

Evaluation of 11 hybrids of sugar cane (*Saccharum* spp.) in the central region of Veracruz, Mexico

Evaluación de 11 híbridos de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la región central de Veracruz, México

Cervantes-Preciado J.F.¹; Milanés-Ramos, N.² y Castillo, M.A.³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Tecomán. Carretera Colima-Manzanillo km 35, Tecomán, Colima, México. C. P. 28930.

²Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Mayabeque-Artemisa. INICA, AZCU-BA. Cuba. ³Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Peñuela, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C. P. 94945.

*Autor para correspondencia: cervantes.jeovani@inifap.gob.mx

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to select new hybrids of sugarcane (*Saccharum* spp.) adapted to the area supply of the Central Progreso sugar mill located in Paso del Macho, Veracruz, Mexico.

Design/methodology/approach: A group of 11 new hybrids were established in the agroindustrial phase, in order to compare their adaptation and field and industrial performance using the commercial hybrids Mex 69-290 and CP 72-2086 as controls.

Results: The results obtained indicated that during the plant cycle and under local soil conditions, the ColMex 98-100 hybrid showed the highest field yield (144.34 t ha⁻¹) and the higher value for the theoretical sugar per hectare (20.26 t), even though it had the lowest values of percentage of sucrose (Pol) (14.64). Regarding the percentage of sucrose, the highest records were obtained by the ColMex 95-27 (16.97), ColMex 05-627 (16.29), and ColMex 05-47 (16.27) hybrids, with values above the commercial control CP 72-2086 (16.11).

Limitations on study/implications: An important limitation for the investigation was the abundance of stones in the top soil.

Findings/conclusions: It can be concluded that after analyzing the agricultural and industrial performance that, the best hybrids were: ColMex 98-100, ColMex 05-47, ColMex 05-627, and CP 71-1038, surpassing the commercial controls.

Keywords: evaluation, hybrids, sugar cane, performance and quality.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio fue seleccionar nuevos híbridos de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) adaptados al área de abasto del Ingenio Central Progreso localizado en Paso del Macho, Veracruz, México.

Diseño/metodología/aproximación: Se estableció en fase agroindustrial un grupo de 11 nuevos híbridos, los cuales fueron comparados por su adaptación y rendimiento de campo e industrial con los híbridos comerciales Mex 69-290 y CP 72-2086.

Resultados: Los resultados obtenidos indicaron que durante el ciclo planta y bajo las condiciones edafoclimáticas del lugar, el híbrido ColMex 98-100 resultó ser el mejor en rendimiento de campo (144.34 t ha^{-1}) y mayor valor en azúcar teórica por hectárea (20.26 t), aun teniendo los valores más bajos en porcentaje de sacarosa (Pol) (14.64%). En cuanto a la variable % de sacarosa, los mayores porcentajes lo obtuvieron los híbridos ColMex 95-27 (16.97%), ColMex 05-627 (16.29%) y ColMex 05-47 (16.27%), con valores por encima del testigo comercial CP 72-2086 (16.11%).

Limitaciones del estudio/implicaciones: Una limitación importante para la investigación fue la abundancia de piedras sobre la capa arable del suelo.

Hallazgos/conclusiones: Se puede concluir que después de analizar el comportamiento agrícola e industrial, los mejores híbridos fueron: ColMex 98-100, ColMex 05-47, ColMex 05-627 y CP 71-1038, superando a los testigos comerciales.

Palabras clave: Evaluación, híbridos, caña de azúcar, rendimiento y calidad.

bajo, dado que cada región cañera presenta su problemática particular. En el caso de Veracruz comparte un problema con casi todas las regiones cañeras del país, que consiste en que su producción depende de la plantación principalmente de tres variedades, Mex 69-290 y CP 72-2086 290 y Mex 79-431, las cuales conjuntan el 65% de la superficie sembrada del país (Senties-Herrera *et al.*, 2016; Senties-Herrera *et al.*, 2017). La primera de ciclo medio y la segunda precoz, ambas actualmente presentan un declive productivo natural, el cual se cree se debe a alguna degradación genética natural, ya que tienen más de 25 años de uso comercial, de tal manera que presentan rendimientos de campo muy variables en una misma zona, siendo este desde 40 a 125 t ha^{-1} . Además, presentan mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades comunes y de comportamiento esporádico.

Por lo antes expuesto, se deben buscar alternativas que ayuden a no seguir inmersos en la hibernación que se ha permanecido desde la desaparición del IMPA en 1990, perdiendo cada vez la oportunidad de ser competitivos en el mundo globalizado y sobre todo con una agroindustria frágil y vulnerable ante problemas fitosanitarios, agroecológicos, entre otros. Una de las alternativas más importantes es el mejoramiento genético, el cual se originó por la necesidad de obtener variedades resistentes a las enfermedades importantes como el sereh, mosaico, carbón, gomosis y otras, empleando diferentes estrategias dependientes de las características específicas de cada enfermedad y de las condiciones ambientales de los países correspondientes (China, 1997).

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum* spp. Híbrido) es actualmente cultivada por más de 100 países en más de 20 millones de hectáreas en el mundo, en donde se producen 1,300 millones de toneladas de caña (CEN-GICAÑA, 2010). En México es el cultivo agroindustrial más importante desde el punto de vista económico y social, puesto que se encuentra presente en 15 estados del país, participa con el 0.5% del Producto Interno Bruto del país. Se producen 50.9 millones de toneladas de caña y alrededor de 5.8 millones de toneladas de azúcar y un rendimiento medio en campo de 75 t ha^{-1} . (CONADESUCA, 2016a).

El estado de Veracruz ha sido durante décadas el principal productor de caña de azúcar en México. Lo anterior se debe principalmente a que en dicho estado se encuentran concentrados 22 de los 51 ingenios activos en el país. Según datos de CONADESUCA (2016b), durante la zafra 2015-2016 se cosecharon 323,650 ha, de las cuales se obtuvieron 20,861,246 toneladas de caña de azúcar, con una producción de 2,320,901 toneladas de azúcar, equivalente al 37.94 % de la producción total del país. El rendimiento de campo promedio para el estado fue de 64.45 t ha^{-1} , cinco toneladas por hectárea menos que el rendimiento nacional (69.56 t ha^{-1}). En México este rendimiento es

Por lo anterior, y con la finalidad de incrementar los rendimientos agroindustriales e impulsar la economía y bienestar para los sectores campesinos, obreros e industriales, es de vital importancia la evaluación de nuevos híbridos de caña de azúcar con altos rendimientos por hectárea, resistentes a plagas y enfermedades y adaptadas a las condiciones ecológicas del lugar. Asimismo es importante regionalizar las diferentes áreas cañeras de acuerdo con su productividad natural, a fin de conocer su potencialidad productiva (Morril, 1993). En este contexto, este estudio tuvo como objetivo evaluar y seleccionar nuevos híbridos de caña de azúcar en fase de evaluación agroindustrial por su adaptación y rendimiento de campo e industrial, en el área de influencia del Ingenio Central Progreso, S. A. de C. V., localizado en Paso del Macho, Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de nuevos híbridos de caña de azúcar se realizó en terrenos del Campo Experimental del Ingenio Central Progreso S. A. de C. V., ubicado en la localidad de Paso de Macho, Veracruz, con las siguientes coordenadas geográficas: 18° 50' de LN y 96° 43' de LO. Las condiciones edafoclimáticas del lugar son: Suelos Feozem poco profundos, con un exceso de piedras a una profundidad no mayor de 30 cm. El sitio de estudio se encuentra a una altitud de 500 m, con una temperatura media anual de 26.5 °C, precipitación pluvial anual de 1650 mm. La siembra se realizó con un surcado a 1.20 metros de distancia.

Fase en evaluación. La evaluación agroindustrial es la última etapa de investigación en el proceso de selección de variedades que provienen tanto de la producción de nuevas variedades híbridas a partir de semilla verdadera (Fuzz), como de las variedades de introducción nacionales y extranjeras.

En esta fase se evalúan un número reducido de híbridos con sus respectivos testigos regionales, la particularidad de esta fase es que los ensayos se establecen bajo diseño experimental y el número de variables agronómicas, calidad, tolerancia a los agentes bióticos y sobre todo de rendimiento potencial de biomasa y azúcares, se intensifica en relación con las etapas previas.

Híbridos evaluados. Se evaluaron un grupo de 11 nuevos híbridos de caña de azúcar procedentes de semilla Fuzz y estaca de diferentes generaciones, los cuales fueron comparados con los testigos comerciales CP

72-2086 y Mex 60-290. Estos nuevos híbridos seleccionados se han evaluado por su alto rendimiento agroindustrial por ocho a diez años en distintas fases de selección.

Diseño experimental. El diseño experimental utilizado en este estudio fue bloques al azar con cuatro replicas. La unidad o parcela experimental fue de seis surcos de 12 m de longitud por 1.20 m de ancho, siendo la parcela útil de cuatro surcos de 12 m de longitud, donde se realizaron los muestreos de variables agronómicas, así como la estimación de rendimiento final por hectárea para cada variedad a los 15 meses de edad. Por otro lado, en los dos surcos laterales se llevaron a cabo los análisis de variables de calidad a partir de los 12-15 meses de edad y con ello la realización de la curva de madurez por híbrido.

Variables evaluadas. Las características evaluadas en esta fase fueron: porcentaje de brotación, estimación del rendimiento de campo por cada variedad a los 15 meses de edad de la planta y porcentaje de sacarosa en caña. Además de las condiciones edafoclimáticas del lugar.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) entre tratamientos (híbridos) y repeticiones (SAS). Para la comparación de medias se utilizó la prueba de diferencias de Tukey al 5% y comprobación de hipótesis por la prueba de F.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del clima histórico y durante el desarrollo del estudio. El 50 % de la zona de abasto de Central Progreso está clasificada como zona seca ya que llueve menos de 1,100 mm. El 19% del área se clasifica como de transición (1,100 a 1,300 mm) y solo el 25 % de la zona se clasifica como húmeda al recibir de 1,300 a 1,800 mm anuales de precipitación o misma que es regada por los ríos Jamapa o Atoyac. En la Figura 1 se observa el comportamiento de la precipitación pluvial mensual histórica (2000-2013), comparado con las lluvias durante los meses en que se desarrolló el cultivo. Históricamente los meses con mayor cantidad de lluvia fueron junio a septiembre; pero en el año del desarrollo del cultivo fue menor, sin embargo, se mantuvo una mayor humedad en el suelo, debido a una mejor distribución de las lluvias, es decir, en el periodo de mayor sequía (marzo-mayo) se registraron 257.1 mm comparado con 136.3 mm que se obtuvieron históricamente.

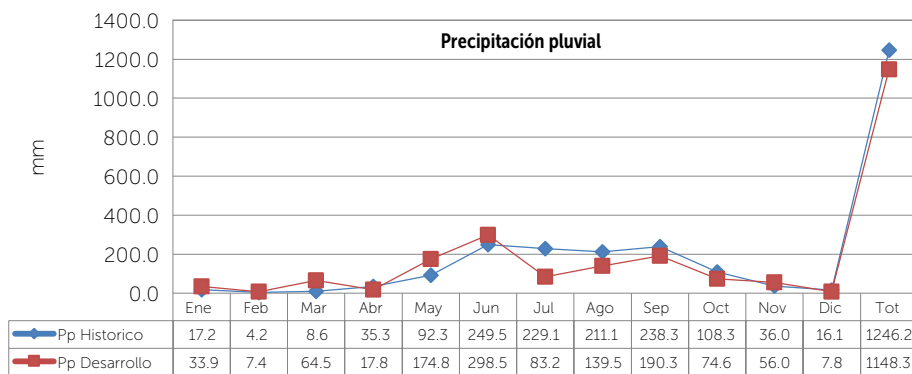


Figura 1. Promedios históricos mensuales y durante el desarrollo del estudio de híbridos de caña de azúcar en Ingenio Central Progreso S. A. de C. V.

Brotación a los 45 días después de la plantación.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de varianza, en la variable porcentaje de brotación hubo diferencia altamente significativa entre híbridos, más no así para repeticiones, arrojando un coeficiente de variación de 15.476%. Asimismo, se observa que, los híbridos CP 71-1038 y ColMex 98-100, si bien no fueron estadísticamente distintos a los testigos comerciales Mex 69-290 y CP 72-2086, fueron los únicos que los superaron en 3 y 5% de brotación, respectivamente. Nueve de los 13 híbridos en estudio son estadísticamente iguales entre ellos y solamente 4 híbridos (30.7%) son inferiores al resto. De acuerdo con lo anterior, Cervantes *et al.* (2013), mencionan que existen condiciones edafoclimáticas, tales como: humedad, temperatura y la aireación del suelo que intervienen en la brotación del cultivo.

Rendimiento de campo. Destaca el rendimiento del híbrido ColMex 98-100 con 144.34 t ha⁻¹; sin embargo, no es superior desde el punto de vista estadístico a 8 híbridos más que son evaluados, entre ellos los testigos comerciales Mex 69-290 y CP 72-2086 con rendimientos de 120.58 y 111.04 t ha⁻¹ respectivamente. Por otro lado, solo dos

híbridos en evaluación (ColMex 05-454 y ColMex 01-04) tuvieron rendimientos menores a 100 t ha⁻¹, lo cual indica que están muy por encima con los rendimientos históricos de las variedades o híbridos cultivados en dicho lugar. Lo anterior, corrobora lo mencionado por Milanés *et al.* (2013), quienes mencionan que, en el rendimiento de campo y fábrica en nuevas varie-

dades, participan un grupo de variables de clima, suelo y manejo que tienen una influencia marcada en su comportamiento en los ingenios azucareros.

Porciento de sacarosa en caña (Pol).

El porciento de sacarosa en caña es sin duda la variable de mayor importancia e interés puesto que, cuanto mayor es su valor al momento de la cosecha, aunado al rendimiento de campo y eficiencia de fábrica, mayor es la cantidad de azúcar obtenida. En el análisis realizado a los 15 meses de edad, se observó que hubo diferencias altamente significativas entre híbridos, no así para repeticiones. Asimismo, destaca por su alto contenido de sacarosa (Pol) el híbrido ColMex 95-27 con un valor 16.98%; es estadísticamente igual a 9 híbridos más, entre los que se encuentran los testigos

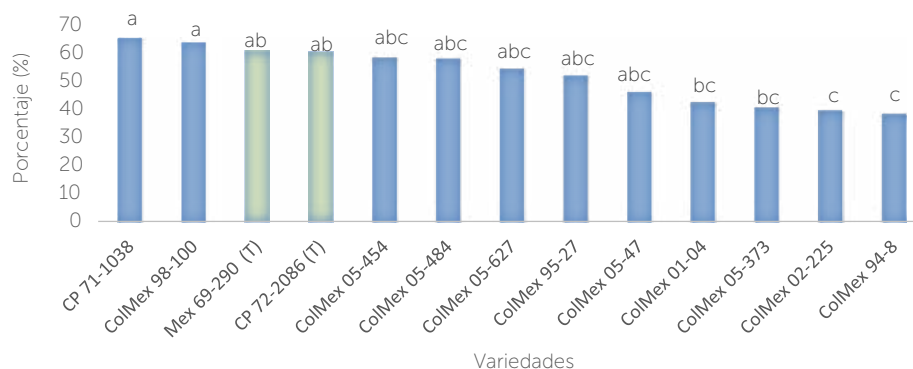


Figura 2. Comportamiento del porcentaje de la brotación a los 45 días de la plantación, en la localidad de Paso de Macho, Ingenio Central Progreso, Veracruz.

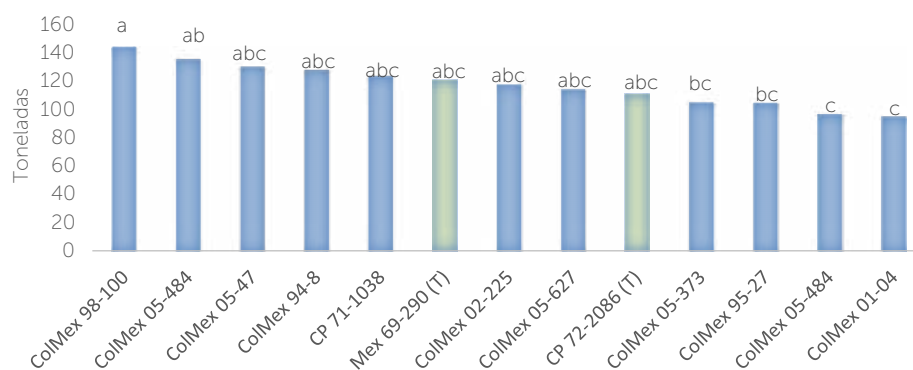


Figura 3. Rendimiento de campo a los 15 meses de edad de la planta, en la localidad de Paso de Macho, Ingenio Central Progreso, Veracruz.

comerciales Mex 69-290 y CP 72-2086 con valores de 16.11 y 16.02 % respectivamente. El híbrido ColMex 98-100 a pesar de obtener el mayor rendimiento con 144.34 t ha⁻¹, presentó los valores más bajos en las curvas de °Brix y sacarosa, comportándose como un cultivar de maduración media-tardía.

CONCLUSIONES

El estudio indicó que durante el ciclo planta y bajo las condiciones edafoclimáticas del lugar, el híbrido

ColMex 98-100 resultó ser el mejor en rendimiento de campo (144.34 t ha⁻¹), sin embargo, obtuvo los valores más bajos en porcentaje de sacarosa (Pol) (14.64%), comportándose como un cultivar de madurez media a tardía. Durante los meses de muestreo, los mayores porcentajes de sacarosa lo obtuvieron los híbridos ColMex 95-27 (16.97%), ColMex 05-627 (16.29%) y ColMex 05-47 (16.27%), con valores por encima del testigo comercial CP 72-2086 (16.11%), variedad considerada en México como la mejor en contenido de sacarosa. De acuerdo con su comportamiento agrícola e industrial durante todo el desarrollo del cultivo y para las condiciones edafoclimáticas del lugar, los mejores híbridos fueron: ColMex 98-100, ColMex 05-47, ColMex 05-627 y CP 71-1038, superando a los testigos comerciales Mex 69-290 y CP 72-2086.

LITERATURA CITADA

CENGICAÑA. (2010). Memoria. Presentación de resultados de investigación. Zafra 2009-2010. Guatemala. 442 p.

Cervantes P., J.F., Vizcaino G., A., Miranda M., R., García P., J.C., Mata V., H., García S., J. A., Pérez M., J., Herrera C., F., Tapia V., M., Reyes C., A. & Bermúdez G., M.J. (2013). Producción de etanol en variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en ocho

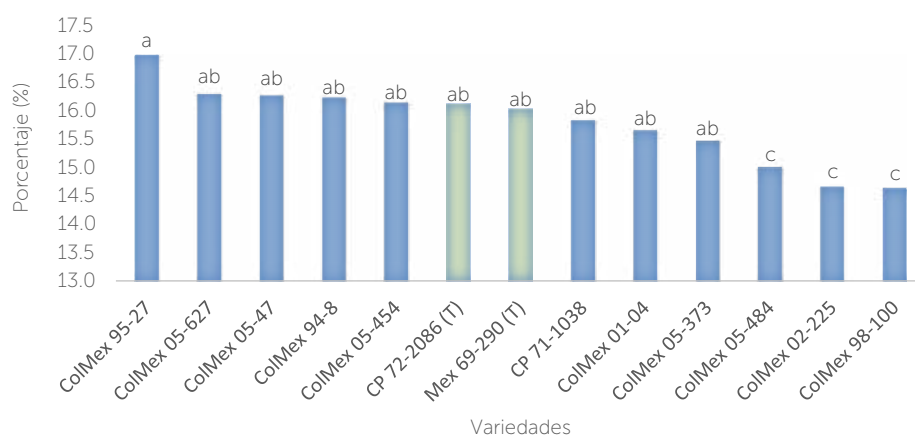


Figura 4. Comportamiento de porcentaje de sacarosa a los 15 meses de edad de la planta, en la localidad de Paso de Macho, Ingenio Central Progreso, Veracruz.

entidades de México. Folleto Técnico Núm. 1 INIFAP-CIRPAC Campo Experimental Tecoman. Tecoman, Colima, México.

CONADESUCA. (2016a). Índices de sustentabilidad para la agroindustria de la caña de azúcar en México. SAGARPA. Folleto de distribución nacional. México.

CONADESUCA (2016b). Sistema Infocaña. Recuperado de <http://www.campomexicano.gob.mx/azcf/reportes/reportes.php?tipo=CIERRE>.

China, M.A. (1997). Evaluación fitopatológica del germoplasma de la caña de azúcar. En G. Pérez, N. Liranza, A.M. China, J.P. Legón, & F. Esquivel. (Eds.). Recursos genéticos de la caña de azúcar (pp. 37-47). Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA): La Habana, Cuba.

Milanés R., N., Vázquez C., J.J., Castillo M., A., Rodríguez L., D.A., & Herrera S., A. (2013). Predicción de los rendimientos de campo y fábrica en la zona de abastecimiento del Ingenio Central Progreso S.A. de C.V. Resumen Científico ATAM 2013. 10 p.

Morril, C.A. 1993. El mejoramiento genético de la caña de azúcar en México. Tecnología. GEPLACEA No. 3.

Senties-Herrera, H.E., Gómez-Merino, F.C., & Loyo-Joachín, R. (2016). El mejoramiento genético de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en México: Una historia de éxito con nuevos desafíos. Agroproductividad 9, 8-13.

Senties-Herrera, H.E., Trejo-Téllez L.I., & Gómez-Merino F.C. (2017). The Mexican sugarcane production system: History, current status and new trends. En R. Morphy (Ed.), Sugarcane: Production Systems, Uses and Economic Importance (pp. 39-71). New York, USA: Nova Publishers.