

# Eficiencia del tratamiento hidrotérmico en la producción de caña y control de *Xanthomonas albilineans*, en semilla categorizada de caña de azúcar

José A. Dranguet-Isbert, Héctor Jorge-Suárez, Alberto González-Marrero, Antonio Vera-Mendes, Olga Lidia Vega y Efraín Rodríguez-Hernández  
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA).  
Carretera a CUJAE, km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba.  
\* [jose.dranguet@inica.azcuba.cu](mailto:jose.dranguet@inica.azcuba.cu)

## RESUMEN

El trabajo se realizó con el objetivo de determinar la eficiencia del tratamiento hidrotérmico en la semilla reproducida por esquejes, para lo que se plantó un experimento en el Banco de Semilla Básico de Santi Spíritus, en noviembre de 2018, cosechado en caña planta (2019) y retoño con 10 meses de edad (2020). 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 (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson), tinción de los vasos del xilema (diagnóstico de oficio), rendimiento agrícola y sus componentes. 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 dócima de Tukey y el Análisis de conglomerados (Cluster Analysis). Los resultados ofrecieron que el tratamiento de 51 °C, 1 hora, resultó superior en el porcentaje de brotación y en la producción de caña, que no hubo diferencias en el diagnóstico por UMELISA, en el diagnóstico de oficio todas las muestras alcanzaron más del 85 % de aptitud de los vasos del xilema y se ratificó la factibilidad de la soca o primer retoño como semilla.

**Palabras clave:** tratamiento hidrotérmico, escaldadura foliar.

## ABSTRACT

The work was carried out with the objective of determining the efficiency of the hydrothermal treatment in the seed reproduced by cuttings, for which an experiment was planted in the Basic Seed Bank of Sancti Spiritus in November 2018 and harvested in plant cane (2019) and shoot with 10 months old (2020). In the study, three hydrothermal treatments (50.5 °C 3 hours (Control), 50.5 °C 2 hours and 51 °C 1 hours) were evaluated in five cultivars. The variables studied were percentage of sprouting 60 days after planting, diagnosis by UMELISA against foliar scald (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson), staining of xylem vessels (ex officio diagnosis), agricultural yield and its components. A randomized block design with three replications was used, and a simple and bifactorial analysis of variance was performed, as well as a comparison of means test using the Multiple Range test with Tukey's test and the Cluster Analysis. The results showed that the treatment of 51 °C at 1 hour was superior in the percentage of sprouting and in cane production, that there were no differences in the diagnosis by UMELISA, in the ex officio diagnosis all the samples reached more than 85 % aptitude of the xylem vessels and the feasibility of the first shoot as seed was ratified.

**Key words:** hydrothermal treatment, foliar scald.

## 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 (1). 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.

La multiplicación agámica de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) favorece la diseminación de enfermedades ocasionadas por organismos patógenos entre las que se destacan: el mosaico (*Virus del mosaico de la caña de azúcar*), la escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dawson), el carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow) y el raquitismo de los retoños (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*) (2).

Uno de los factores que limita la producción de caña de azúcar es el empleo de semilla de baja calidad fitosanitaria, ya que en ocasiones se utilizan simientes de las áreas comerciales no procedente del encadenamiento del sistema de semilla (Básica, Registrada y Certificada), las que pueden presentar afectaciones por enfermedades (3).

Es importante destacar, al mismo tiempo, 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 en la brotación de las yemas, en la efectividad del control de las enfermedades y en la producción agrícola.

Diferentes autores (4) señalaron que el uso de la soca o primer retoño como semilla categorizada ha sido un tema muy controversial en Cuba, pues como prevención se ha recomendado no usarla en la cadena de semilla, principalmente en los semilleros básicos y registrados. No obstante, el alto costo de la producción de semilla, aspecto señalado de forma reiterada por los productores y la utilización de esta cepa en países como Colombia (5), Argentina (6, 7), Costa Rica (8), evidencia la necesidad de hacer una revisión del tema, con vistas a perfeccionar el Sistema cubano de semilla.

El trabajo tiene como objetivo establecer una metodología que permita determinar la eficacia del tiempo de tratamiento hidrotérmico en el porcentaje de brotación, producción de caña y control de enfermedades de la Semilla básica y registrada propagada por esquejes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Banco de Semilla Básico (BSB) de Sancti Spíritus, ubicado en la localidad de Arroyo Blanco, municipio de Jatibonico, sobre suelos Pardos con carbonato (9). Fue plantado un experimento en el mes de noviembre del 2018 y cosechado en caña planta en el mes de septiembre del 2019, mientras que en retoño lo fue en julio del 2020 en ambas cepas, con 10 meses de edad. La tabla 1 refleja los tratamientos empleados.

**Tabla 1.** Cultivares y tratamientos estudiados

Cultivares	Tratamientos
C86-12	T1- 50.5 °C 3 hora
C86-156	T2- 50.5 °C 2 hora
C90-469	T3- 51 °C 1 hora
C98-357	
CP52-43	

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 y Procedimientos para el Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba (10). Las variables estudiadas fueron, rendimiento agrícola (t caña ha<sup>-1</sup>), diagnóstico por UMELISA para la presencia de *Xanthomonas albilineans*, tinción de los vasos del xilema (diagnóstico de oficio, TVX), 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 (Clúster 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) (11). Se empleó el kit AGDIA propuesto para micro ELISA y transferido a la tecnología ultra microanalítica (UMELISA) (12). La tinción de los vasos del xilema con safranina se realizó por parcela, se tomaron tres muestras y cada una estuvo integrada por tres tallos; también seleccionados al azar. Se empleó la metodología descrita por (13).

Para estimar el diámetro y la altura en cada parcela fueron elegidos, al azar, 20 tallos; mientras que la población se valoró con el conteo total de los tallos de los dos surcos centrales de cada parcela del experimento, dividido entre el largo de surco (7.50 m).

Los datos originales de las variables estudiadas fueron evaluados, respecto a su normalidad, mediante la prueba de Chi cuadrado, las variables porcentaje 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 y 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 el Instituto Agronómico de Brasil (14).

Los estudios fueron conducidos según las Normas y Procedimientos para el Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba (10).

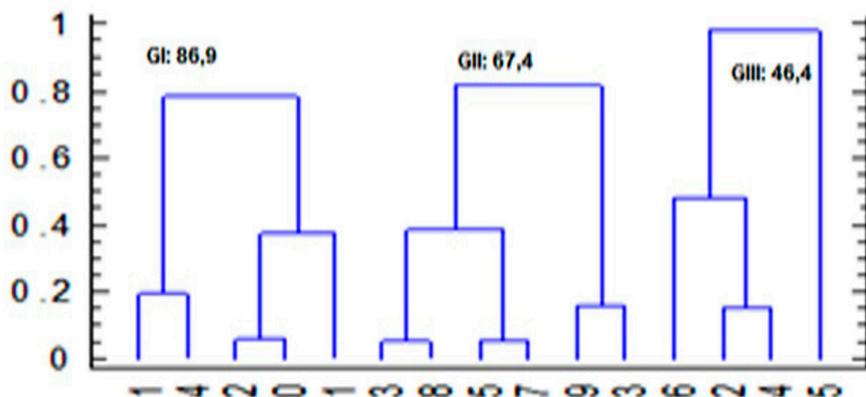
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caña planta

La tabla 2 muestra diferencias significativas entre los cultivares, tratamientos y en la interacción. La figura 10 revela la formación de tres grupos: el grupo I (GI) alcanzó el mayor porcentaje de brotación (86.9 %) compuesto por los cultivares CP52-43 y C86-156 en los tratamientos II y III, así como C98-357 en el tratamiento III, que avaló que el factor cultivar puede incidir en el resultado. Los resultados más bajos se observaron en el grupo III, que estuvo integrado por tres variedades, con los tratamientos I y II (50.5 °C, durante dos y tres horas). Estos resultados evidencian que los tratamientos hidrotérmicos largos afectan la brotación de la caña de azúcar (3).

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

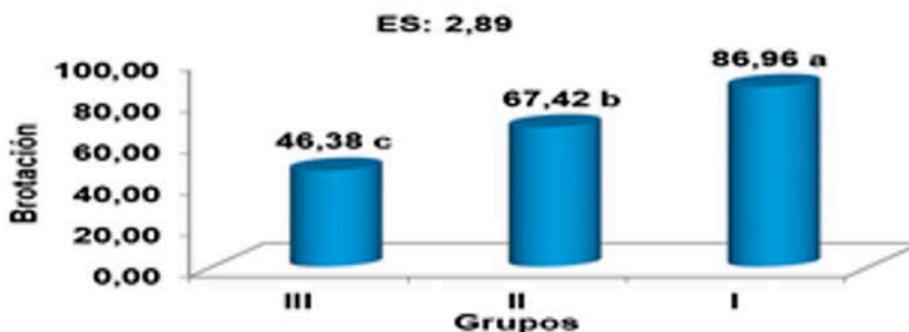
F. Variación	S. Cuadrado	G.L	C. Medios	Sign.	F-Ratio	P-Value
Variedades	5257.27	4	1314.32	**	28.36	0.00
Tratamientos	5900.73	2	2950.36	**	63.67	0.00
Var x Trat	1033.32	8	129.17	*	2.79	0.02
Error	1390.2	30	46.34			
X ± ES	68.37 ± 2.27					



No.	Cultivares	Trat.	Grup.	No.	Cultivares	Trat.	Grup.	No.	Cultivares	Trat.	Grup.
1	CP 52-43	3	I	3	CP 52-43	1	II	6	C98-357	1	III
4	C98-357	3	I	8	C86-12	2	II	12	C86-156	2	III
2	CP 52-43	2	I	5	C98-357	2	II	14	C90-469	1	III
10	C86-156	3	I	7	C86-12	3	II	15	C90-469	1	III
11	C86-156	2	I	9	C86-12	1	II				
				13	C90-469	3	II				

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

La validación de los grupos formados en el análisis de Clúster quedó representada en la figura 2, en la que el grupo I superó a los grupos II y III, este último también fue superado por el grupo II.



Medias con letras diferentes sobre barras en cada variable indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey para  $p < 0.05$ .

Figura 2. Diferencia entre los grupos, en la variable porcentaje de brotación, a los 60 días de plantado.

El Análisis de varianza para las t caña ha<sup>-1</sup>, expresó diferencias significativas para las variables cultivares y tratamientos (tabla 3). Los genotipos CP52-43, C86-156 y C98-357 superaron a la C90-469, mientras que C86-12 alcanzó resultados comparables con las cuatro variedades antes señaladas (figura 3). El disímil comportamiento entre los genotipos, en cualquier variable estudiada, es un resultado esperado porque son genéticamente diferentes y, aunque provienen de una base genética estrecha (15), la caña de azúcar es un poliploide complejo que permite expresar sus diferencias (16).

El comportamiento diferente entre los tratamientos ratificó que, a medida que se incrementan los tratamientos hidrotérmicos largos disminuye la producción cañera, lo que puede estar ocasionado por lo antes señalado, referente a la afectación de la brotación (figura 4).

**Tabla 3.** Análisis de varianza para las t caña ha<sup>-1</sup>, caña planta

F. Variación	S. Cuadrado	G.L	C. Medios	Sign.
<b>Cultivares</b>	7457.61	4	1864.4	**
<b>Tratamientos</b>	3051.92	2	1525.96	*
<b>Cult x Trat</b>	3205.86	8	400.73	n.s
<b>Error</b>	8676.69	30	289.22	
<b>X ± ES</b>	117.83 ± 9.82			



Medias con letras diferentes sobre barras en cada variable indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey para  $p < 0.05$ .

**Figura 3.** Comparación entre los cultivares, variable t caña ha<sup>-1</sup>, cepa caña planta.



Medias con letras diferentes sobre barras en cada variable indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey para  $p < 0.05$ .

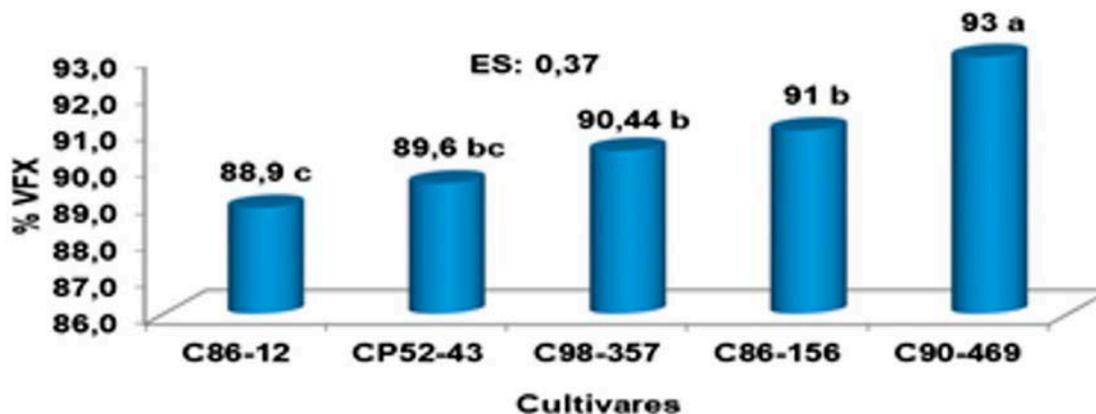
**Figura 4.** Comparación entre los tratamientos, variable t caña ha<sup>-1</sup>, cepa caña planta.

La tinción para determinar el porcentaje de los vasos del xilema (VFX) ofreció significación para los cultivares y tratamientos (tabla 4). La figura 6 muestra que la C90-469 superó al resto de los genotipos estudiados, alcanzó los valores más bajos la C86-12, todos superiores al 85 %, lo que ratificó la calidad de la semilla y el rigor del tratamiento hidrotérmico realizado. Algunos autores (10) describieron que, entre los parámetros de tolerancia para la certificación de la semilla, está la aptitud de los vasos funcionales del xilema estos no deben ser inferiores al 85 %.

La figura 7 reveló que el tratamiento 3 (51 °C durante 1 hora), superó los tratamientos hidrotérmicos largos (50.5 °C durante 2 y 3 horas).

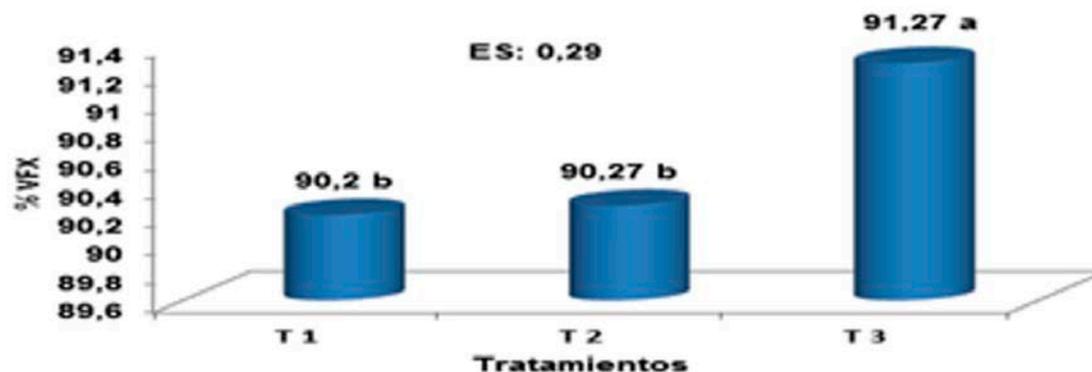
**Tabla 4.** Análisis de varianza para el porcentaje de los vasos funcionales del xilema (Diagnóstico de oficio VFX), cepa caña planta

F. Variación	S. Cuadrado	G.L	C. Medios	Sign.
Cultivares	89.64	4	22.41	**
Tratamientos	10.71	2	5.36	*
Cult. x Trat	8.62	8	1.08	n.s
Error	36.0	30	1.2	
X ± ES	90.58 ± 0.63			



Medias con letras diferentes sobre barras en cada variable indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey para  $p < 0.05$ .

**Figura 5.** Comparación entre los cultivares, variable porcentaje de los vasos funcionales del xilema (Diagnóstico de oficio VFX), cepa caña planta.



Medias con letras diferentes sobre barras en cada variable indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey para  $p < 0.05$ .

**Figura 6.** Comparación entre los tratamientos, variable porcentaje de los vasos funcionales del xilema (Diagnóstico de oficio VFX), cepa caña planta.

La tabla 5 reveló que, de 45 observaciones, solo el 2.2 % (un caso) tuvo la presencia de la bacteria *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson, mediante el diagnóstico por UMELISA, mientras que en el diagnóstico de oficio alcanzó valores del 92 % de aptitud de los vasos del xilema, es de destacar que la de las 45 observaciones solo el cultivar C86-156 con el tratamiento a 51 °C durante una hora fue positivo, variedad susceptible a esta patología (17). El diagnóstico por UMELISA permite determinar 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. En la producción

**Tabla 5.** Resultados de los diagnósticos por UMELISA y de oficio (porcentaje de los vasos funcionales del xilema)

Variedades	Tratamiento	# Réplicas	Diag de las hojas	% VFX
C86-12	T-1 50.5 ° C 3 h	1	-	89
C86-12	T-1 50.5 ° C 3 h	2	-	88
C86-12	T-1 50.5 ° C 3 h	3	-	89
C86-12	T-2 50.5 ° C 2 h	1	-	87
C86-12	T-2 50.5 ° C 2 h	2	-	90
C86-12	T-2 50.5 ° C 2 h	3	-	89
C86-12	T-3 51 ° C 1 h	1	-	88
C86-12	T-3 51 ° C 1 h	2	-	91
C86-12	T-3 51 ° C 1 h	3	-	89
C86-156	T-1 50.5 ° C 3 h	1	-	91
C86-156	T-1 50.5 ° C 3 h	2	-	90
C86-156	T-1 50.5 ° C 3 h	3	-	90
C86-156	T-2 50.5 ° C 2 h	1	-	89
C86-156	T-2 50.5 ° C 2 h	2	-	92
C86-156	T-2 50.5 ° C 2 h	3	-	92
C86-156	T-3 51 ° C 1 h	1	-	91
C86-156	T-3 51 ° C 1 h	2	+	92
C86-156	T-3 51 ° C 1 h	3	-	92
C90-469	T-1 50.5 ° C 3 h	1	-	93
C90-469	T-1 50.5 ° C 3 h	2	-	92
C90-469	T-1 50.5 ° C 3 h	3	-	94
C90-469	T-2 50.5 ° C 2 h	1	-	93
C90-469	T-2 50.5 ° C 2 h	2	-	90
C90-469	T-2 50.5 ° C 2 h	3	-	92
C90-469	T-3 51 ° C 1 h	1	-	94
C90-469	T-3 51 ° C 1 h	2	-	95
C90-469	T-3 51 ° C 1 h	3	-	94
C98-357	T-1 50.5 ° C 3 h	1	-	91
C98-357	T-1 50.5 ° C 3 h	2	-	90
C98-357	T-1 50.5 ° C 3 h	3	-	91
C98-357	T-2 50.5 ° C 2 h	1	-	89
C98-357	T-2 50.5 ° C 2 h	2	-	90
C98-357	T-2 50.5 ° C 2 h	3	-	91
C98-357	T-3 51 ° C 1 h	1	-	90
C98-357	T-3 51 ° C 1 h	2	-	92
C98-357	T-3 51 ° C 1 h	3	-	90
CP52-43	T-1 50.5 ° C 3 h	1	-	88
CP52-43	T-1 50.5 ° C 3 h	2	-	89
CP52-43	T-1 50.5 ° C 3 h	3	-	89
CP52-43	T-2 50.5 ° C 2 h	1	-	88
CP52-43	T-2 50.5 ° C 2 h	2	-	91
CP52-43	T-2 50.5 ° C 2 h	3	-	90
CP52-43	T-3 51 ° C 1 h	1	-	91
CP52-43	T-3 51 ° C 1 h	2	-	90
CP52-43	T-3 51 ° C 1 h	3	-	90

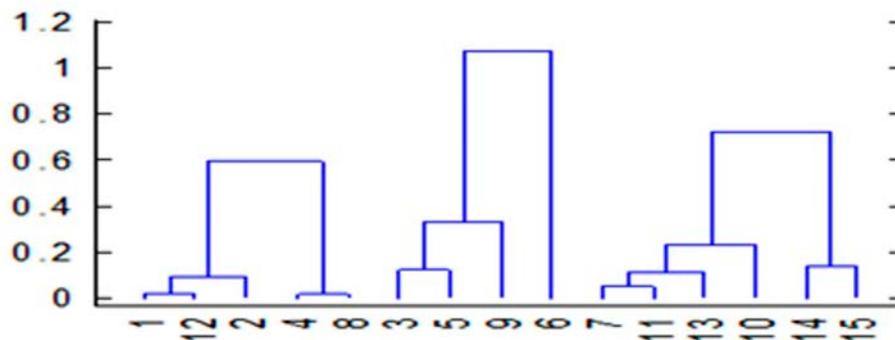
de semilla es importante realizar tratamientos hidrotérmicos efectivos y formalizar la tinción de los vasos vasculares, como método alternativo para evaluar la efectividad del tratamiento térmico (4).

### Resultados de la cepa primer retoño (soca)

El análisis de varianza para la  $t$  caña  $ha^{-1}$  exhibió diferencias significativas para los factores cultivares, tratamientos y la interacción cultivar por tratamiento (tabla 6). En el análisis de agrupamiento (figura 7) se apreció la formación de tres grupos, que fueron reafirmados en la figura 8 con diferencias significativas entre ellos. El grupo II logró la mayor producción agrícola, conformado por los genotipos C86-12, C90-469 y C86-156 con el tratamiento III, también lo integró el último cultivar antes referido con el tratamiento II. Los resultados menos productivos fueron del grupo III, integrado mayoritariamente por tres cultivares, con los tratamientos hidrotérmicos largos (tratamientos I y II). Estos resultados confirmaron lo expresado en caña planta, pues se señaló que los tratamientos de  $50.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante tres y dos horas, afectan la brotación, lo que se ve reflejado posteriormente en la población y en la producción cañera. La relación existente entre los porcentajes de brotación y población, como indicadores importantes para lograr incrementar la  $t$  caña  $ha^{-1}$ , ha sido expresada por diferentes autores (18).

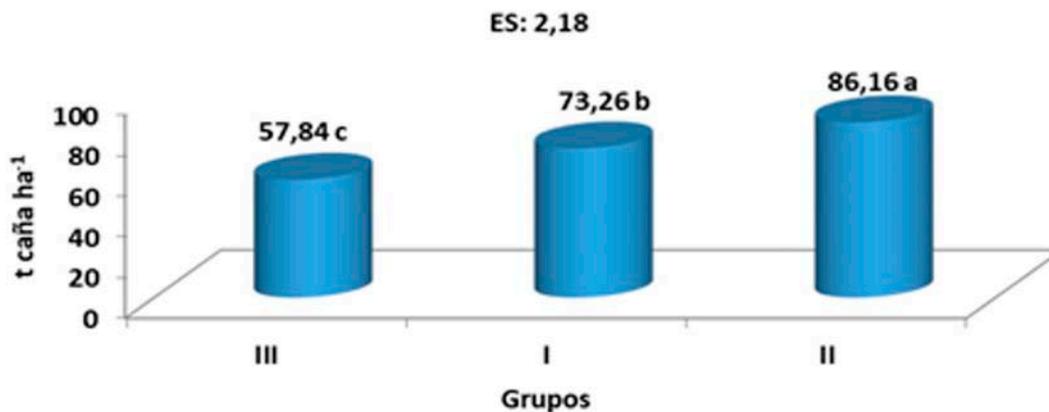
**Tabla 6.** Análisis de varianza para las  $t$  caña  $ha^{-1}$ , primer retoño

F. Variación	S. Cuadrado	G.L	C. Medios	Sign.
Cultivares	3832.91	4	958.228	**
Tratamientos	2130.99	2	1065.49	**
Cult. x Trat	664.232	8	83.029	*
Error	915.068	30	30.5023	
$X \pm ES$	$70.53 \pm 3.19$			



casos	Cultivares	Trat.	Grup.	casos	Cultivares	Trat.	Grup.	casos	Cultivares	Trat.	Grup.
1	C86-12	1	I	3	C86-12	3	II	7	C90-469	1	III
12	C98-357	3	I	5	C86-156	2	II	11	C98-357	2	III
2	C86-12	2	I	9	C90-469	3	II	13	CP52-43	1	III
4	C86-156	1	I	6	C86-156	3	II	10	C98-357	1	III
8	C90-469	2	I					14	CP52-43	2	III
								15	CP52-43	3	III

**Figura 7.** Resultados de la interacción cultivares x tratamientos en la variable  $t$  caña  $ha^{-1}$ , cepa primer retoño.



Medias con letras diferentes sobre barras en cada variable indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey para  $p < 0.05$ .

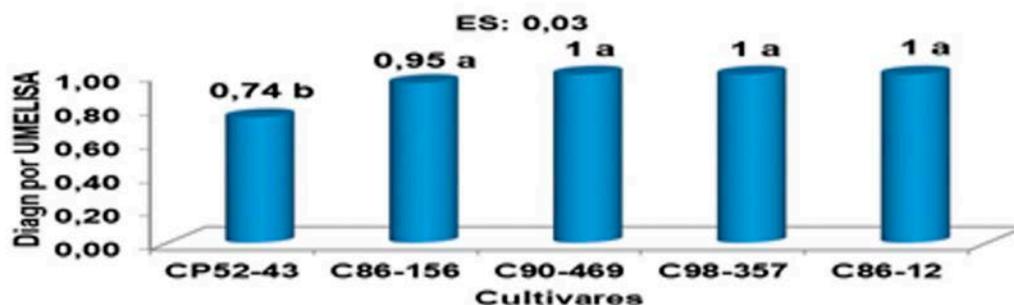
**Figura 8.** Diferencias entre los grupos en la variable t caña ha<sup>-1</sup>, cepa primer retoño.

El análisis de varianza (tabla 7) expresó diferencias significativas para los cultivares en el diagnóstico serológico por UMELISA y para los tratamientos en el porcentaje de los vasos funcionales del xilema. Los genotipos C86-12, C98-357, C90-469, C86-156 superaron a la CP52-43, que resultó la de mayor presencia de la bacteria (figura 9). De las cinco variedades estudiadas tres son resistentes o tolerantes a la escaldadura foliar, mientras que las C86-156 y CP52-43 son susceptibles (17), ambas fueron diagnosticadas como positivas (tabla 8); la primera en una ocasión, mientras la segunda, en cinco (13 % del total de las observaciones); sin embargo, en todos los casos, el porcentaje de los vasos del xilema (VFX), fue superior al 85 % de funcionalidad (el mínimo permisible es de 85 %), lo que ratifica la calidad de la simiente para su uso como material de plantación.

En la figura 10 se observó que los tratamientos III y II superaron al tratamiento I; no obstante, todos mostraron valores superiores al 85 %.

**Tabla 7.** Análisis de varianza para el diagnóstico por UMELISA y el porcentaje de vasos funcionales del Xilema, primer retoño

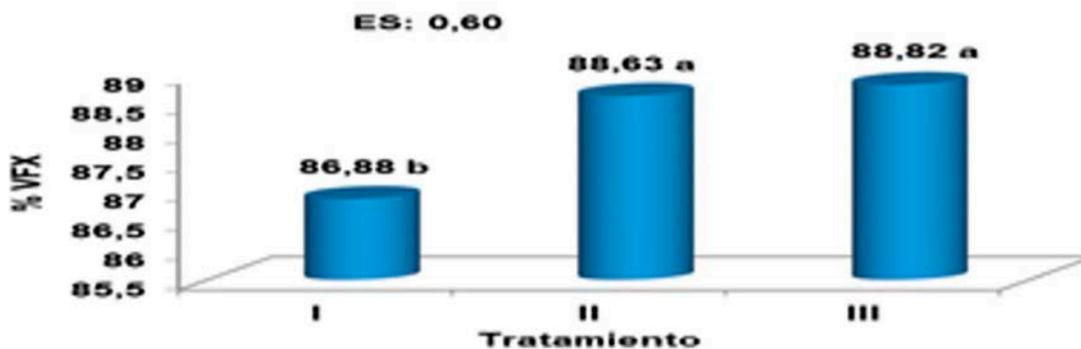
F. Variación	Diagnóstico por UMELISA				% Vasos funcionales del xilema		
	S. Cuadrado	G.L	C. M	Sign	S. Cuadrado	C. M	Sign
Cultivares	0.44	4	0.11	**	32.52	8.13	n.s
Trat	0.03	2	0.01	n.s	34.36	17.18	*
Cult. x Trat	0.21	8	0.03	n.s	20.75	2,59	n.s
Error	0.42	30	0.01		164.58	5.49	
X ± ES	0.94 ± 0,07				88.11 ± 1.35		



**Figura 9.** Resultados del diagnóstico por UMELISA en los cultivares, primer retoño.

**Tabla 8.** Resultados de los diagnósticos por UMELISA y para el porcentaje de los vasos funcionales del xilema

Variedad	Tratamiento	Replicas	UMELISA	STM
C86-12	T-1 50.5 ° C 3 h	1	-	85.10
C86-12	T-1 50.5 ° C 3 h	2	-	85.10
C86-12	T-1 50.5 ° C 3 h	3	-	88.60
C86-12	T-2 50.5 ° C 2 h	1	-	85.70
C86-12	T-2 50.5 ° C 2 h	2	-	92.30
C86-12	T-2 50.5 ° C 2 h	3	-	87.10
C86-12	T-3 51 ° C 1 h	1	-	87.00
C86-12	T-3 51 ° C 1 h	2	-	87.40
C86-12	T-3 51 ° C 1 h	3	-	91.10
C86-156	T-1 50.5 ° C 3 h	1	+	86.60
C86-156	T-1 50.5 ° C 3 h	2	-	87.80
C86-156	T-1 50.5 ° C 3 h	3	-	88.00
C86-156	T-2 50.5 ° C 2 h	1	-	88.50
C86-156	T-2 50.5 ° C 2 h	2	-	88.70
C86-156	T-2 50.5 ° C 2 h	3	-	93.40
C86-156	T-3 51 ° C 1 h	1	-	94.30
C86-156	T-3 51 ° C 1 h	2	-	87.80
C86-156	T-3 51 ° C 1 h	3	-	90.00
C90-469	T-1 50.5 ° C 3 h	1	-	87.50
C90-469	T-1 50.5 ° C 3 h	2	-	87.70
C90-469	T-1 50.5 ° C 3 h	3	-	86.50
C90-469	T-2 50.5 ° C 2 h	1	-	86.30
C90-469	T-2 50.5 ° C 2 h	2	-	88.20
C90-469	T-2 50.5 ° C 2 h	3	-	86.50
C90-469	T-3 51 ° C 1 h	1	-	86.80
C90-469	T-3 51 ° C 1 h	2	-	87.50
C90-469	T-3 51 ° C 1 h	3	-	86.30
C98-357	T-1 50.5 ° C 3 h	1	-	88.80
C98-357	T-1 50.5 ° C 3 h	2	-	85.50
C98-357	T-1 50.5 ° C 3 h	3	-	88.80
C98-357	T-2 50.5 ° C 2 h	1	-	88.50
C98-357	T-2 50.5 ° C 2 h	2	-	85.30
C98-357	T-2 50.5 ° C 2 h	3	-	90.80
C98-357	T-3 51 ° C 1 h	1	-	85.60
C98-357	T-3 51 ° C 1 h	2	-	85.60
C98-357	T-3 51 ° C 1 h	3	-	85.60
CP52-43	T-1 50.5 ° C 3 h	1	+	85.60
CP52-43	T-1 50.5 ° C 3 h	2	-	87.00
CP52-43	T-1 50.5 ° C 3 h	3	-	87.20
CP52-43	T-2 50.5 ° C 2 h	1	+	86.40
CP52-43	T-2 50.5 ° C 2 h	2	+	91.60
CP52-43	T-2 50.5 ° C 2 h	3	+	90.20
CP52-43	T-3 51 ° C 1 h	1	+	85.70
CP52-43	T-3 51 ° C 1 h	2	-	87.10
CP52-43	T-3 51 ° C 1 h	3	-	92.30



Medias con letras diferentes sobre barras en cada variable indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey para  $p < 0.05$ .

**Figura 10.** Resultados del porcentaje de los vasos funcionales del xilema en los tratamientos en los cultivares, primer retoño.

## CONCLUSIONES

1. El porcentaje de brotación, a los 60 días de plantado el estudio, fue superior para los cultivares CP52-43 y C86-156 en los tratamientos II (50.5 °C, 2 horas) y III (51 °C, 1 hora), así como el cultivar C98-357 en el tratamiento III.
2. El diagnóstico por UMELISA reflejó que, solo el 2.22 % de los casos en caña planta (en una ocasión) hubo presencia de la bacteria *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson en las hojas, mientras que en retoño fue el 13.33 % (en 6 ocasiones); sin embargo, la aptitud de los vasos del xilema, en las dos cepas estudiadas, fue superior al 85 %, 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.
3. La producción de caña ( $t \text{ caña ha}^{-1}$ ) en la cepa de caña planta fue superior para el Tratamiento III (51 °C, 1 hora) y en el retoño tres de los cuatro integrantes del grupo II (el de mayor rendimiento cañero) del Clúster pertenecen al tratamiento III, que está en correspondencia con la brotación que es afectada por los tratamientos hidrotérmicos largos (tratamientos II y III).
4. El uso de la soca o primer retoño como semilla es posible siempre que se trabaje con rigor en su producción, ya que presentó calidad fitosanitaria demostrada con diagnóstico por UMELISA negativo en más del 86 % de las muestras y un porcentaje de aptitud de los vasos del xilema, superior al 85 %, para la presencia de *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson.

## RECOMENDACIONES

1. Emplear en el Esquema de Semilla del cultivo de la Caña de Azúcar en Cuba el tratamiento de 51 °C, durante una hora en sustitución del de 50.5 °C, tres horas en las plantaciones de semilla básica y registrada I.
2. Explotar la soca como semilla, preferentemente en cultivares de caña de azúcar resistentes o tolerantes a la Escaldadura Foliar (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson), pues es económicamente viable y su uso está influenciado del rigor con que se trabaje a través de la cadena de semilla.
3. Ratificar la tinción de los vasos vasculares como método alternativo para evaluar la efectividad del tratamiento térmico y la calidad de la simiente.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Jorge, H., González, A, Marrero., Menéndez, A; Sierra y Vera, A; Méndez: 2019. Influencia del corte mecanizado de la semilla en la brotación y población de la caña de azúcar. Instituto de Investigaciones de la caña de azúcar. Revista ATAC No 1 enero – abril: 35-40.
2. Glyn L 2005. Pests and diseases of sugarcane. Sugar Cane Int 23 (1): 3-14. 2.
3. Jorge, H.; A. González, Y. Pérez y O. Suárez. 2020. Influencia del tiempo de tratamiento hidrotérmico en el porcentaje de brotación, producción de caña y control de enfermedades de la semilla propagada por esquejes. Centro Agrícola 47 (3): 33-42.
4. Jorge, H., I. Delgado., A. Vera., S. Guillen., J. R. Gómez y O. Suárez. 2016. Uso de la soca como semilla categorizada de caña de azúcar. Centro Agrícola. 43 (2). Abril-junio. ISSN papel: 0253-5785. ISSN on line: 2072-2001 CE: 4915 CF: cag092162078 <http://cagricola.uclv.edu.cu>: 66-75.
5. Victoria, J.I. y H. Calderón: 1995. El Cultivo de la Caña en la Zona Azucarera de Colombia. Establecimiento de Semilleros y Multiplicación de Variedades. Ed. C. D. Cassalet., J.S. Torres., C.H. Isaacs. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia: 115-129. ISBN: 958-33-0283-X.
6. Villar, L. 2002. Caña de Azúcar. En: Agricultura II, Compilación 62. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Educación Agraria. Buenos Aires, Argentina: 69-75.
7. Digonzelli, Patricia., E. Romero y J. Giardidna: 2009. Comparación de la calidad de semilla de caña de azúcar en el segundo corte según el método de saneamiento. Sección Caña de Azúcar. Subprograma Agronomía. Rev. Industrial y Agrícola de Tucumán. 86 (1): 1-8.
8. Chávez., M. y E. Chavarría Soto: 2011. Programa Nacional para la Producción de Semilla Mejorada de Caña de Azúcar en Costa Rica. Liga Agrícola e Industrial de la Caña de Azúcar de Costa Rica. San José. Costa Rica. Agosto: 9-25.
9. Hernández, A., J.M. Pérez., D. Bosch y N. Castro: 2015. Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (MES), Instituto de Suelos (MINAG). ISBN: 978-959-7023-77-7: 91p.
10. Jorge, H., Ibis Jorge., J.M. Mesa y N. Bernal: 2011. Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. La Habana. Cuba. PUBLINICA: 308p.
11. Dillewijn, Van, 1975. Botánica de la Caña de Azúcar. Edición revolucionaria. La Habana. Instituto del Libro: 139 pp.
12. Pérez Y. 2019. Contribución al Sistema Evaluativo de la Resistencia de Cultivares de Caña de Azúcar frente a la Escaldadura Foliar (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson) en Cuba. Tesis en Opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas. 158 pp.
13. Chagas PRP and Tokeshi H. 1994 Staining by transpiration methods for diagnosis of ratoon stunting disease in sugarcane. Current Trends Sugarcane Pathology: 159-162.
14. Martín, A. L. M. y G.A Landell. 1995. Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-de açúcar utilizados no programa Cana IAC. Pindorama, Sao Paulo, Brasil, Instituto Agronômico: p. 2-14.
15. Puchades, Yaquelin., R. Rodríguez, J. Arteches, N. Bernal, H. Jorge y María Teresa. Cornides. 2009. Base Genética de los cultivares de caña de azúcar explotados comercialmente en Cuba entre 1965 y 2008. Ciencias en su PC, (4): 71-87.
16. Delgado I., H. Jorge H, J.R. Gómez JR y María Teresa Cornides. 2021. Estudio de la interacción genotipo-ambiente en cultivares de caña de azúcar, con el empleo de nuevas herramientas estadísticas, Revista ICIDCA. Vol. 55 No.2 La Habana. Cuba. 3-13p.
17. INICA. 2019. Informe de la XXVI Reunión Nacional de Variedades, Semilla y Sanidad Vegetal, AZCUBA, Cuba, 84 pp.
18. Jorge, H., A. González, A. Menéndez, y A. Vera. 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.