

EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO Y ESTADO NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN UNA FINCA DE LOS VALLES DE EL RODEO Y DEL RÍO TURBIO EN EL ESTADO YARACUY

Luis Zérega* , María E. Alvarado** y Josimar Mujica**

RESUMEN

Se realizaron evaluaciones en suelos y plantas en dos sectores de una finca cultivada con caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) ubicada en el estado Yaracuy, Venezuela, con el objetivo de identificar limitaciones agronómicas y proponer soluciones. Se realizaron análisis de textura, fertilidad y salinidad del suelo, así como evaluación del estado nutricional del cultivo mediante análisis foliar y su interpretación con las técnicas DRIS y la de los niveles críticos. Los resultados indican que existen excesos de Cu, Zn, Fe y Ca así como deficiencias de Mg y K, lo cual se atribuye a una desfavorable relación Ca: Mg: K en el suelo que pudiera estar afectando la absorción de estos dos últimos elementos.

ABSTRACT

Nutritional status and soil fertility in a sugar cane farm in El Rodeo and Rio Turbio Valleys of Venezuela.
Evaluations of soils and plants in two sectors of a sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) farm located in Yaracuy state, Venezuela, were performed with the objective of identifying agronomic limitations and proposing solutions. Analysis were made to evaluate fertility and salinity of soil, along with crop nutritional evaluation using foliar analysis and its interpretation with DRIS and critical level techniques. Results showed excessive levels of Cu, Zn, Fe and deficiencies of Mg and K. This was attributed to the Ca:Mg:K ratio in the soil that would affect absorption of Mg and K.

INTRODUCCIÓN

La producción nacional de azúcar sólo cubre un poco más del 50% de la demanda interna de Venezuela, debido en parte a los bajos niveles de productividad del cultivo de la caña de azúcar. Esto se atribuye, fundamentalmente, al manejo inadecuado de los suelos, fertilizantes y aguas de riego (Zérega, 1994).

Los suelos cañeros del país presentan deterioro físico, atribuido a los inapropiados métodos empleados en la preparación de terrenos y al excesivo pisoteo al que son sometidos durante la zafra y con las aplicaciones de los tratamientos agronómicos a las socas.

Por otro lado, son muy pocos los cañicultores que realizan análisis de suelos y otros aplican sus propios criterios de fertilización al cultivo. Asimismo, la mayoría fertiliza sólo con nitrógeno, fósforo y potasio, debido a que no realizan un diagnóstico nutricional completo, ya que casi siempre se apoyan únicamente en el análisis de rutina de fertilidad del suelo. Igualmente, los criterios de manejo del agua de riego son empíricos porque no hay una cultura bien formada en esta materia en el país.

Con el propósito de identificar algunas de las limitantes técnicas que impiden alcanzar adecuados niveles de productividad en una zona del estado Yaracuy, se realizó una evaluación

* Investigador. FONAIAP-Yaracuy. Yaritagua 3302

** Estudiante pregrado. Decanato de Agronomía, UCLA. Apartado 400. Barquisimeto, Venezuela.

de la fertilidad del suelo y estado nutricional del cultivo de caña de azúcar en diferentes tablonos de una finca cañera ubicada en el área de influencia la Azucarera Río Turbio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en los tablonos 50, 52 y 62 (Sector San Nicolás) y en los tablonos 1 y 3 (Sector Buena Vista) en la Agropecuaria "San Nicolás", ubicada en la Vía Las Velas Municipio Peña del estado Yaracuy a 10° 02' N y 300 msnm.

En esta zona se registran temperaturas medias anuales del aire de 24,7 °C, media mínima anual de 20,3 °C y media máxima de 30,6 °C, así como una humedad relativa media del aire de 78 % y una precipitación de 992 mm promedio al año. Los sectores antes mencionados representan unidades homogéneas de suelo de 20 y 40 ha, respectivamente.

Los suelos de esta hacienda clasifican en su mayoría como Fluvaquentic Ustropepts, arcillosa, mixta, isohipertérmica y Typic Ustropepts, de acuerdo a Ovalles (Zérega, 1991).

Para el análisis de fertilidad del suelo se tomaron muestras compuestas de 0 a 20 y 20 a 40 cm de profundidad en cada sector, a las cuales se les determinó textura por el método de Bouyoucos, concentraciones de fósforo (P) y potasio (K) por el método de Olsen, calcio (Ca) por Morgan, materia orgánica (MO) por el método de Walkley y Black, pH en la relación suelo-agua 1:2,5 y conductividad eléctrica (CE) en la proporción suelo-agua 1:5 en dS/m a 25 °C. Estos análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de suelo del FONAIAP Yaracuy. También se determinó la capacidad de intercambio catiónico (CIC) por el método de acetato de sodio y, análisis de rutina de salinidad consistente en la obtención de pH en la pasta saturada, así como conductividad eléctrica y concentraciones de sulfatos, cloruros, bicarbonatos, carbonatos, calcio, magnesio, sodio y potasio en el extracto saturado del suelo. De igual forma se determinó la relación de adsorción de sodio (RAS). Estas últimas determinaciones se realizaron siguiendo

la metodología descrita por Pla (1969), en el laboratorio del Ministerio del Ambiente del estado Lara.

Se realizaron muestreos foliares en el sector San Nicolás a la variedad de caña de azúcar PR61632 de 5,5 meses de edad, y en el sector Buena Vista al cultivar V71-39 de 4 meses de edad, tomando 25 hojas TVD (primera hoja con labio visible) por unidad de muestreo. A las hojas se les eliminó los tercios superior e inferior y la nervadura central. Posteriormente se les determinó la concentración de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc, cobre, hierro y manganeso. Estos resultados fueron interpretados según la metodología DRIS (sistema integrado de diagnóstico y recomendaciones) desarrollada por Beauflis y Sumner (1977), y establecida en los Estados Unidos para el cultivo de la caña de azúcar por Elwali y Gascho (1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Algunas características químicas de los suelos evaluados

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los resultados de los análisis de los suelos evaluados. Allí se observa que estos suelos son de textura media (FL), con predominio y con cantidades altas de limo (> 51 %) que los hacen susceptibles a la compactación (Zérega, 1994), la cual es la limitante más común de los suelos cañameleros. Los suelos registraron pH ligeramente alcalino, con alta capacidad de intercambio catiónico con predominio de calcio intercambiable. Este último catión presentó un gran desbalance con relación al Mg y el K en el sector San Nicolás y con el último nutrimento en el sector Buena Vista (Cuadro 2); en ese sentido, Mesa y Naranjo (1984) señalan que la relación adecuada de Ca/Mg está entre 2:1 y 6:1, y por debajo de 2 pueden producirse problemas de deterioro físico del suelo o toxicidad al cultivo por exceso de Mg. Relaciones superiores a 10:1 implican deficiencia bien marcada de este último nutrimento.

De acuerdo a este último criterio, los sectores Buena Vista y San Nicolás presentaron

una relación Ca/Mg de 2,8 y 5,1 respectivamente, determinada en el extracto saturado del suelo (Cuadro 2), lo cual indicaría

que existe una relación adecuada de estos nutrimentos en el suelo, todo lo contrario al primer criterio señalado.

Cuadro 1. Resultados del análisis de la fertilidad del suelo en los 2 sectores evaluados.

Características	Profundidad (cm)				VA
	Sector San Nicolás		Sector Buena Vista		
	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40	
Textura	FL	FL	FL	FL	--
% Arena	18,4	18,4	42,4	42,4	hasta 35
% Limo	57,2	55,2	51,2	51,2	hasta 28
% Arcilla	24,4	26,4	6,4	6,4	menor a 38
Fósforo (ppm)	Trazas	Trazas	13	Trazas	18 - 30
Potasio (ppm)	60	28	72	40	105 a 200
Calcio (ppm)	8960	8280	2520	8260	524 a 1024
Materia orgánica (%)	2,80	2,20	2,40	1,80	5
pH 1:2,5	8,0	8,0	8,0	8,1	6,5 a 7,2
Cond. Elect. 1:5 (dS/m)	1,10	1,20	0,13	0,18	< 1,46
CIC (meq/100 g)	28,6	----	20,5	----	> 20

VA: Valor adecuado

CIC: Capacidad de intercambio catiónico

La relación K/Mg más adecuada está entre 0,6 y 0,1 y una relación superior a 0,6 puede indicar déficit de Mg. Relaciones inferiores a 0,1 pueden señalar déficit de K o exceso de Mg, por ello en estos casos se

debe revisar la relación Ca/Mg y la cantidad total de K y Mg. También se concede importancia a la relación Ca/K+Mg, la cual se debe mantener entre 2 y 6 (Mesa y Naranjo, 1984).

Cuadro 2. Características salinas en los primeros 20 cm de profundidad de los suelos bajo estudio.

Características	Sector San Nicolás	Sector Buena Vista	VA
pH de la pasta	7,3	7,2	5 - 7,6
CE ext. sat. (dS/m)	3,87	1,17	< 6
Ca (meq/l)	30,38	6,63	1 - 10
Mg (meq/l)	5,94	2,35	< 0,2 - 5
Na (meq/l)	2,96	2,19	< 0,1 - 3,5
K (meq/l)	0,27	0,19	1 - 5
CO ₃ (meq/l)	0,00	0,00	0,0
HCO ₃ (meq/l)	3,21	2,75	0,1 - 2,5
SO ₄ (meq/l)	34,63	8,68	< 1 - 20
Cl (meq/l)	0,38	0,13	< 0,2 - 5
RAS	0,7	1,03	< 2
Calificación	No salino *	No salino *	No afectado por sales

CE: Conductividad eléctrica del extracto de saturación

RAS: Relación de adsorción de sodio

*: Para el cultivo de la caña de azúcar

VA: Valor adecuado (Chapman y Pratt, 1961).

En este sentido se aprecia que, de acuerdo a las concentraciones de los cationes señalados en el extracto saturado del suelo (Cuadro 2) existe una inadecuada relación K/Mg, calculada entre

0,05 y 0,08 en los 2 sectores bajo estudio por fuerte déficit de K, pero se detectó una adecuada relación Ca/K+Mg.

Aunqu el nivel de conductividad eléctrica

en la relación suelo-agua 1:5 (1,10-1,20 dS/m) y en el extracto saturado (3,87 dS/m) del sector San Nicolás resultó relativamente alta (Cuadros 1 y 2), ésta se encuentra por debajo del nivel crítico indicado por Zérega et al. (1991) y Zérega (1995) en cada caso: 1,46 dS/m en la relación 1:5 y 6 dS/m en el extracto saturado del suelo para el cultivo de la caña de azúcar, por lo que estos suelos se consideran no salinos para este rubro.

La sal predominante de estos suelos fue el sulfato de calcio, similar a todas las áreas cañameleras de la Azucarera Río Turbio. El RAS también resultó bajo, entre 0,7 y 1,03 (Cuadro 2).

Estado Nutricional del Cultivo

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del análisis foliar, los rangos de suficiencia de los nutrimentos evaluados y los índices DRIS para esos resultados, donde se observa que en el sector San Nicolás (Tablones 52 - 62) se registraron concentraciones foliares excesivas de calcio, zinc, hierro y cobre según el método

de los niveles críticos y rangos de suficiencias (Elwali y Gascho, 1983); mientras que el DRIS indica déficit de Mg, K, N y P por excesos de Cu, Mn, Zn, Fe y Ca, registrando una coincidencia casi total en relación a los elementos excesivos al usar las dos técnicas interpretativas de los resultados del análisis foliar. En el sector Buena Vista se identificaron déficit de N, K y Mg, así como exceso de Cu de acuerdo a la técnica de los niveles críticos y rangos de suficiencias; los índices DRIS señalan déficit de Mg, K, N, Mn y P y excesos de Cu, Fe, Zn y Ca. En este caso, existe total coincidencia con los elementos más deficitarios (los más negativos: Mg, K y N) y el más excesivo (el más positivo: Cu) según el DRIS en relación al otro método interpretativo. Las dos unidades de muestreo presentaron un gran desbalance nutricional (Cuadro 3) cuando se usó el DRIS, medido a través del índice de balance de nutrimentos (IBN), cuyo valor ideal es cero al igual que el índice de cada elemento, tal como ya se había mencionado.

Cuadro 3. Resultados del análisis foliar, rangos normales e índices en caña de azúcar

Sector	Macronutrientes (%)															IBN
	N			P			K			Ca			Mg			
	RA	RN	ID	RA	RN	ID	RA	RN	ID	RA	RN	ID	RA	RN	ID	
SN	2.33	2.0-2.6	-13	0.30	0.22-0.30	-7	1.07	1.0-1.6	-35	0.49	0.20-0.45	4	0.1	0.15-0.32	-39	187
BV	1.75	2.0-2.6	-18	0.23	0.22-0.30	-10	0.93	1.0-1.6	-31	0.39	0.20-0.45	3	0.1	0.15-0.32	-38	227

Sector	Micronutrientes (ppm)												IBN
	Zn			Cu			Fe			Mn			
	RA	RN	ID	RA	RN	ID	RA	RN	ID	RA	RN	ID	
SN	35	16-32	7	15	4-8	61	115	50-105	5	43	12-100	16	187
BV	30	16-32	10	15	4-8	89	105	50-105	11	19	12-100	-17	227

SN: San Nicolás

BV: Buena Vista

RA: Resultado analítico

RN: Rango normal (Elwali y Gasho, 1983)

ID: Índice DRIS

IBN: Índice de balance de nutrimentos

* Incluye el conjunto de macro y micronutrientes.

Es interesante resaltar que a pesar de la muy baja concentración de fósforo registrada en el suelo (excepto en el estrato superior del sector Buena Vista) y aunque no se fertilizó con este nutrimento, los resultados del análisis foliar acusan concentraciones de fósforo dentro del rango normal. No se encontró ningún basamento apropiado para explicar este comportamiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Se detectaron excesos de Cu, Zn, Fe y Ca en el tejido vegetal de la caña de azúcar, así como deficiencias de N, K y Mg.
- 2.- Se encontró una desfavorable relación Ca: Mg: K en el suelo, la cual debe constituir el

factor principal que afecta la absorción del magnesio y el potasio. Estos elementos deberían evaluarse mediante aplicación foliar para tratar de obviar el antagonismo citado.

3.- Aunque se encontró una alta CIC en estos suelos, el complejo de intercambio está casi saturado con calcio. Por otra parte, no se detectaron evidencias importantes de salinidad.

4.- Los excesos de Cu, Zn, Fe y Ca registrados en el tejido vegetal se estiman que están afectando la absorción por la planta de los elementos problemas mencionados. Estos últimos deberían evaluarse mediante aplicación foliar para abaratar sus costos y obviar el antagonismo citado.

LITERATURA CITADA

1. Beaufils, E.R. y M.E. Sumner. 1977. Effect of time of sampling on the diagnosis of the N, P, K, Ca, and Mg requirements on sugar cane by DRIS approach. Proc. South African Sugar Technol. Assoc. 51: 123-127.
2. Elwali, A. M. O. y G. J. Gascho. 1983. Niveles críticos de nutrientes en la hoja y normas DRIS como guías de fertilización de caña de azúcar. Seminario Inter-Americano de la Caña. Miami-Florida. 312-327.
3. Mesa N., A. y M. Naranjo. 1984. Manual de interpretación de los suelos. Ministerio de la Agricultura. Dirección General de suelos y fertilizantes. Ed. Científico-Técnica del Ministerio de la Cultura. La Habana. Cuba.
4. Pla Sentis, I. 1969. Metodología de laboratorio recomendada para el diagnóstico de salinidad y alcalinidad de suelos, aguas y plantas. Instituto de Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 117 p. (mimeografiado).
5. Zérega M., L. 1991. Informe de Gestión. FONAIAP-Estación Experimental Yaracuy. Venezuela pp. 140-172 (mimeografiado).
6. Zérega M., L. 1994. Manejo de suelos y uso de fertilizantes en el cultivo de la caña de azúcar. Fundación Azucarera para la Investigación y la Productividad Venezuela. Boletín Nº 10. 23 p.
7. Zérega M., L. 1995. Comportamiento varietal de la caña de azúcar ante condiciones estresantes del suelo, las principales enfermedades y épocas de siembra y cosecha. Fundación Azucarera para la Investigación y la Productividad Venezuela. Boletín Nº 13. pp. 9-11.
8. Zérega M., L. T. Hernández y J. Valladares. 1991. Caracterización de suelos y aguas afectadas por sales en zonas cañameleras de Azucarera Río Turbio. Revista Caña de Azúcar 9 (1): 5-52.