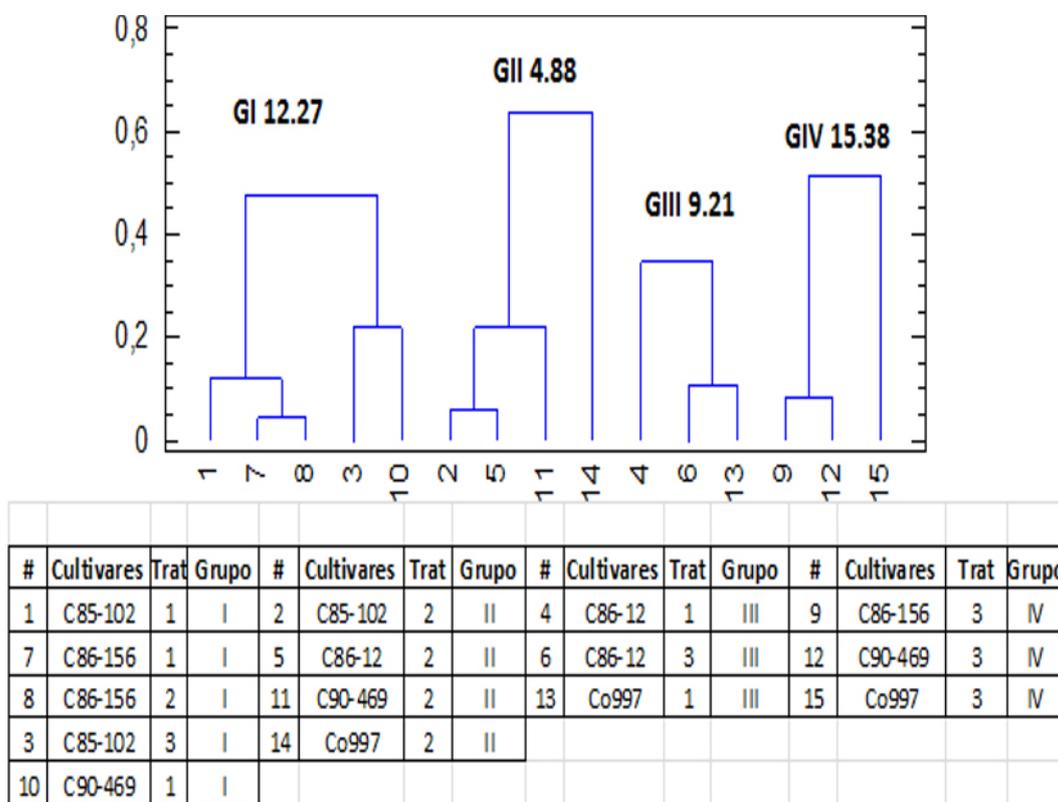
Grupos II y I fueron los de más bajo rendimiento formados íntegramente por los cultivares objeto de estudios con los dos tratamientos hidrotérmicos largos. Queda evidenciado que los tratamientos I y II tienen una influencia superior en la afectación sobre la brotación, la población lo que posteriormente se puede ver reflejado en una menor producción cañera.

El cultivar C86-156 adquirió mayor longitud del tallo que Co997 y el tratamiento III (51°C

durante 1 hora) en esta variable fue superior al I y II (50,5 °C de 3 y 2 horas) (Figura 5).

### CONCLUSIONES

El porcentaje de brotación a los 60 días de plantado el estudio, y la producción de caña por unidad de superficie fueron superiores para todos los cultivares cuando se les realizó el tratamiento de 51 °C durante 1 hora. El diagnóstico por UMELISA reflejó que solo el 11 % de los casos (en cinco ocasiones, 3 con



**Figura 3.** Resultados de la Interacción cultivares x tratamientos en la variable números de tallos m<sup>-1</sup>

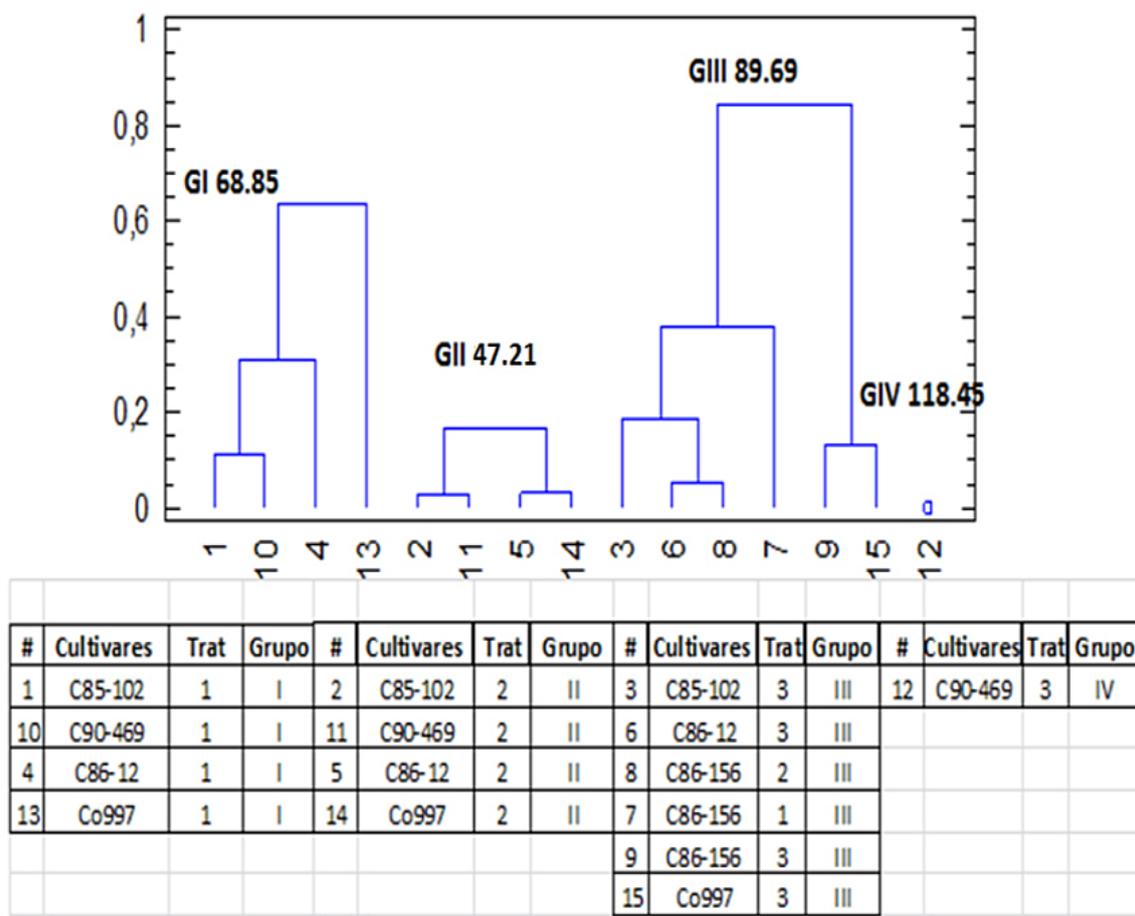


Figura 4. Resultados de la Interacción cultivares x tratamientos en la variable t caña ha<sup>-1</sup>

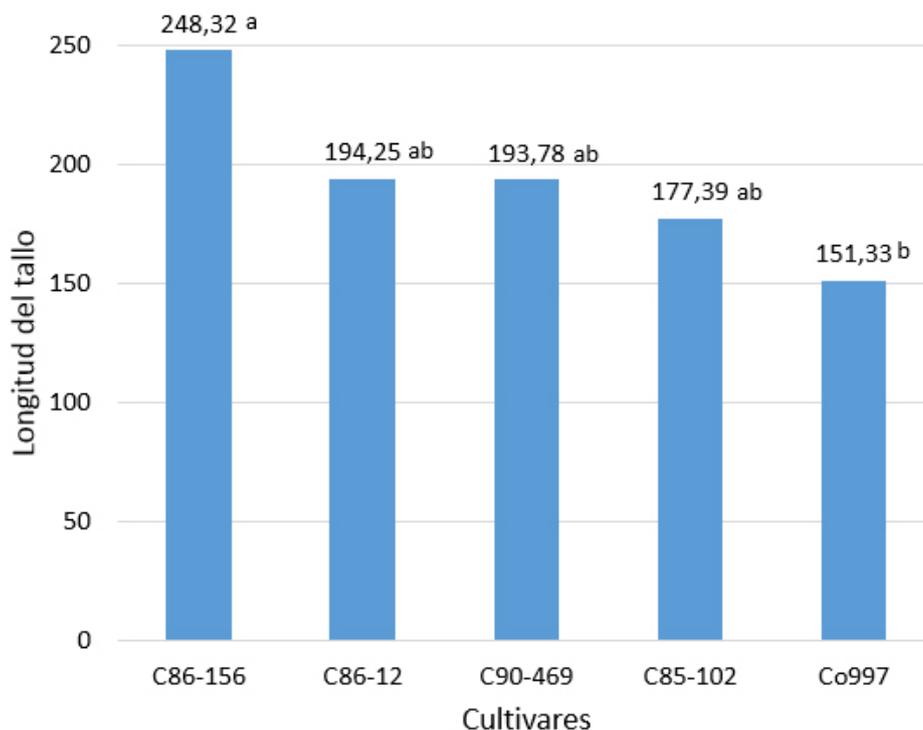
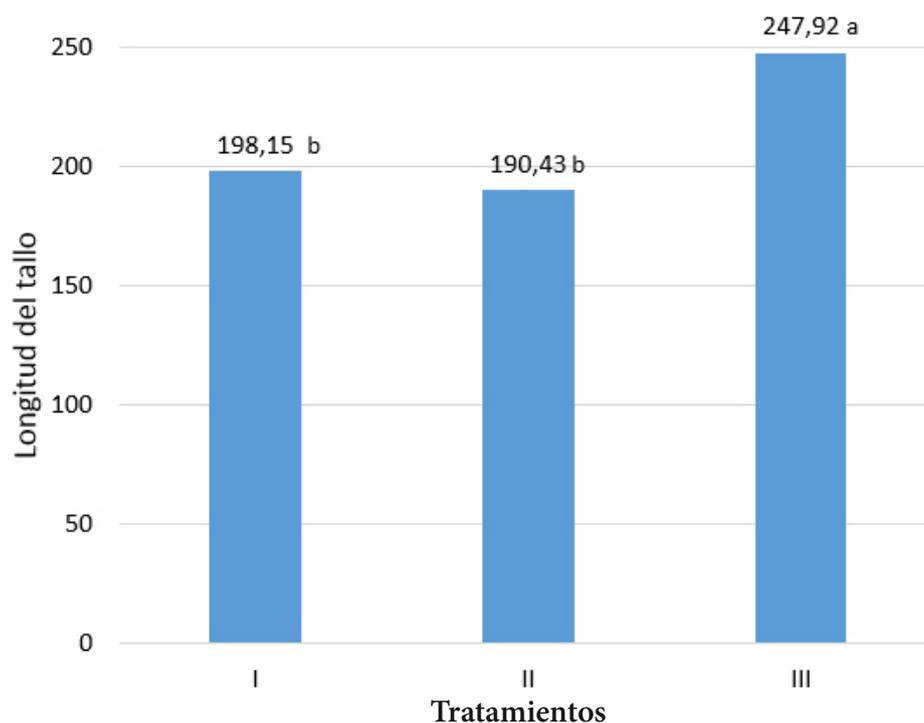


Figura 5a. Diferencias entre los cultivares en la variable altura de los tallos



**Figura 5b.** Diferencias entre los tratamientos en la variable altura de los tallos

tratamientos largos 50,5 °C de dos y tres horas y dos con el tratamiento de 51 °C una hora) mostraron la presencia de la bacteria *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson en las hojas y el tallo, sin embargo la aptitud de los vasos del xilema en los asuntos antes señalados fue superior al 94 %, lo que confirma que el tiempo de tratamiento no es el factor determinante en la erradicación de la apariencia de la bacteria y en la calidad de la simiente.

### CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR

**Héctor Jorge Suárez:** Conceptualizó el Proyecto de Investigaciones, planificó su diseño y formuló los objetivos generales de la investigación. Interpretó los resultados del análisis estadístico y redactó el borrador del manuscrito.

**Alberto González Marrero:** Contribuyó en la aplicación de las técnicas estadísticas utilizadas para analizar o sintetizar los datos de estudio obtenidos. Hizo la revisión del borrador y recomendó modificaciones, supresiones y adiciones en el mismo.

**Yosel Pérez Pérez:** Desarrolló y diseñó las metodologías seguidas en la ejecución del experimento para el diagnóstico de las enfermedades; participó en el muestreo foliar y de los tallos de los diferentes tratamientos y cultivares evaluados.

**Oscar Suárez Benítez:** Fue el responsable de la gestión, coordinación, planificación y ejecución de las actividades de investigación.

### BIBLIOGRAFÍA

- ALFARO, R., CHAVARRÍA, E., CHAVES, M. 2007. Recomendaciones Técnicas para el Establecimiento y Manejo de Semilleros Básicos de Caña de Azúcar en Costa Rica. Grecia, Costa Rica, LAICA-DIECA, 22 p.
- CHAGAS, P. R. P and TOKESHI, H. 1994. Staining by transpiration methods for diagnosis of ratoon stunting disease in sugarcane. *Current Trends Sugarcane Pathology*, p. 159-162.
- DILLEWIJN, V. 1975. Botánica de la Caña de Azúcar. Edición revolucionaria, La Habana,

- Cuba, Inst. del Libro, 139 p.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J. M., BOSCH, D. y CASTRO, N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba: Instituto de Suelos. La Habana, Cuba, INCA, 92 pp.
- INICA. 2019. Informe de la XXVI Reunión Nacional de Variedades, Semilla y Sanidad Vegetal, AZCUBA, Cuba, 84 pp.
- JORGE, H., DELGADO, I., VERA, A., *et al.* 2016. Uso de la soca como semilla categorizada de caña de azúcar. *Centro Agrícola*, 43 (2): 66-75.
- JORGE, H., GONZÁLEZ, R., CASAS, M. y JORGE, I. 2011. Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. La Habana, Cuba, PUBLINICA, 308 p.
- JORGE, H., GONZÁLEZ, A., MENÉNDEZ, A. y VERA, A. 2018. Influencia de la longitud de los esquejes y la cantidad de yemas por metro en la brotación y población de la caña de azúcar. *Revista ATAC*, No 3, p. 9-12.
- JORGE, H., GONZÁLEZ, A., *et al.* 2019. Influencia del corte mecanizado de la semilla en la brotación y población de la caña de azúcar. *Revista ATAC*, No 1, pp. 35-40.
- MARTÍNS, A. L. M. y LANDELL, G. A. 1995. Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-deaçúcar utilizados no programa Cana IAC. Pindorama, Sao Paulo, Brasil, Instituto Agrônômico: p. 2-14.



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