

Evaluación agroindustrial del impacto de la zeolita en el cultivo de la caña de azúcar

Agroindustrial evaluation of the impact of the zeolite in the cultivation of the sugar cane

Neudelís Méndez Días, Miguel Soca Núñez. Instituto de Suelos, mendez@suelo.co.cu

Resumen

La caña de azúcar es el cultivo de mayor importancia económica, social y política del Estado de Veracruz México. Se caracteriza por su potencial productivo, alta rentabilidad económica y el empleo de fertilizantes químicos para tales resultados. El objetivo del presente estudio consistió en demostrar en las zonas de influencia del Ingenio Progreso, el efecto del uso de la zeolita en el desarrollo y producción de dicho cultivo. Para ello se realizaron pruebas de almacenamiento y ensayos agronómicos en 58 parcelas de producción con una extensión de una hectárea en cada caso y 3 tipos de suelos correspondiendo uno para cada zona de estudio, en total se realizaron 240 mediciones de altura, grosor del tallo y rendimientos por tratamientos, así como el impacto de la zeolita en algunos indicadores del suelo. Los resultados encontrados muestran que la compactación de los fertilizantes empleados se reduce en un 50% y los costos en un 10%, sin afectaciones en los indicadores del suelo y los rendimientos, incrementándose en un rango de 5 al 13 %.

Palabras clave: Fertilizantes, Suelos, Compactación, Ensayos.

Abstract

The sugar cane is the cultivation of greater economic, social and political importance of the State of Veracruz, Mexico. It is characterized by its productive potential, high economic profitability and the use of chemical fertilizers for such results. The objective of the present study consisted on demonstrating the effect of the use of the zeolite in the development and production of this cultivation in the areas of influence of the "Ingenio Progreso"(Progreso Sugar Mile). For its was carried out such storage and agronomic tests in 58 production parcels with an extension of 1 hectare in each case and 3 types of soils corresponding one for each area of study, in total were carried out 240 measurings of height, thichness of the stem and yields by treatments as well as the impact of the zeolite in some indicators of the soil. The opposing results show that the compactation of the fertilizers used decreases in 50% and the cost in 10% without affectations in the indicators of soil and yields, being increased in a range from 5 to 13%.

Key words: Fertilizers, Soils, Compactation, Tests.

Introducción

En la actualidad, México cuenta con alrededor 650 mil hectáreas sembradas con caña de azúcar con rendimientos que oscilan entre 7 - 7,5 t.ha⁻¹ y que otorgan al cultivo el quinto lugar de importancia nacional en superficie, de esta el 70 % se produce en tierras de temporal y el 30 % con sistemas de riego. Uno de los rubros más altos en la industria azucarera es la fertilización, lo que representa entre 15 y 20% de los costos totales. El N es el nutriente que más se utiliza anualmente, aplicándose en caña soca entre 200 y 250 kg.ha⁻¹ de urea, dependiendo del tipo de

suelo, variedad y el número de cortes (Quintero, 1995). Además, el N tiende a perderse por lixiviación, volatilización y desnitrificación, disminuyendo su eficiencia agronómica.

Se ha demostrado que las zeolitas específicas para la agricultura tienen una marcada selectividad sobre los cationes de Amonio (NH₄⁺) y Potasio (K⁺) en el suelo, ello posibilita que la zeolita, junto al fertilizante adquiera un patrón de entrega de nutrientes al cultivo, similar a un fertilizante de liberación lenta, con lo cual la eficiencia de uso de los fertilizantes, entre ellos el nitrógeno (N), puede incrementarse hasta un 25-50 % (Romero, 2008; Ming y Allen, 2001; Cantera, 2008).

El objetivo del presente estudio consistió en demostrar en las zonas de influencia del Ingenio Progreso en México, que la inclusión de un 25 % de zeolita en la fórmula del fertilizante utilizado para el cultivo de la caña de azúcar potencia los nutrientes de este, con una disminución de los costos de la materia prima empleada e incremento del rendimiento del cultivo.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en las zonas de influencia del Ingenio Progreso del Estado de Veracruz México, este comienza con el montaje de una prueba de almacenamiento utilizando 20 toneladas de fertilizante de la fórmula 24-05-22 y la que incluía el 25% de zeolita en sustitución de dicha fórmula.

La zeolita utilizada provino del yacimiento de Tasajera en la provincia de Villa Clara-Cuba, compuesta por 85% de clinoptilonita y heulantita, 10% de modernita y el 5% restante de otros minerales. El análisis mineralógico con difracción de Rayos X y la determinación de su composición química se realizó con la colaboración del Centro de Investigaciones y Proyectos para la Industria Minero-Metalúrgica (CIPIMM) (tabla 1). Esta zeolita es de tipo cálcico –sódica con alta capacidad de intercambio catiónico y bajo contenido alumínico.

Tabla 1: Análisis químico y composición catiónica de la zeolita utilizada en el estudio.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	N ₂ O	K ₂ O	FeO ₃	PPP	CIC*	Ca ¹²	Mg ¹²	K ¹	Na ¹
				%	Cmol (+) kg ⁻¹							
66,0	10,1	0,4	2,9	2,9	0,8	1,8	15,0	138,0	92,0	4,0	9,0	34,0

*PPI= Pérdidas por Ignición de gases volátiles; *CIC= Capacidad de Intercambio Catiónico

La muestra de fertilizante fue distribuida en 10 t por tratamiento y 2 palet de 5 t en cada caso, en la cual se evaluó a los 15 días y 85 días posteriores, indicadores como: compactación, friabilidad y resistencia mecánica de los terrones formados, según metodología del CIQ para análisis de fertilizantes.

Las pruebas agronómicas se efectuaron en 58 parcelas de producción de una hectárea de extensión cada una, en 3 tipos de suelos los cuales son representativos del 96 % de la superficie del ingenio.

En total se realizaron 240 mediciones de altura, grosor medio del tallo y rendimiento por tratamientos, las cuales provienen de 80 observaciones por zona representadas en 5 réplicas con 16 plantas en cada caso.

Para los ensayos en el campo se utilizó en total 240 t de fertilizante correspondiendo 120 t de cada tratamiento, se realizó una sola aplicación de fondo a razón de 600 kg.ha⁻¹ y distribuido a ambos lados de la cepa a una profundidad de 10-15 cm, además del posterior manejo de dicho cultivo.

El muestreo para el análisis azucarero (pol) se determinó por la técnica del pol-radio, método del licuado de las secciones 8-10 de los tallos, el cual se efectúa en forma de zig-zag localizando 3 puntos dentro del área de muestreo y conformando una muestra de 8 cañas tomadas de tallos al azar.

Para la valoración agroquímica de la influencia de la zeolita en el suelo, se utilizó la siguiente metodología:

- pH: potenciometría

- Materia orgánica: método Walkley-Black
- N total: Kjeldhal
- Fósforo y potasio: Oniani

La evaluación estadística se efectuó mediante el programa SAS, empleando el test de Tukey para $p < 0,05$.

Resultados y discusión

Para dar inicio a la campaña de fertilización del año 2012, en las nuevas áreas de siembra se realizaron las formulaciones químicas en las instalaciones de la fábrica de fertilizantes de Fypa, Veracruz. De estas formulaciones se mezclaron 240 t de la fórmula 24-05-22, de las cuales 120 t corresponden al tratamiento que incluye el 25 % de zeolita en sustitución de la misma fórmula. Los resultados de las pruebas de almacenamiento (tabla 2) corroboran una vez más que la inclusión de la Zeolita en las formulaciones de fertilizantes químicos NPK, reducen considerablemente la compactación de estos y los pequeños terrones que se forman, son más fáciles de disgregar dado que presentan menor resistencia mecánica a la ruptura.

Tabla 2: Resultados de las pruebas de almacenamiento.

Tratamiento	Almacenamiento (Días)	Fluidez (%)	Reducción compactación (%)
Primer Muestreo			
Testigo NPK(24-05-24)	15	97,80	--
75 % NPK+25 % zeolita	15	99,28	45,89
Último Muestreo			
Testigo NPK(24-05-24)	85	71,09	--
75 % NPK+25 % zeolita	85	85,87	50,39

Para demostrar la efectividad de la zeolita en incrementar la eficiencia de los nutrientes aportados por la fertilización se expone en la tabla 3, los resultados alcanzados en el ciclo de caña planta 2011-2012 de un promedio de 58 parcelas de productores cooperantes.

Tabla 3: Rendimiento Agroindustrial Caña Planta.

Tratamientos	Rtos (t.ha ⁻¹)	Altura (cm)	Grosor (cm)	Pcl (t.ha ⁻¹)
Zona seca (Suelo Acrisol)				
NPK (25-05-24)	82,00	226,80	7,80	17,05
75 % NPK+25 % zeolita	90,60	239,20	7,90	19,17
Esx	9,83	29,87	1,22	--
Zona Húmeda (Suelo Luvisol)				
NPK (25-05-24)	104,60	234	8,24	19,02
75 % NPK+25 % zeolita	115,20	235	9,24	20,93
Esx	13,38	14,94	1,13	--
Zona Transición (Suelo Feosem)				
NPK (25-05-24)	108,8	257	8,62	21,06
75 % NPK+25 % zeolita	113,2	258	8,83	24,65
Esx	11,36	14,35	0,51	--

Significación: N.S

Según los resultados obtenidos en el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de campo y los contenidos del pol (azúcar) en caña, esto demuestra que la reducción de NPK provocada por la dilución de la inclusión de la zeolita no afectó estos parámetros independientemente de la zona edafoclimática, no obstante a ello, el rendimiento en campo se incrementó en rangos de 5 a 13 t.ha⁻¹, estos resultados contradicen a los obtenidos por (Warter, 2008) al encontrar una pérdida de 0,04 toneladas de azúcar por hectárea por cada 1 % de sustitución para una inclusión de 30% del N por zeolita. El mayor incremento corresponde a la zona de transición, lo que puede estar relacionado con el comportamiento de las condiciones edafoclimáticas existentes, fertilidad del suelo y principalmente de sus contenidos de Fósforo y Potasio.

La tabla 4, muestra diferencias significativas a favor de los tratamientos con zeolita en los diferentes tipos de suelos y para la mayoría de las características valoradas, con tendencia a su incremento, estos resultados demuestran la influencia del material en beneficio de las propiedades del suelo y principalmente de su fertilidad, lo que independientemente de su aporte a este, constituye una alternativa para favorecer la retención del NH₄⁺ y otros cationes provenientes de los fertilizantes (He et al., 2008). Otros estudios reportan beneficios de su aplicación en la reducción de la volatilización del nitrógeno hasta en un 47% cuando se combina con fertilizantes nitrogenados como la urea (Urquiaga y Zapata, 2002).

Debe señalarse que las necesidades de la caña según Van Dellewin citado por Humbert, (1967) son de: N, P₂O₅ y K₂O de 125, 75 y 270 Kg respectivamente por 100 t de rendimiento.

Tabla 4: Valoración Agroquímica del impacto de la Zeolita en los diferentes tipos de suelos.

Tratamientos	pH (KCl)	M.O (%)	NT (%)	P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)	K ₂ O (kg.ha ⁻¹)
Suelo Acrisol					
NPK (25-05-24)	3,84	3,12 a	0,118 a	76,48 a	157,98 a
75 % NPK+25 % zeolita	4,09	3,46 b	0,132 b	86,12 b	182,74 b
Esx	0,354	0,83	0,041	10,12	12,32
Suelo Luvisol					
NPK (25-05-24)	4,64	4,16	0,38 a	78,00 a	68,57 a
75 % NPK+25 % zeolita	4,67	4,44	0,75 b	100,00 b	81,90 b
Esx	0,105	0,227	0,18	15,22	7,127
Suelo Feosem					
NPK (25-05-24)	4,70	5,19	0,30	92,82	150,00 a
75 % NPK+25 % zeolita	4,79	5,29	0,31	94,10	180,00 b
Esx	0,09	0,368	0,07	4,89	13,00

Conclusiones

- La inclusión de la zeolita en la fórmula de los fertilizantes químicos de la caña de azúcar en un 25% reduce en un 10 % los costos de elaboración de mezclas de NPK.
- La compactación de las mezclas NPK se reducen en un 50 % permitiendo su almacenamiento por períodos prolongados de tiempo sin afectación de sus propiedades físico-mecánicas.
- Los suelos tratados con fertilizantes que incluyen zeolita, se encuentran mejor abastecidos de Fósforo y Potasio con una disminución de su acidez.
- Los rendimientos de las áreas tratadas con zeolita fueron superiores al testigo en un rango de 5 al 13 %, con igual tendencia en el índice azucarero.

Bibliografía

AGRO-SINTÉSIS. 1997. En Transición de la Industria Azucarera Edit. Año. 2000, S.A, México pp 8-11.

Cantera, V. O. (s.f.). Foros de agricultura. http://www.engormix.com/artículo_pérdidas_volatilización_amoniac forumsvi15149.htm. Consultado 10/09/2008.

He, Z, Galvert, Alva, k, y Li, Y. 2002. Clinoptilolite zeolite and cellulose amendments to reduce ammonia volatilization in a calcareous Sandy soil. Plant soil, pp 247-269.

He, N., Xe, M y Ding Y. 2008. Computational study on IM-5 zeolite: What is its preferential location of Al and proton siting? Micropor. Mesopor. Mat. 111 (1-3): 551-559.

Humbert S. 1967. Referencia de México Nutrientes en Caña. Edit. Grop, pp 440.

Ming, D.; Allen. E. 2001. Use of natural zeolites in agronomy, horticulture and environmental soil remediation. En Bish D, Ming D (Eds.) Natural zeolites: Occurrence, properties, applications. Rev. Mineral. Geochem. 45: 619-654.

Quintero, R. 1995. Pruebas de manejo del nitrógeno en caña de azúcar. CENICAÑA. Cali, Colombia. 12 p. (Serie Técnica 17).

Roman, M. 1986. Catálogo de Variedades de Caña de Azúcar # 4 OFFSET-IMPA, Córdoba. México, pp 186.

Romero, J.C. 2008. Reglas de oro para la selección de las zeolitas naturales y sus usos. Zeomagic. CIA. Ltda. Hoja divulgativa.

Urquiaga, S. y Zapata, F. 2000. Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y el Caribe. EMBRAPA Porto Alegre pp 52-53.

Warter, J. 2008. Uso de la zeolita en la fertilización de la caña de azúcar. Carta informativa Número 2. Editorial CINCAE-Ecuador, ISSN 13902 962, pp 10-19.