

CARACTERISTICAS AGROINDUSTRIALES EN CICLO PLANTILLA DE ONCE CULTIVARES DE CAÑA EN LA REGION DE LA CHONTALPA TABASCO, MEXICO

CHARACTERISTICS AGROINDUSTRIALES IN CYCLE ELEMENTARY PLANTER CANE CULTIVARS IN THE REGION OF CHONTALPA TABASCO, MEXICO

Magaña-Isidro O.¹, Gómez-Osorio J.J.¹, Córdova-Sánchez S.^{1*}, Salgado-García S.², Santos-Arguelles R.G.³, Bolio-López G.I.¹, Valerio-Cárdenas C.¹

¹División Académica de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Popular de la Chontalpa. Cuerpo Académico de Química Verde y Desarrollo Sostenible (CA-QVyDS). H. Cárdenas, Tabasco, México. C. P. 86500.

²Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Grupo MASCAÑA. Periférico Carlos A. Molina km 3.5, H. Cárdenas, Tabasco, México. C. P. 86500.

³Universidad Autónoma de Chiapas, Dependencia de Educación Superior de Ciencias Sociales y Humanidades (Doctorado en Estudios Regionales). Blvd. Belisario Domínguez, km 1081, S/N, Terán Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, C.P. 29050.

*Autor responsable: sacorsa_1976@hotmail.com

RESUMEN

El cultivo de la caña azúcar es el principal productor de sacarosa en el mundo y en México. Con el objetivo de mantener la producción de sacarosa y los rendimientos de tallos molederos, se midió el potencial productivo de once cultivares en el Ingenio Presidente Benito Juárez (PBJ). Para ello se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones por tratamiento (Cultivar). Como resultado se encontró que todos los cultivares presentan una curva de madurez entre media y tardía; el cultivar LT MEX 96-10 presentó la longitud de tallo más alta, mayor número de hojas activas al momento de la cosecha, así como, mayor porcentaje de grados Brix, sacarosa, pureza y azúcares reductores. Y la mayor producción de MS de paja la presentó el cultivar MOTZ MEX 00-3461. Y los rendimientos más altos de tallos los presentaron MOTZ MEX 01-403, MOTZMEX 003, ATEMEX 96-40, MEX SFC 95-46 y MOTZ MEX 00-3461. En general todos los cultivares presentan tanto característica agronómica como industriales aptas para que sean introducidos en la zona cañera del Ingenio Presidente Benito Juárez (IPBJ).

Palabras claves: Caña, azúcar, calidad jugo, agronómicas

ABSTRACT

The cultivation of sugar cane is the main producer of sucrose in the world and in Mexico. In order to maintain the production of sucrose and the yield of stems, the productive potential of eleven cultivars was measured at Ingenio Presidente Benito Juárez (PBJ). A completely randomized block design (DBCA) was used with four replications per treatment (Cultivar). As a result it was found that all the cultivars present a maturity curve between the mean and late; The cultivar LT MEX 96-10 showed the highest stem length, the highest number of leaves active at the time of harvest, as well as a higher percentage of Brix, sucrose, purity and reducing sugars. And the highest DM yield of straw was presented by the cultivar MOTZ MEX 00-3461. And the highest yields of stems were presented by MOTZ MEX

01-403, MOTZMEX 003, ATEMEX 96-40, MEX SFC 95-46 and MOTZ MEX 00-3461. In general all cultivars have both agronomic and industrial characteristics suitable for being introduced into the sugarcane zone of the Presidente Benito Juárez sugar mill (IPBJ).

Keywords: cane, sugar, quality juice, agronomic

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), es el segundo cultivo de importancia por su impacto económico y social en Tabasco. El ingenio presidente Benito Juárez, es el más importante de Tabasco. En la zafra 2014/15 se industrializaron 785,515 ha a nivel nacional de las cuales el Ingenio Presidente Benito Juárez (IPBJ) aportó una superficie de 20,081 ha, con rendimientos en campo de 45.73 t/ha, con una producción de azúcar de 98,631 netas, y un total de caña molida de 959,183 t. Los rendimientos presentados por IPBJ de campo están por debajo de la media nacional que presenta un rendimiento de 68.41 t/ha (CONADESUCA, 2016a y 2016b). Por lo tanto, para incrementar la productividad de caña de azúcar es importante implementar nuevos cultivares para el IPBJ, por ello el trabajo de esta investigación tuvo la finalidad de evaluar nuevos cultivares de caña de azúcar con el fin de recomendar el que se adapte a las condiciones adversas de la región cañera de la Chontalpa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento de validación de cultivares se llevó a cabo en el poblado C-31 (Gral. Francisco Villa) perteneciente al municipio de Huimanguillo, Tabasco. En un suelo, donde, se había cultivado cacao por más de 30 años, y que se había convertido en pastizal hace 7 años.

Manejo del experimento

Preparación y Siembra

Se realizaron dos pasos de rastra cruzada y un surcado de 1.3 m de ancho y la siembra se hizo en forma manual utilizando el método de doble cordón (punta y cola). Los Material vegetal utilizado fue semilla que se utilizó en el experimento de validación de cultivares de caña de azúcar en campo del ciclo plantilla en la región de los ríos, ubicado en el Ejido Boca del Cerro en el municipio de Tenosique, Tabasco. De los cuales para este estudio se utilizaron (Cuadro 1):

Cuadro 1. Cultivares utilizados en el estudio.

1	MEX SFC 95-46
2	LT- MEX 94-2
3	M 1658-78
4	LT MEX 96-10
5	MEX 96-35
6	MOTZ MEX 00-3461
7	MOTZ MEX 01-403
8	V 71-39
9	CP 94- 1100

10	MOTZMEX 00-3461
11	ATEMEX 96-40

Tratamientos y diseños experimentales

Para alcanzar los objetivos planteados de validar el rendimiento de los once cultivares de caña de azúcar, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, dónde, todos los bloques fueron sometidos al mismo manejo agronómico.

Manejo agronómico

El control de maleza se realizó en forma manual y química, con los herbicidas Diuron[®], 2-4 Amina[®] y atrazina[®], posterior a la emergencia del cultivo de la caña de azúcar y la maleza. Se aplicaran dos riegos de auxilio, el primero al terminar la siembra y el segundo al mes de la siembra. La fertilización se realizó a los tres meses de edad con la dosis 120-80-80 según Salgado *et al.* (2011), utilizando las presentaciones comerciales Urea (46-00-00), Súper Fosfato Triple (00-46-00) y Cloruro de Potasio (00-00-60). Y la cosecha se realizó a los 13 meses después de la siembra, primero se realizó la quema y al otro día se hizo el corte manualmente por parte del cabo asignado por el comité de cosecha del Poblado C-31 General Francisco Villa, Huimanguillo, Tabasco. El alce y el traslado de la caña cortada hacia el Ingenio se realizaron mecánicamente con alzadora y camiones.

VARIABLES DE ESTUDIO

A los 13 meses de edad del cultivo antes de la cosecha, para diámetro de tallo se tomaron las medidas en la parte media del tallo utilizando un calibrador Pie de Rey (Metax, 161-012) en tres plantas por repetición se tomó. Para longitud de tallo se utilizaron las mismas plantas para el diámetro de tallo utilizando un flexometro (Truper[®]) midiendo el largo del tallo desde la base del suelo o primer entrenudo hasta la sección 8-10. En tanto para el Peso de tallo con hojas y sin hojas, se pesó 10 tallos completos por repetición con una báscula digital TOR-REY[®] con una capacidad de peso de 500 kg. Y posteriormente se pesaron los tallos sin hojas. El peso de hojas, se obtuvo por diferencia del peso total de tallos con hoja menos el peso de los tallos sin hoja. El número de hojas, se obtuvo de las mismas plantas elegidas para la medición del peso de tallos con y sin hojas. Así mismo se utilizó las mismas plantas para obtener el número de entrenudos. Para sacar el rendimiento de tallos moledero por hectárea, se contó el número de tallos en cinco metros de los dos surcos centrales y se cortaron cinco tallos de cada surco y se pesaron, y posteriormente se hizo la transformación por hectárea. A la cosecha se sacó la calidad de jugo de acuerdo a la metodología del ingenio Presidente Benito Juárez.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se realizó el análisis de varianza de bloques completos al azar y la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, usando el programa SAS versión 9.2, para nutrimentos, número de hojas, entrenudos y rendimiento por hectárea y calidad de jugos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características agronómicas de once cultivares de caña de azúcar **Longitud de tallos**

En el Cuadro 2, se encuentran los resultados del análisis de varianza (Tukey 0.05) de longitud de tallos al momento de la cosecha. En el cual no se encontró diferencia significativa entre los once cultivares de caña. Asimismo, presentó un coeficiente de variación de 4.01% lo que indica que hay poca variabilidad en esta característica agronómica de los cultivares.

De los once cultivares de caña las que presentaron la longitud más alta de tallo fueron los cultivares LT MEX 96-10, MOTZMEX 003 y MOTZ MEX 01-403 con 4.09, 3.85 y 3.27 m respectivamente. Las ocho restantes fluctuaron entre 2.49 y 2.87 m de longitud a la cosecha, valores similares a los encontrados por Ortiz *et al.* (2000).

Diámetro y número de entrenudo por tallo

De acuerdo al análisis de varianza presentado en el Cuadro 2, para el diámetro de entrenudos por tallo de once cultivares de caña de azúcar, no se encontró diferencia significativa. Se encontró un coeficiente de variación de 11.37%, lo que indica en este parámetro, poca diferencia en la medición del mismo. Asimismo, para el número de entrenudos por tallo, no se encontró diferencia significativa. Y se halló un coeficiente de variación para este variable de 12.23%, lo que indica igual que no hay variación en la medición.

El diámetro de entrenudos de las once cultivares fluctuó entre 2.82 y 3.32 cm, y con una media general de 3.09 cm. El número de entrenudos por tallo osciló entre 26.25 y 33.75 por tallo y en general los once cultivares presentaron una media de 30.11 entrenudos por tallo, estos fueron superiores a los encontrados por Córdova-Gamas *et al.* (2016) y Ortiz *et al.* (2000).

Número de hojas por planta y materia seca (MS) de paja a la cosecha

De acuerdo al análisis de varianza presentado en el Cuadro 2 para el número de hojas por planta a la cosecha, se encontró diferencia significativa. Se identificó un coeficiente de variación de 12.49%, esto indica poca diferencia en la medición en campo de esta variable. En el análisis de varianza de la MS de paja, no se encontró diferencia significativa. Asimismo, para esta variable se encontró un coeficiente de variación de 15.46%, lo que indica poca variabilidad en esta variable.

Cuadro 2. Características morfológicas de once cultivares de caña de azúcar.

Cultivares	Longitud Tallo (m)	Diámetro Entrenudos (cm)	No. Entrenudos	No. Hojas	MS Paja t.ha⁻¹
ATEMEX 96-40	2.87 ^a	3.32 ^a	30.50a	11.33b	17.18 ^a
CP 94- 1100	2.68 ^a	2.82 ^a	28.17a	11.08b	16.122 ^a
LT- MEX 94-2	2.76 ^a	3.21 ^a	31.67a	11.58b	13.502 ^a
LT MEX 96-10	4.09 ^a	3.32 ^a	31.42a	18.92a	16.316 ^a
M 1658-78	2.51 ^a	3.00a	28.17a	13.83ab	12.008 ^a
MEX 96-35	2.64 ^a	3.10 ^a	30.75a	12.00b	12.99 ^a
MEX SFC 95-46	2.49 ^a	3.00a	26.25a	12.08b	14.882 ^a
MOTZ MEX 00-3461	2.57 ^a	2.61 ^a	28.50a	13.41ab	19.508 ^a
MOTZ MEX 01-403	3.27 ^a	3.04 ^a	33.01a	11.67b	15.986 ^a
MOTZMEX 003	3.85 ^a	3.31 ^a	33.75a	10.92b	15.572 ^a

V 71-39	2.57 ^a	3.31 ^a	30.08a	10.58b	8.612 ^a
Media	2.93	3.09	30.11	12.49	73.94
C.V. (%)	4.01	11.37	12.23	12.97	15.46
Prob. De F.	0.57NS	0.14NS	0.26NS	0.006*	0.001**
DMS	2.96	0.89	9.06	6.44	28.11

Datos con la misma literal en cada una de las columnas, significa que no existe diferencia significativa al 0.05%.

Para el número de hojas por planta el cultivar que presentó el mayor número de hoja fue LT MEX 96-10 con 18.92 hojas por planta. Los 10 cultivares restantes presentaron entre 10.58 y 13.83 hojas por planta respectivamente, resultados similares a los encontrados por Ortiz *et al.* (2000). En tanto para la MS de paja el cultivar que presentó los mayores rendimientos fue MOTZ MEX 00-3461 con 19.51 t.ha⁻¹, seis cultivares presentaron producción de MS entre 14.88 y 17.18 t.ha⁻¹, tres cultivares presentaron una producción de MS entre 13.50 y 12.01 t.ha⁻¹ y el cultivar V 71-39 presentó la producción más baja con 8.61 t.ha⁻¹, valores por debajo a los encontrados por Córdova-Gamas *et al.* (2016).

Calidad de jugos y rendimiento

Grados Brix (%)

En el Cuadro 3, se presentan los resultados del análisis de varianza de los grados Brix de once cultivares de caña al momento de la cosecha. No se encontró diferencia significativa en esta variable. Asimismo, presentó un coeficiente de variación de 5.75% lo que indica que hubo poca diferencia en la medición. De acuerdo a la comparación de media el cultivar LT MEX 96-10 presentó el más alto porcentaje de grados Brix (18.13%), los diez cultivares restantes presentaron valores entre 16.16 y 17.96%, estos porcentajes son similares a los encontrados por Córdova-Gamas *et al.* (2016).

Sacarosa (%)

Los análisis de varianza de esta variable se encuentran en el Cuadro 3. En el cual no se encontró diferencia significativa. Presentó un coeficiente de variación de 8.99, lo que indica una buena medición en el porcentaje de sacarosa al momento de la cosecha de la caña de azúcar.

De acuerdo a la comparación de medias de tukey, el cultivar que presentó los porcentajes más bajos de sacarosa fue el ATEMEX 96-40 con 13.34% y los otros diez cultivares los porcentajes fluctuaron entre 14.69 y 15.96%, estos porcentajes fueron inferiores a los encontrados por Vera-Espinoza *et al.* (2016). Y superiores a los encontrados por Córdova-Gamas *et al.* (2016), y también a los recomendados por Salgado *et al.* (2003) como promedios en México.

Pureza

En el Cuadro 3 se encuentra el análisis de varianza para pureza, en el cual se indica que no se encontró diferencia significativa. Con un coeficiente de variación de 3.72%, lo que indica un valor bajo de error en la medición de esta variable.

En general, los porcentajes de pureza en los once cultivares son similares. No obstante, son superiores a los encontrados por Córdova-Gamas *et al.* (2016). Y aceptados de acuerdo a los encontrados por Salgado *et al.* (2003), esto indica que todas los cultivares tienen una buena calidad de jugos.

Fibra

El análisis de varianza para los porcentajes de fibras en caña de azúcar se encuentra en el Cuadro 3, no se encontró diferencia significativa. Se registró un coeficiente de variación de 4.09% los que indica una buena medición de esta variable.

El cultivar de caña de azúcar que presentó los porcentajes más alto de fibra fue MOTZ MEX 00-3461 con 13.13%. Los diez cultivares restantes presentaron promedios de fibra entre 12.10 y 12.93%, los cuales son aceptables según Chaves (1995) y Subiros (1998).

Azúcares reductores

No se observaron diferencias significativas entre tratamientos en el ciclo de plantilla, en lo que corresponde a azúcares reductores (Cuadro 3). Con un coeficiente de variación de 28.74% los que indica una ligera variación en la medición de esta variable.

En general todos los cultivares presentaron porcentajes entre 0.38 y 0.55%, los cuales son inferiores a los encontrados por Córdova-Gamas *et al.* (2016), y de acuerdo a los reportados por Salgado *et al.* (2003), estos valores son aceptables e indican que los cultivares tienen una buena calidad de jugos y permitirá una buena producción de azúcar en la industria (Ingenio).

Rendimiento de tallos por hectárea

No se observaron diferencias significativas entre tratamientos en la calidad del jugo en el ciclo de plantilla, con excepción del rendimiento de tallos por hectárea (Cuadro 3).

Los dos cultivares que presentaron los porcentajes más bajos de azúcares reductores fueron CP 94- 1100 y la LT MEX 96-10 con 0.38% ambas respectivamente. Los nueve cultivares restantes presentaron valores o porcentajes entre 0.45 y 0.55% estos valores son inferiores a los presentados por Córdova-Gamas *et al.* (2016), y aceptables de acuerdo a Salgado *et al.* (2003) que presenta los promedios de esta variable en México.

Cuadro 3. Calidad de jugo y rendimiento de tallos de once cultivares de caña de azúcar.

Cultivares	Grados Brix	Sacarosa	Pureza	Fibra	Azúcares reductores	Rendimiento t.ha ⁻¹
	(%)					
ATEMEX 96-40	16.17a	13.34a	82.30a	12.93a	0.54a	136.02ab
CP 94- 1100	17.77a	15.52a	87.24a	12.74a	0.38a	111.27abcd
LT- MEX 94-2	17.87a	15.61a	87.32a	12.43a	0.48a	104.89bcd
LT MEX 96-10	18.13a	15.96a	87.90a	12.40a	0.38a	117.34abcd
M 1658-78	17.27a	14.98a	86.48a	12.76a	0.53a	87.18cd
MEX 96-35	17.96a	15.65a	87.10a	12.13a	0.47a	103.78bcd
MEX SFC 95-46	17.77a	15.52a	87.21a	12.58a	0.45a	130.84abc
MOTZ MEX 00-3461	16.91a	14.69a	86.88a	13.13a	0.48a	126.24abc
MOTZ MEX 01-403	17.39a	15.06a	86.36a	12.10a	0.55a	154.77 ^a
MOTZMEX 003	17.61a	15.18a	86.19a	12.64a	0.45a	140.87ab
V 71-39	17.19a	14.92	86.61a	12.55a	0.51a	78.39d

Media	17.45	15.12	86.5	12.58	0.47	117.41
C.V. (%)	5.75	8.99	3.72	4.09	28.74	16.42
Prob. De F.	0.29NS	0.41NS	0.59NS	0.19NS	0.70NS	0.001**
DMS	2.47	3.34	7.92	1.26	0.33	47.42

Datos con la misma literal en cada una de las columnas, significa que no existe diferencia significativa al 0.05%.

CONCLUSIÓN

El cultivar LT MEX 96-10 presento la mayor longitud de tallo y el número mayor de hojas activas al momento de la cosecha en las características agronómicas. También presentó el mayor porcentaje de grados Brix, sacarosa, pureza y azúcares reductores en las características agroindustriales. El cultivar MOTZ MEX 003 presentó la mayor concentración de P y Zn en el diagnóstico foliar y, la mayor producción de MS de paja la presentó el cultivar MOTZ MEX 00-3461 en las características agronómicas. Asociada a las características agroindustriales los rendimientos más altos de tallos los presentaron los cultivares MOTZ MEX 01-403, MOTZMEX 003, ATEMEX 96-40, MEX SFC 95-46 y MOTZ MEX 00-3461.

BIBLIOGRAFIA

- Chaves, M. 1995. Característica de la variedad ideal para la producción de azúcares en Costa Rica. In: Primer Simposio sobre Mejoramiento Genético la Caña Azúcar en la zona de Filadelfia y CATSA. Puntarenas, Costa Rica. D.I.E.C.A., pp. 294-306.
- Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA). 2016a. Cifras definitivas de cierre de la zafra 2014/2015. <http://www.conadesuca.gob.mx/documentos%20de%20interes/CIFRAS%20DEFINITIVAS%20ZAFRA%202014-15.pdf> Consultado el 14 de septiembre del 2016.
- Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA). 2016b. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar Zafra 2008/09 – 2014/15. <http://www.conadesuca.gob.mx/documentos%20de%20interes/Informe%20Estadistico%20CONADESUCA%2014-15%20completo.pdf> Consultado el 14 de septiembre del 2016.
- Córdova-Gamas, G., Salgado-García, S., Castelán-Estrada, M., Palma-López, D.J., García-Moya, E., Lagunes-Espinoza, L.D.C. y Córdova-Sánchez, S. 2016. Opciones de fertilización para el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en Tabasco, México, AGROPRODUCTIVIDAD. 9(3): 27-34.
- Ortiz, R., De la Fé, C., González, M.T. y Rodríguez, A. 2000 Estabilidad varietal de la caña de azúcar procedente de meristemas crioconservados. CULTIVOS TROPICALES, 21(2): 17-19.
- Salgado G.S., Núñez E.R., Peña C.J.J., Etchevers B.J.D., Palma L.D.J., Soto M.R.H. 2003. Manejo de la fertilización en el rendimiento, calidad del jugo y actividad de invertasas en caña de azúcar. INTERCIENCIA, 28(10):476-480.
- Salgado-García, S., Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J., Lagunes-Espinoza, L. C., Castelán-Estrada, M., Ortiz-García, C. F., Juárez-López, J. F., Ruiz-Rosado, O., Armida-Alcudia, L., Rincón-Ramírez, J. A. y Córdova-Sánchez, S. 2011. Un programa de fertilización sustentable para el Ingenio “Presidente Benito Juárez” en Tabasco, México. Avances en Investigación Agropecuaria. 15(3): 45-65.
- Subiros, J.F. 1998. Calidad del jugo y contenido de fibra de tres variedades de caña de azúcar en un ciclo de crecimiento en Guanacaste, Costa Rica. Agronomía Costarricense, 22(2): 173-184.