

## **SELECCIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN LOS ESTADOS II, III Y III INCREMENTO DEL PROGRAMA DE VARIEDADES DE CENGICAÑA, EN LA ZAFRA 2020-2021**

**Aldo Salazar<sup>1</sup>, Salomón García<sup>2</sup> y Alvaro Pérez<sup>3</sup>**

**<sup>1</sup>Fitomejorador, <sup>2</sup>Fitopatólogo y <sup>3</sup>Técnico Fitomejorador del Programa de Variedades de CENGICAÑA.**

### **RESUMEN**

El Programa de Variedades de CENGICAÑA tiene como objetivo de la calidad, liberar al menos dos variedades para uso comercial. Para lograr este objetivo CENGICAÑA estableció una estrategia que incluye la evaluación y selección de variedades, mediante el establecimiento de experimentos, en los que se busca que los materiales en evaluación se adapten a los estratos altitudinales de la zona cañera de Guatemala, y se clasifican de acuerdo a su hábito de floración. Para ello, las variedades se evalúan en cinco estados de selección. Este documento presenta los resultados de la selección de variedades de caña de azúcar en los estados II, III y III incremento, durante la zafra 2020-2021. En cada estado de selección se establecieron experimentos divididos de acuerdo a su hábito de floración (con flor y sin flor) en dos estratos altitudinales (medio y litoral). Bajo este esquema, en el estado II se evaluaron cuatro ensayos constituidos por 17,778 variedades CG18 y 52 variedades introducidas; en el estado III se establecieron cuatro ensayos, donde se evaluaron un total de 492 variedades CG16 y variedades introducidas; y en el estado III incremento se establecieron cuatro ensayos, los cuales estuvieron constituidos por 191 variedades CG15 y variedades introducidas. Las selecciones se realizaron mediante la evaluación y análisis de diversas variables, entre las que destacan: Brix %, aspecto de planta y reacción a enfermedades. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: 1) selección de 298 variedades CG18 y 30 variedades introducidas en el estado II para conformar el próximo estado III, 2) selección de 101 variedades CG16 y variedades introducidas en el estado III para establecer el estado III incremento, 3) selección de 53 variedades CG15 y variedades introducidas para conformar los ensayos de la 20ª. Prueba Regional. En conclusión, los resultados obtenidos en los estados II, III y III incremento en la zafra 2020-2021, muestran que los criterios de selección aplicados en cada estado de selección, han permitido la selección de variedades que reúnen las características ideales para ajustarse a los requisitos solicitados por el cliente.

**Palabras clave:** estado II, estado III, estado III incremento, variedades, brix, aspecto de planta

## **SELECTION OF SUGARCANE VARIETIES IN STAGES II, III AND III-INCREASE OF THE CENGICAÑA VARIETY PROGRAM, IN THE HARVEST SEASON 2020-2021**

by

**Aldo Salazar Ochoa<sup>1</sup>, Salomón García<sup>2</sup> and Alvaro Pérez<sup>3</sup>**  
**<sup>1</sup>CENGICAÑA's Plant Breeder, <sup>2</sup>CENGICAÑA's Plant Pathologist and <sup>3</sup>CENGICAÑA's Plant Breeder Assistant**

### **ABSTRACT**

The CENGICAÑA Sugarcane Variety Program, has the quality management system objective to release at least two varieties for commercial use. To achieve this objective, CENGICAÑA established a strategy that includes the evaluation and selection of varieties, adapted to the differed altitudinal strata of the sugarcane zone of Guatemala, and are classified according to its flowering habit. For this, the varieties are evaluated in five selection stages. This paper presents the results of the selection of sugarcane varieties in stages II, III and III-increase, in the 2020-2021 season. In each selection state, experiments were established divided according to their flowering pattern (flowering and non-flowering) into two altitudinal strata (medium and coastal). Under this scheme, in state II, four trials consisting of 17,778 CG18 varieties and 52 introduced varieties were evaluated; in state III, four trials were established, where a total of 492 varieties CG16 and introduced varieties were evaluated; and in the state III-increase, four trials were established, which consisted of 191 varieties CG15 and introduced varieties. The selections were made by evaluating and analyzing various variables, including: Brix%, plant aspect and reaction to diseases. The results obtained were as follows: 1) selection of 298 CG18 varieties and 30 introduced varieties in state II to form the next state III, 2) selection of 101 varieties CG16 and introduced varieties in state III to establish state III-increase, 3) selection 53 varieties CG15 and varieties introduced to make up the trials of the 20th. Regional Trial. In conclusion, the results obtained in stages II, III and III-increase in the 2020-2021 season, show that the selection criteria applied in each selection state have allowed the selection of varieties that meet the ideal characteristics to adjust to the requirements requested by the customer.

Keywords: state II, state III, state III-increase, varieties, brix, plant aspect

## INTRODUCCIÓN

El Programa de Variedades de CENGICAÑA tiene como meta liberar anualmente al menos dos variedades para producción comercial que reúnan los requisitos establecidos con el cliente en su Sistema de Gestión de la Calidad. Los requisitos del cliente están relacionados con la productividad de azúcar, resistencia a enfermedades, características agronómicas y adaptabilidad. Para responder a lo anterior, el Programa de Variedades fue establecido con una estrategia general, la cual contempla tres componentes principales: 1) creación de la variabilidad genética, 2) evaluación y selección y 3) liberación de variedades nuevas (Orozco, 2005).

El componente evaluación y selección, que contempla el establecimiento de cinco estados de selección, está diseñado para identificar los genotipos superiores con los requisitos establecidos del cliente, para zonas altitudinales específicas y de maduración natural temprana y tardía. Como respuesta a estos requerimientos, a partir de los estados tempranos de selección II y III los genotipos son clasificados de acuerdo a su hábito de floración en dos grupos: materiales genéticos con flor y materiales genéticos sin flor, y se establecen ensayos en dos estratos altitudinales: a) estrato medio a 300 msnm, y b) estrato litoral a 30 msnm (Orozco *et al.*, 2012); la razón de ubicarlos en estos dos estratos altitudinales es debido que la respuesta a la selección es diferenciada en cada localidad. Los estados II y III presentan la característica de ser grandes en número de variedades y en área, y por lo tanto requieren de un proceso más detallado en las observaciones de campo que permitan tomar las mejores decisiones en la selección.

En este trabajo se presentan los resultados de la evaluación y selección de variedades de caña de azúcar en los estados II, III y III incremento, durante la zafra 2020-2021, para garantizar el flujo de variedades en el esquema de selección de variedades de CENGICAÑA.

## OBJETIVOS

Evaluar y seleccionar variedades CG18 y variedades introducidas, VI del estado II para su posterior evaluación en el estado III del esquema de selección de variedades de CENGICAÑA

Evaluar y seleccionar variedades CG16 y VI del estado III, que integrarán el estado III incremento de variedades del esquema de selección de variedades de CENGICAÑA

Evaluar y seleccionar variedad CG15 y VI del estado III Incremento para su posterior evaluación en el estado IV del esquema de selección de variedades de CENGICAÑA

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización:** los experimentos fueron establecidos en dos localidades de la zona cañera de Guatemala:

- a) Sub Estación Experimental del Estrato Medio (SubEEEM) ubicada en las fincas El Bálsamo y San Bonifacio del ingenio Pantaleón; y
- b) Sub Estación Experimental del Estrato Litoral (SubEEEL) ubicada en la finca El Retazo del ingenio Magdalena.

**Material vegetal:** en el estado II se evaluaron variedades CG18 y variedades introducidas (VI); en el estado III se evaluaron variedades CG16 y VI; y en el estado III incremento se evaluaron variedades CG15 y VI (Cuadro 1). En cada experimento se incluyeron las variedades CG02-163 y CP72-2086 como testigos. Además se incluyeron otras variedades como testigo que son de interés o importancia comercial. Los

experimentos de incremento se establecieron con el propósito de multiplicar semilla agámica para establecer el estado IV (20ª. Prueba Regional).

**Cuadro 1. Materiales en evaluación en los estados II, III y III incremento, por estrato y hábito de floración**

Ubicación	Ensayo	Estado II		Estado III		Estado III incremento	
		Ident.	Número	Ident.	Número	Ident.	Número
SubEEEM	Con flor	CG18	4,380	CG16	75	CG15	41
	Sin flor	CG18	4,377	CG16	108	CG15	41
	Con flor	VI	0	VI	16	VI	22
	Sin flor	VI	0	VI	23	VI	0
SubEEEL	Con flor	CG18	4,516	CG16	104	CG15	21
	Sin flor	CG18	4,505	CG16	127	CG15	37
	Con flor	VI	52	VI	8	VI	11
	Sin flor	VI	52	VI	31	VI	18
<b>Total</b>			<b>17,882</b>		<b>492</b>		<b>191</b>

Ident. = Identificación; VI = Variedades Introducidas.

**Duración:** los ensayos se condujeron y evaluaron durante dos ciclos, plantía y primera soca, y la selección se efectuó en el ciclo de 1 Soca, durante la zafra 2020-2021.

**Siembra:** en el estado II, la siembra se efectuó en la primera quincena de diciembre del año 2018. En el estado III, la siembra de las variedades con flor se realizó en la segunda quincena de diciembre del año 2018, mientras que las variedades sin flor se sembraron en la segunda quincena de abril del año 2019. En el estado III incremento, el ensayo de variedades con flor se sembró en la primera quincena de enero 2020, y las variedades sin flor se sembraron en la primera quincena de abril del año 2020.

**Ámbito institucional:** todos los experimentos en evaluación fueron conducidos por el Programa de Variedades de CENGICAÑA, conjuntamente con los departamentos de investigación de los ingenios Pantaleón y Magdalena, para los estratos medio y litoral respectivamente.

**Unidad experimental y distancia de siembra:** en el estado II, cada unidad experimental estuvo constituida por un surco de 3-5 m de largo. En los ensayos del estado III, las unidades experimentales estuvieron constituidas por cuatro surcos de 5 m de largo, sembradas en dos repeticiones. En el estado III incremento, las variedades se sembraron en unidades experimentales constituidas por 14 surcos de 20 metros de largo. En todos los experimentos la distancia de siembra fue de 0.5 a 1.5 m entre surco.

**Variables registradas en el estado II:**

- 1. Aspecto de planta:** se mide mediante una escala de 1-5 siendo: 1 muy bueno, 2 bueno, 3 regular, 4 malo y 5 muy malo. La calificación es asignada según la valoración visual de la planta, tomando en cuenta los componentes del rendimiento de caña (población de tallos, altura de la planta y diámetro del tallo) y otras características. Las lecturas se hicieron a una edad entre 10 y 12 meses. Esta variable sirve para dar una valoración general a la apariencia visual del material genético y es una guía general para la selección.

- 2. Reacción a enfermedades:** las enfermedades se evalúan de acuerdo con el siguiente orden de importancia:

**Caña seca** -*Cephalosporium sacchari* (Butl.) = *Fusarium sacchari* (Gams)-;

**Escaldadura foliar** -*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson-;

**Carbón** -*Sporisorium scitamineum* (Syd.) Piepeming. = *Ustilago scitaminea* H. Syd. & P. Syd-;

**Roya Naranja** -*Puccinia kuehnii* (Kruger) Butler-;

**Roya Marrón** -*Puccinia melanocephala* H. Syd. & P. Syd-;

**Virus del Mosaico** -SCMV (Sugar Cane Mosaic Virus)-;

**Amarillamiento foliar** -Sugarcane Yellow leaf virus (ScYLV).

**Raya roja** -*Acidovorax avenae* subsp. *avenae* (Manns) Willems = *Pseudomonas rubrilineans* (Lee et al.) Stapp

La evaluación de las enfermedades se realizó utilizando una escala que va de cero (ausencia de síntomas) a 10 (alta presencia de síntomas y/o signos), excepto la Roya marrón y Roya naranja para las cuales se utilizó la escala de Purdy & Dean que mide incidencia de lesiones sobre la hoja y reacción de la planta ante la infección. Adicionalmente, se considera la presencia de otras enfermedades, como Mancha púrpura -*Dimeriella sacchari* (B. de Hann) Hansford- y Mancha amarilla -*Mycovellosiella koepkei* (Kruger) Deighton = *Cercospora koepkei* Kruger-, así como otras enfermedades de importancia secundaria relativa. La evaluación de enfermedades se realizó únicamente en las variedades que fueron preseleccionadas por aspecto de planta, a una edad entre 10 a 12 meses.

- 3. Refractometría en porcentaje (Brix):** se mide utilizando un refractómetro digital de mano. Se efectúa una lectura compuesta en tres diferentes tallos, obteniendo un total de tres lecturas por genotipo. Esta variable se mide con la finalidad de realizar un estimado del contenido de azúcar en cada uno de los materiales evaluados, a una edad entre 10 y 12 meses.
- 4. Nombramiento de las variedades CG18:** después de concluir la selección en el estado II, se le asignó un número definitivo a cada variedad seleccionada, el cual consiste en un número de hasta 3 dígitos, que corresponde a una numeración correlativa para cada selección realizada. Por ejemplo: CG18-1, CG18-10, CG18-100.

**Variables registradas y estimadas en el estado III:** se evaluaron las variables aspecto de planta y refractometría en porcentaje (Brix) de la misma manera que en el estado II. Las enfermedades se evaluaron en dos épocas, a los cinco y a los diez meses después de la siembra o después del corte, según sea el caso. Además, se consideraron otras variables, tales como:

1. Población de tallos molederos en la unidad experimental y por metro lineal
2. Altura promedio de la planta en metros.
3. Diámetro promedio de las plantas en milímetros.
4. Peso de cinco tallos en kg.
5. Peso promedio de un tallo en kg.
6. TCH estimado (toneladas de caña por hectárea).
7. Pol% caña en precosecha. Medida de la estimación de la concentración de azúcar en los tallos de la planta mediante el procedimiento de polarización.
8. Brix Precosecha (%). Muestra compuesta de tres tallos en el campo en precosecha (de diez a 12 meses).
9. Pureza del jugo de la muestra en precosecha (%).
10. TAH estimado (toneladas de azúcar por hectárea). Derivada de la estimación del TCH y la concentración de azúcar (Pol% caña) medida en precosecha.
11. Incidencia de flor (%).
12. Incidencia de corcho (%).
13. Presencia de oquedad (%).

**Variables registradas en el estado III incremento:** se evaluaron las variables aspecto de planta, reacción a enfermedades y refractometría en porcentaje (Brix), utilizando los mismos criterios aplicados en el estado III. La medición de las variables se efectuó a una edad entre ocho y diez meses.

**Selección:** en el estado II se seleccionaron los materiales con buenas calificaciones de aspecto de planta y con buenos resultados en la medición de refractometría en porcentaje (Brix). Los materiales preseleccionados fueron evaluados por enfermedades, se descartó aquellos que no tuvieron una buena reacción a las enfermedades y los que mostraron el mejor desempeño en las características evaluadas fueron seleccionados para formar parte del estado III. El proceso de selección en el estado III inició de manera similar a la que se efectúa en el estado II, y los materiales que presentaron buenos niveles de reacción a las enfermedades fueron sujetos a mediciones más exhaustivas como la población de tallos, altura, diámetro, corcho, TCH, Pol% caña, TAH y otras. Al final, aquellas variedades que mostraron los mejores registros en las variables evaluadas fueron seleccionadas para formar parte del estado III incremento. La selección en el estado III incremento consiste en una validación de las variables aspecto de planta, refractometría en porcentaje (Brix) y reacción a enfermedades, y las variedades que presentaron consistencia en su desempeño en el estado III incremento con respecto a las evaluaciones efectuadas en el estado III correspondiente, fueron elegidas para formar parte del estado IV (20ª. Prueba Regional).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ESTADO II

En el Cuadro 2 se presentan los resultados generales de las variedades evaluadas en el estado II, en donde se pueden observar la cantidad de materiales genéticos evaluados y seleccionados, de un total de 17,882 variedades que conformaron los ensayos. Se observa que el número y la tasa de selección de las variedades CG18 fueron bajos, mientras que para el caso de las VI las tasas de selección variaron de 38.46 por ciento para variedades flor a 19.23 por ciento para variedades no flor. El promedio de tasa de selección de las variedades CG fue 1.68 por ciento equivalente a 298 variedades seleccionadas. Los criterios de selección permitieron seleccionar variedades con características similares o superiores a las variedades testigo, las cuales serán evaluadas en el estado III.

**Cuadro 2. Resultados generales de la selección de variedades en el estado II, por estrato y hábito de floración.**

Ubicación	Identificación	Ensayo	No. de variedades evaluadas en estado II	No. de variedades seleccionadas para estado III		Tasa de selección (%)
				Con flor	Sin flor	
SubEEEM	CG18	Con flor	4,380	26		0.59
		Sin flor	4,377		66	1.51
SubEEEL	CG18	Con flor	4,516	106	0	2.35
		Sin flor	4,505		100	2.22
	VI	Con flor	52	20		38.46
		Sin flor	52		10	19.23
<b>Total</b>			<b>17,882</b>	<b>152</b>	<b>176</b>	

**ESTADO III**

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de la evaluación y selección de variedades en el estado III, en donde se evaluaron un total de 492 variedades. El promedio de selección de las variedades CG16 fue del 23.19%, lo cual corresponde a 96 variedades de la serie CG16, que pasaron a formar parte del estado III incremento, y serán evaluadas en el próximo ciclo. El promedio de selección de las VI fue del 6.41%, lo cual corresponde a 5 variedades introducidas, que pasaron a formar parte del estado III incremento en conjunto con las variedades CG16, y serán evaluadas en el próximo ciclo.

**Cuadro 3. Resultados generales de la selección de variedades en el estado III, por estrato y hábito de floración.**

Ubicación	Identificación	Ensayo	No. de variedades evaluadas en estado III	No. de variedades seleccionadas para estado III incremento		Tasa de selección (%)
				Con flor	Sin flor	
SubEEEM	CG16	Con flor	75	10		13.33
		Sin flor	108		17	15.74
	VI	Con flor	16	1		6.25
		Sin flor	23		2	8.70
SubEEEL	CG16	Con flor	104	39		37.50
		Sin flor	127		30	23.62
	VI	Con flor	8	1		12.50
		Sin flor	31		1	3.23
<b>Total</b>			<b>492</b>	<b>51</b>	<b>50</b>	

**ESTADO III INCREMENTO**

En este estado de selección, corresponde seleccionar variedades que pasarán a conformar la 20ª. Prueba Regional. En el Cuadro 4 se presentan los resultados de la evaluación de variedades en el estado III incremento. Este ensayo estuvo conformado por 191 variedades; dentro de los materiales en evaluación, se incluyeron variedades CG15 y variedades introducidas. El promedio de selección fue del 27.75%, lo cual corresponde a 53 variedades CG15 y variedades introducidas, que pasaron a formar parte de los ensayos de la 20ª. Prueba Regional (Anexos 1 y 2), y serán evaluadas de acuerdo a los criterios establecidos en los próximos tres ciclos.

**Cuadro 4. Resultados generales de la selección de variedades en el estado III incremento, por estrato y hábito de floración.**

Estrato	Identificación	Ensayo	No. de variedades evaluadas Estado III Incremento	No. de variedades seleccionadas para 20ª. Prueba Regional		Tasa de selección (%)
				Con flor	Sin flor	
Medio	CG15 y VI	Con flor	63	9		14.29
		Sin flor	41		15	36.59
Litoral	CG15 y VI	Con flor	32	10		31.25
		Sin flor	55		19	34.55
<b>Total</b>			<b>191</b>	<b>19</b>	<b>34</b>	

Al tomar la decisión final en la selección de variedades en los cuatro ensayos del estado III incremento, se organizaron dos giras de entrega de variedades, una gira para la entrega de las variedades con flor y la otra para la entrega de las variedades sin flor. En dichas giras se involucran los técnicos de los ingenios colaboradores, a los cuales se les hace entrega de los materiales seleccionados. En el anexo se presenta el listado de variedades seleccionadas y entregadas.

## CONCLUSIONES

- 1) En el estado II se evaluaron 17,778 variedades CG18 de las cuales se seleccionaron 132 variedades con flor y 166 variedades sin flor, y de las 52 VI evaluadas se seleccionaron 20 variedades con flor y 10 variedades sin flor, que serán evaluadas en el estado III.
- 2) En el estado III se evaluaron 492 variedades CG16 y VI, y se seleccionaron 51 variedades con flor y 50 variedades sin flor, que permitieron establecer los ensayos del estado III incremento, para ser evaluadas en el próximo ciclo.
- 3) En el estado III incremento se evaluaron 191 variedades CG15 y VI, y se seleccionaron 19 variedades con flor y 34 variedades sin flor, las cuales serán evaluadas en el estado IV (20ª. Prueba Regional).
- 4) Los resultados obtenidos en los estados II, III y III incremento en la zafra 2020-2021, muestran que los criterios de selección aplicados en cada estado de selección, han permitido la selección de variedades que reúnen las características ideales para ajustarse a los requisitos solicitados por el cliente.

## AGRADECIMIENTOS

A los ingenieros Efraín Chajil y Nery Valey, y al personal de investigación de la Sub Estación Experimental del Estrato Medio, ubicada en las fincas San Bonifacio y El Bálsamo del ingenio Pantaleón, por el apoyo en el manejo agronómico y la conducción de los ensayos de los estados II, III y III incremento.

A los ingenieros Otto Portillo, Marco Hip y personal de investigación de la Sub Estación Experimental del Estrato Litoral, ubicada en la finca El Retazo del ingenio Magdalena, por el apoyo en el manejo agronómico y la conducción de los ensayos de los estados II, III y III incremento.

Al Dr. José Luis Quemé y al Dr. Héctor Orozco, por su apoyo en la revisión y corrección de este trabajo.

Al personal de campo de la Estación Experimental Camantulul de CENGICAÑA, por el apoyo en la toma de datos en los estados II, III y III Incremento.

## BIBLIOGRAFÍA

**Orozco, H. 2005.** How is the sugarcane variety development program facing its challenge. En: *XXV International Society of Sugarcane Technologists Congress*. Pre-Congress Tour Papers. CENGICAÑA. Guatemala. 12 p.

**Orozco, H., Quemé, J. L., Ovalle, W. y Rosales-Longo, F. 2012.** Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar. En: *El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala*. Melgar, M., Meneses, A., Orozco, H., Pérez, O. y Espinosa, R. (eds.). Editorial Artemis Edinter. Guatemala. 45-77 pp.

### ANEXO 1

**Listado de variedades CG15 + VI, seleccionadas del estado III incremento para el establecimiento de la 20ª. Prueba Regional en el estrato medio**

Variedades con flor		Variedades sin flor	
No.	Variedad	No.	Variedad
1	CP13-2036	1	CG15-382
2	Mex71-1235	2	CGMex15-392
3	CP13-2010	3	CG15-384
4	ICPMex 92-1420	4	CG15-434
5	CG15-87	5	CG15-447
6	CG15-79	6	CG15-453
7	CG15-63	7	CG15-446
8	CG15-100	8	CG15-390
9	CG15-109	9	CG15-421
		10	CG15-424
		11	CG15-412
		12	CGMex15-423
		13	CG15-422
		14	CG15-455
		15	CG15-387

### ANEXO 2

**Listado de variedades CG15 + VI, seleccionadas del estado III incremento para el establecimiento de la 20ª. Prueba Regional en el estrato litoral**

Variedades con flor		Variedades sin flor	
No.	Variedad	No.	Variedad
1	CGMex15-180	1	BBZ8257
2	CG15-156	2	ICPMex92-1420
3	CG15-187	3	CG15-284
4	CG15-140	4	CG15-285
5	CGB15-200	5	CGB15-350
6	CP11-1515	6	CGB15-340
7	CP08-2022	7	CG15-328
8	CP11-2415	8	CG15-265
9	CG15-138	9	CG15-272
10	H68-1158	10	CG15-310
		11	CG15-246
		12	CG15-278
		13	CG15-267
		14	CG15-304
		15	CG15-507
		16	CG15-300
		17	CGB15-299
		18	CG15-243
		19	CG15-244