

DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DE ONCE VARIETADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.) EN EL INGENIO AZSUREMEX TENOSIQUE, TABASCO

NUTRITIONAL DIAGNOSIS OF ELEVEN VARIETIES OF SUGAR CANE (*Saccharum* spp.) IN THE AZSUREMEX SUGAR PLANT IN TENOSIQUE, TABASCO

**Espinosa Sánchez José Orlando¹, Salgado García Sergio², Córdova Sánchez Samuel^{3*},
Castelán Estrada Mepivoseh², Rodríguez Valencia Nalda Juventina¹, Santos Arguelles Rosa Graciela³**

¹ Universidad Autónoma de Chiapas-Escuela Maya de Estudios Agropecuarios. Carretera Catazajá-Palenque Km. 4 C.P. 29980, Catazajá, Chiapas, México. ² Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Grupo MASCA.A-LPI-2: AESS. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. ³ Universidad Popular de la Chontalpa. Cuerpo Académico de Química Verde y Desarrollo Sostenible (CA-QVyDS). Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México. CP. 86500.

*Autor de correspondencia: sacorsa_1976@hotmail.com

RESUMEN

Se desarrolló una investigación para conocer el diagnóstico nutrimental de nueve variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) introducidas y dos locales en el ingenio Azsuremex en Tenosique, Tabasco, México. El diseño experimental consistió en 11 tratamientos y tres repeticiones en bloques completos al azar (DBCA). Se aplicó la dosis de fertilización 100N-80P-60K, y realizó análisis foliar para determinar deficiencias nutrimentales y valorar la eficiencia del fertilizante en la nutrición. Los resultados registraron que todas las variedades presentaron concentraciones medias de nitrógeno, potasio, magnesio, hierro y manganeso. En las nueve variedades introducidas se registraron concentraciones medias de calcio y cobre, y cuatro variedades presentaron concentraciones medias de zinc. La variedad MEX 69-290 mostró concentraciones medias de fósforo. Sin embargo, con el diagnóstico nutrimental se observó que el azufre parece ser el más limitante en el suelo gleysol haplico arcilloso eutrítico húmico, aunque no existieron diferencias significativas en las once variedades respecto a las concentraciones foliares de los nutrientes estudiados, se cuenta con la respuesta de las variedades introducidas a la zona de producción.

Palabra clave: *Saccharum officinarum*, dosis fertilizante, macronutrientes, micronutrientes.

ABSTRACT

Research was carried out to understand the nutritional diagnosis of nine introduced varieties of sugar cane (*Saccharum* spp.) and two local ones in the Azsuremex Sugar Plant in Tenosique, Tabasco, México. The experimental design consisted of 11 treatments and three repetitions in randomized complete blocks (RCB). The fertilization dose of 100N-80P-60K was applied, and leaf analysis was performed to determine the nutritional deficiencies and assess the efficiency of the fertilizer in nutrition. The results showed that all the varieties presented average concentrations of nitrogen, potassium, magnesium, iron and manganese. Mean concentrations of calcium and copper were found in the nine varieties introduced, and four varieties presented mean concentrations of zinc. The MEX 69-290 variety showed mean concentrations of phosphorus. However, with the nutritional diagnosis it was observed that sulfur seems to be the most limiting in the gleysol haplic clayey eutric humic soil, although there were no significant differences in the eleven varieties with regard to the leaf concentrations of the nutrients studied, there is the response of the varieties introduced to the production zone.

Keywords: *Saccharum officinarum*, fertilizing dose, macronutrients, micronutrients.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 3, marzo, 2016. pp: 54-59.

Recibido: septiembre, 2015. **Aceptado:** marzo, 2016.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum* spp.), es el segundo cultivo de importancia por su impacto económico y social en Tenosique, Tabasco. En la zafra 2012/13 se cosecharon 3,615 ha con un rendimiento promedio de 53.833 t ha⁻¹ y un total de caña molida de 2,049.20 toneladas equivalente a 194.610 toneladas de azúcar en el Ingenio Azsuremex (CNPR, 2013). Estos bajos rendimientos indican, entre otras causas, que la fertilización recomendada podría no estar siendo correctamente aplicada (Salgado-García *et al.*, 2009). Aunque durante las fases iniciales los requerimientos nutrimentales son bajos, durante la formación de raíces y el desarrollo de la parte aérea las necesidades aumentan y se caracteriza por ser un cultivo perenne con elevada extracción de nutrientes. Por esta razón es recomendable llevar a cabo un plan de fertilización que restituya lo extraído por cultivo (Subirós, 1995; Cruz, 2010; Alcántar *et al.*, 2007). Uno de los métodos de diagnóstico más utilizados para conocer en una edad determinada las concentraciones nutrimentales en caña de azúcar, es el análisis foliar de tejidos de plantas; cuyo resultado suministra un nivel puntual de la concentración de los nutrimentos (Marschner, 1990), ya que las concentraciones de cada uno de estos se relacionan directamente con la producción (Subirós y Salas, 1999). Con base en lo anterior, se evaluó el estado nutrimental de nueve variedades de caña de azúcar introducidas, comparándolos con dos variedades establecidas en la zona de abastecimiento del Ingenio Azsuremex en Tenosique, Tabasco, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El periodo de investigación fue de diciembre 2013 a mayo del 2014 en el ciclo plantilla, en el Ejido Boca del Cerro, municipio de Tenosique, Tabasco (coordenadas UTM X 0660258, Y 1928058). El sitio experimental presentó registros de temperaturas máximas y mínimas de 31.9 °C a 21.6 °C, precipitación de 2,310.3 mm, evaporación de 1,286.1 mm y altura de 14 m. El experimento se estableció en un suelo gleysol haplico (arcilloso, eutrítico, húmico), y se realizó un análisis fisicoquímico previo para conocerlos contenidos nutrimentales del suelo.

Cuadro 1. Variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) evaluadas en diagnóstico nutricional en ciclo plantilla del Ingenio Azsuremex, Tenosique, Tabasco, México.

Tratamiento	Variedades
1	MÉX SFC 95- 46
2	LT MÉX 94- 2
3	M 1658-78
4	LT MÉX 96-10
5	MÉX 96- 35
6	MOTZ MÉX 00- 3461
7	MOTZ MÉX 01- 403
8	V 71- 39
9	CP 94- 1100
10	MÉX 68- P-23
11	MÉX 69- 290

Tratamientos y

Diseño experimental

Se establecieron 11 tratamientos en campo (Cuadro 1), en diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela constó de seis surcos de 21 m de largo y 1.35 m de ancho. La parcela útil estuvo conformada por cuatro surcos centrales de 17 m de largo, para eliminar el efecto orilla, teniendo una superficie útil de 91.8 m². La superficie total del experi-

mento fue de 4,158 m² (Flores *et al.*, 2011 y Martínez, 2009).

Siembra

Se efectuó un barbecho cruzado, dos pasos de rastra y surcado a 1.35 m. Se colocaron las variedades siguiendo el orden del sorteo al azar en las 33 parcelas experimentales. Los tallos (semilla vegetativa), se colocaron en el fondo de los surcos, picaron y taparon con una capa ligera de tierra y evitar así la quemadura de las yemas.

Fertilización

Se fertilizaron con 100N-80P-60K kg ha⁻¹, las fuentes de fertilizantes comerciales empleadas fueron: urea (46N-0-0), superfosfato triple (0N-46P-0K), y complejo (20N-10P-20K). La fertilización se realizó en las primeras horas de la mañana, para cada una de las repeticiones a dos meses después de siembra (Martínez, 2009). Todas las unidades experimentales se sometieron a un mismo manejo agronómico.

Muestreo foliar

A los cuatro meses de edad del cultivo se realizó el muestreo foliar en las 33 repeticiones, tomando la hoja número cuatro, recolectando 15 hojas en total en un recorrido en zig-zag dentro de la parcela útil. Tomando 20 cm de la parte central de la hoja, eliminando la base, la punta y la nervadura central (Salgado *et al.*, 2013). El muestreo se realizó entre las 8:00 y 10:00 am, las muestras se guardaron en una bolsa de papel perforada y llevadas inmediatamente al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agroindustrial del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco (LASPA-CP), donde se lavaron con agua destilada y deshidrataron hasta peso constante en una estufa a 65 °C por 72 horas con

flujo de aire, para posteriormente ser molida y analizada (Mabry *et al.*, 2013). Análisis estadístico Se realizaron los análisis de prueba de comparación múltiples de medias de Tukey al 0.05 y análisis de varianza usando el paquete SAS 9.3 para Windows (SAS Institute, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de suelo

De acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000 el pH es de clase neutro, la conductividad eléctrica (CE) baja (Sudduth *et al.*, 2003) y bajo contenido de materia orgánica (MO), contenidos altos de nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, manganeso y contenidos deficientes de Zinc; capacidad de intercambio catiónico (CIC) clase media, y textura del suelo arcillosa (Cuadro 2).

Concentración foliar de Nitrógeno (N)

De acuerdo con los resultados de análisis de varianza (Cuadro 3), no se encontraron diferencias significativas en los contenidos de N foliar en las 11 variedades evaluadas. La media para N fue 1.97% y el coeficiente de variación de 6.96% lo que indica poca variabilidad en este elemento. Las variedades LTMEX 69-10, MEX 69-P23, MEX96-35, V71-39, CP94-1100, LT-MEX 94-2, M 1658-78, MEX 69-290, MEX SFC 95-46, MOZT MEX 00-3461, MOZT MEX 01-403 presentaron porcentajes medios, (Halliday y Trenkel, 1992), lo cual indicó que las variedades tuvieron poca eficiencia en la absorción del N del fertilizante, debido a que el suelo presenta altos contenidos de este elemento (Cuadro 2).

Cuadro 2. Concentración de macro y micro nutrientes de fertilidad, salinidad y clasificación de suelo del experimento Boca del Cerro (BC).

pH (H ₂ O)	CE	MO	Nt	P Olsen	B	K	Ca	Mg	Na	CIC	Fe	Cu	Zn	Mn	Arcilla	Limo	Arena	Textura
rel. 1:2	dS cm ⁻¹	%		mg kg ⁻¹	cmol kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				%				
6.26	85.6	1.87	0.22	12.03	0.25	3.04	15.77	4.58	0.35	19.67	23.86	0.71	0.36	27.46	36	25	39	Arcilla

Cuadro 3. Concentración foliar de N, P, K de once variedades de caña de azúcar en el Centro de Abastecimiento del Ingenio Azsuremex.

CULTIVARES	N	P	K
		(%)	
CP 94-1100 R1	1.93a	0.05a	1.57a
LT MEX 96-10 R1	2.13a	0.07a	1.69a
LT-MEX 94-2 R1	1.86a	0.05a	1.30a
M 1658-78 R1	1.92a	0.05a	1.57a
MEX 68-P23 R1	2.10a	0.05a	1.58a
MEX 69-290 R1	1.83a	0.18a	1.41a
MEX96-35 R1	2.04a	0.05a	1.52a
MEX-SFC 95-46 R1	1.95a	0.06a	1.45a
MOZT MEX 00-3461 R1	1.85a	0.05a	1.60a
MOZT MEX 01-403 R1	1.91a	0.05a	1.49a
V 71 - 39 R1	2.18a	0.04a	1.29a
Media	1.97	0.06	1.50
C.V. (%)	6.96	106.89	16.18
Prob. de F.	0.05	0.50	0.64
DMS	0.40	0.20	0.71
Rangos medios de Jones <i>et al.</i> , (1991)	2.00-2.60	0.18-0.30	1.10-1.80
Rangos medios de Halliday y Trenkel (1991)	1.5-1.7	0.16-0.18	1.6-1.8
Rangos medios de Mabry McCray <i>et al.</i> , 2013	2.00-2.60	0.22-0.30	1.00-1.60

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

Concentración foliar de Fosforo (P)

El Cuadro 3 muestra la varianza de P, no encontrando diferencia significativa en los contenidos foliares de este elemento en las 11 variedades. La media general fue de 0.06% y un coeficiente de variación de 106.89% indicando alta variabilidad en las concentraciones foliares de este elemento. La variedad MEX 69-290 presentó porcentajes medios, y las variedades MEX SFC 95-10, LTMEX 96-10, CP 94-1100, LT-MEX 94-2, M1658-78, MEX 68-P23, MEX96-35, MOZT MEX 00-3461, MOZT MEX 01-403 y V71-39 mostraron porcentajes bajos en el tejido foliar (Halliday y Trenkel *et al.*, 1992). Lo cual significa que estas últimas variedades tienen baja deficiencia en la toma de este elemento, ya que de acuerdo con el análisis de suelo este indica que los contenidos de P son altos (Cuadro 3).

Concentración foliar de potasio (K)

Con relación al potasio, no se registraron diferencia significativa en los contenidos foliares en las variedades. En general, la media de 1.50% de K se encuentra en los rango medios de acuerdo a lo reportado por Jones *et al.* (1992); Halliday y Trenkel *et al.* (1992); Mabry-McCray *et al.* (2013) y un coeficiente de variación de 16.18%. Se observó que las variedades CP 94-1100, LT MEX 96 10, LT MEX 94 2, M 1658-78, MEX 68-P23, MEX 69-290, MEX 96-35, MEX-SFC 95-46, MOZT MEX 00-3461, MOZT MEX 01-403, V71-39 presentaron porcentajes medios de K según Jones *et al.* (1992) y Mabry McCray *et al.* (2013) y bajos según Halliday y Trenkel *et al.* (1992). Esto indica que la aplicación de la dosis de 60 kg K cubrió las necesidades de las variedades y fueron

eficientes al tomar el K aplicado a través de los fertilizantes.

Concentración foliar de Ca, Mg y S

No hubo diferencia significativa en los contenidos de Ca en las variedades evaluadas (Cuadro 4), y presentaron una media general de 0.37% la cual se encuentra en los rangos de Jones *et al.* (1991) y Mabry-McCray *et al.* (2013), y un coeficiente de variación de 29.9% lo que indicó poca variabilidad en este elemento. La variedad Méx 69-290 presentó un rango nutrimental alto, mientras que la Méx 68-P23 presento valores críticos. El resto de los genotipos CP 94-1100, LT MEX 96-10, LT-MEX 94-2, M 1658-78, MEX 96-35, MEX-SFC 95-46, MOZT MEX 00-3461, MOZT MEX 01-403, V71-39 registró concentraciones suficientes en el tejido foliar (Mabry McCray *et al.*, 2013; Jones *et al.*, 1991). No se observaron diferencias significativas en el contenido de Mg, (Cuadro 4). Este macro

nutriente presentó media general de 0.24% y, de acuerdo con Jones *et al.* (1991) son concentraciones altas y según Mabry McCray *et al.* (2013) son concentraciones medias, por lo que un coeficiente de variación de 20.33% indicó una variabilidad considerable en esta nutrimento. En cuanto al contenido de azufre, en las variedades se observó una media general de 0.34% y un coeficiente de variación de 11.1% lo que indica poca variabilidad en esta variable sin diferencias significativas, pero consdiderao como valor alto (Mabry McCray *et al.*, 2013; Jones *et al.*, 1991).

Concentración foliar de Fe, Cu, Zn, Mn, B

Los resultados del análisis de varianza del Fe, Cu, Zn, Mn y B., no se registraron diferencias significativas en el tejido foliar de las variedades evaluadas (Cuadro 5). La media general para Fe, fue de 76.48 mg kg⁻¹ y el coeficiente de variación de

Cuadro 4. Concentración foliar de Ca, Mg, S de once variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en el Centro de Abastecimiento del Ingenio Azsuremex.

CULTIVARES	Ca	Mg	S
	(%)		
CP 94-1100 R1	0.35a	0.21a	0.33a
LT MEX 96-10 R1	0.25a	0.26a	0.33a
LT-MEX 94-2 R1	0.32a	0.24a	0.34a
M 1658-78 R1	0.35a	0.27a	0.38a
MEX 68-P23 R1	0.4a	0.24a	0.38a
MEX 69-290 R1	0.56a	0.30a	0.34a
MEX96-35 R1	0.31a	0.19a	0.33a
MEX-SFC 95-46 R1	0.35a	0.22a	0.33a
MOZT MEX 00-3461 R1	0.37a	0.25a	0.33a
MOZT MEX 01-403 R1	0.41a	0.22a	0.32a
V 71 - 39 R1	0.39a	0.23a	0.33a
Media	0.37	0.24	0.34
C.V. (%)	29.90	20.33	11.1
Prob. de F.	0.20	0.31	0.60
DMS	0.32	0.14	0.11
Rangos medios de Jones <i>et al.</i> , (1991)	0.20-0.50	0.10-0.19	0.14-0.20
Rangos medios de Mabry McCray <i>et al.</i> , (2013)	0.20-0.45	0.15-32	0.13-0.18

Datos con la misma literal significa que no existe diferencia significativa al 0.05%.

Cuadro 5. Concentración foliar de Fe, Cu, Zn, Mn, Na, B, de once variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en el Centro de Abastecimiento del Ingenio Azsuremex.

CULTIVARES	Fe	Cu	Zn	Mn	B
CP 94-1100 R1	68.7a	7.98	14.89a	53.53a	0a
LT MEX 96-10 R1	90.1a	9.32a	14.73a	41.49a	0a
LT-MEX 94-2 R1	72.1a	7.01a	15.78a	26.08a	0a
M 1658-78 R1	88.3a	28.64a	28.61a	73.42a	0a
MEX 68-P23 R1	87.7a	57.54a	18.38a	89.84a	0a
MEX 69-290 R1	74.3	13.01a	16.85a	40.61a	0a
MEX96-35 R1	64.9a	9.63a	14.26a	64.7a	0a
MEX-SFC 95-46 R1	71.5a	8.96a	16.29a	38.85a	0a
MOZT MEX 00-3461 R1	73.1a	8.6a	16.27a	43.17a	0a
MOZT MEX 01-403 R1	77.2a	8.41a	17.35a	66.26a	0a
V 71 - 39 R1	73.5a	7.33a	17.68a	82.54a	0a
Media	76.48	15.13	17.37	56.41	0
C.V. (%)	20.89	176.31	33.77	44.13	0
Prob. de F.	0.60	0.48	0.26	0.08	0
DMS	46.64	77.86	17.13	72.66	0
Rangos medios de Jones <i>et al.</i> , (1991)	40-250	5--15	20-100	25-400	4--30
Rangos medios de Mabry McCray., 2013	55-105	4--8	17-32	20-400	15-20
Rangos medios de Bennett., 1994	50-250	5--20	20-100	20-30	10-100
Rangos medios de Chapman., 1996, y Ratto., 2005					

Datos con la misma literal significa que no existe diferencia significativa al 0.05%.

20.89 % que indica poca variabilidad ubicado en rango medio (Jones *et al.*, 1991; Bennett, 1994; Mabry McCray *et al.*, 2013). Respecto al Cu, registraron un valor medio de 15.13 mg kg⁻¹ y coeficiente de variación de 176.3%, que indica alto índice de variabilidad en su concentración. Las variedades CP 94-1100, LT-MEX 94-2, V71-39, M 1658-78 y MEX 68-P23 se ubicaron en rango óptimo, mientras que LT MEX 96-10, MEX 69-290, MEX96-35, MEX-SFC-95-46, MOZT-MEX 00-3461, MOZT-MEX 01-403 en rango medio (Jones *et al.*, 1991; Bennett, 1994; Mabry McCray *et al.*, 2013). En cuanto al Zn, la media general fue 17.37 mg kg⁻¹ y coeficiente de variación de 33.77% encontrando un bajo índice de variabilidad en el contenido foliar, registrando para las variedades CP 94-1100, LT MEX96-10, LT MEX 94-2, MEX 69-290, MEX 96-35, MEX SFC 95-46 y MOZT MEX 00-346, porcentajes bajos y para M1658-78, MEX 68-P23, MOZT MEX 01-403 y V71-39 como de rangos medios (Mabry McCray *et al.*, 2013; Jones *et al.*, 1991).

Concentración foliar de Manganeso (Mn)

En el Cuadro 5 se presenta el análisis de varianza de Mn, no encontrándose diferencia significativa en los contenidos

de Mn foliar en las 11 variedades de caña de azúcar. La media general fue de 56.41 mg kg⁻¹ y un coeficiente de variación de 44.13 %. Se encontró un índice medio de variabilidad en las concentraciones foliares de este elemento. El análisis de varianza indica que las concentraciones de las 11 variedades son suficientes de acuerdo a los rangos determinados y publicados por Mabry McCray *et al.* (2013) y Jones *et al.* (1991), esto significa que existe suministro de este elemento por parte del suelo, ya que los cultivares no presentan deficiencias. De acuerdo a los resultados para el B, las concentraciones fueron estadísticamente semejantes (Tukey $P \leq 0.05$), clasificados como de muy baja disponibilidad sugiriendo deficiencias como lo apunta Jones *et al.* (1991) y Mabry McCray *et al.* (2013).

CONCLUSIONES

Todas las variedades presentaron concentraciones nutritivas medias de Nitrógeno foliar (N). La variedad MEX 69-290 presentó concentración media de Fosforo (P) y las variedades CP 94-1100, LT MEX 96-10, LT-MEX 94-2, M 1658-78, MEX 68-P23, MEX 96-35, MEX-SFC 95-46, MOZT MEX 00-3461, MOZT MEX 01-403 y V71-39 presentaron concentraciones bajas. La variedad MEX

69-290 presentó concentraciones altas. Las variedades CP 94-1100, LT MEX 96-10, LT MEX 94-2, M 1658-78, MEX 96-35, MEX-SFC 95-46 MOZT MEX 00-3461, MOZT MEX 01-403, V71-39, presentaron concentraciones medias, y la variedad MEX 68-P23 presentó concentración bajas Ca. Así mismo, todas las variedades presentaron concentraciones medias de potasio (K), Magnesio (Mg), Manganeso (Mn), Hierro (He), y concentraciones altas de Azufre (S). La variedad MEX 68-P23 presentó concentraciones altas de cobre (Cu), y por lo general las variedades CP 94-1100, LT MEX 96-10, LT-MEX 94-2, M 1658-78, MEX 69-290, MEX 96-35, MEX-SFC 95-46, MOZT MEX 00-3461, MOZT MEX 01-403, V71-39 presentaron concentraciones medias. De igual manera, las variedades M1658-78, MEX 68-P23, MOZT MEX 01-403, V71-39 registraron concentraciones medias de Zinc (Zn) y las variedades CP 94-1100, LT MEX 96-10, LT-MEX 94-2, MEX 69-290, MEX 96-35, MEX-SFC 95-46, MOZT MEX 00-3461 presentaron bajas concentraciones.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Tabasco, A.C. por el financiamiento para la realización de esta investigación y la CNPR-Tenosique, Tabasco, México.

LITERATURA CITADA

- Alcántar G.G., Trejo T.L. 2007. Nutrición de Cultivos. Editorial: Mundi Prensa. México. 451 p.
- Bennett W.F. 1993. Plant nutrient utilization and diagnostic plant symptoms. Pages 1-7 in: Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants. W. Bennett, ed. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- CNPR. 2013. Estadística de la Agroindustria de la caña de azúcar 2010-2014. http://www.caneros.org.mx/site_caneros/estadisticas/tabasco.pdf. Consultado el 24 de enero del 2015.
- Cruz S.F. 2010. Abatimiento nutrimental en el cultivo *in vitro* de la caña de azúcar. Var. MEX 69-290 y CP 72-2086. Trabajo recepcional, Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas. Orizaba. Veracruz. México. 59 p.
- Flores D., Hernández F., Pérez O. 2011. Épocas de Muestreo y Posesión de la Hoja en el Análisis Foliar para Diagnóstico de Nitrógeno en Variedades de Caña de Azúcar en Guatemala. Agronomía de CENGICANA2. 1-10.p.
- Halliday, D.J., Trenkel, M.E., 1992. IFA World Fertilizer Use Manual. International Fertilizer Industry Association, Paris, France. 632 p.
- Jones J.B., Benjamin W., Mills H.A. 1991. Plant analysis handbook: Methods of plant analysis and interpretation. Micro-Macro Publishing, Athens, GA.
- Mabry J.M., Ronald W.R., Ike V.E., Timothy A.L., Les B. 2013. Sugarcane Plant Nutrient Diagnosis. Institute of food and Agriculture Sciences, University of Florida. 25 p.
- Marsomner H. 1990. Mineral nutrition of higher plants. 4ª ed. Academic Press. London. 495 p.
- Martínez T.D.R. 2009. Evaluación Agroindustrial de Variedad de Caña de Azúcar. *Saccharum officinarum* L. en el ingenio del modelo, Úrsulo Galván, Veracruz. Tesis de maestría en ciencia. Colegio de postgraduados. México. 164 p.
- Salgado G.S., Palma L.D.J., Zavala C.J., Lagunés E.L.C., Armida A.L., Rincón R.J.A. 2009. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizantes en caña de azúcar (SIRDF): ingenio presidente Benito Juárez. Colegio de Postgraduados, *Campus* Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco México. 84 p.
- Salgado G.S., Palma L.D., Lagunes E.L.C., Castelán E.M., Ortiz L.H. 2013. Manual para muestreos de suelos, plantas y agua e interpretación de análisis para la producción sostenible de alimentos. Colegio de Postgraduados *Campus* Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México. 101 p.
- SAS Institute Inc. 2011. SAS/STAT® 9.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1621 P.
- Subiros J.F., Salas R. 1999. Obtención de las normas DRIS en una zona productora de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en Guanacaste, Costa Rica. Agronomía Costarricense. 23(2): 137-147.
- Subirós R.F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. Editorial universidad estatal a distancia. San José, Costa Rica. 441 p.
- Sudduth K.A., Kitchen N.R., Bollero G.A., Bullock D.G., Wiebold W.J. 2003. Comparison of Electromagnetic Induction and Direct Sensing of Soil Electrical Conductivity. Agron. J., 95: 472-482.

