



A1-8 Efecto de la quema de caña azúcar en las propiedades del suelo en San Luis Potosí, México.

Ramón Jarquin Gálvez, Montserrath Rojas Velázquez y Hugo Magdaleno Ramírez Tobías
Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Agronomía y Veterinaria.
ramon.jarquin@uaslp.mx

Resumen

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es uno de los principales cultivos en las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Los efectos que provoca la quema de la caña o el retiro de los residuos de la cosecha de las plantaciones de caña de azúcar afecta la fertilidad del suelo y puede disminuir su potencial productivo a largo plazo. Se compararon el contenido de nutrientes, las características físicas, químicas y el contenido de materia orgánica de suelo en parcelas de caña de azúcar bajo el sistema de cosecha en verde con parcelas que practican el sistema convencional quema de la caña de azúcar. No se encontraron diferencias significativas importantes en la mayoría de los nutrientes en el sistema de cosecha en verde, en comparación con el sistema convencional con quema. Las pruebas de cromatografía demostraron la diferencia en cuanto a salud del suelo, ya que en contraste con las parcelas del sistema convencional, los suelos de parcelas con cosecha en verde presentaron una buena estabilidad de nutrientes así como de materia orgánica para el crecimiento y desarrollo del cultivo de la caña de azúcar.

Palabras Clave: agricultura sustentable; cultivos tropicales; calidad del suelo.

Abstract

Sugar cane (*Saccharum officinarum*) is one of the major crops in tropical and subtropical areas of the world. The effects that causes cane burning or removal of residues from harvesting affects sugar cane plantations, the fertility of the soil and can decrease its productive potential in the long term. Were compared content of nutrients, physical, chemical characteristics and the organic matter content of soil on plots of sugar cane under the system of harvest in green with lots of practicing the conventional system burning of sugar cane. Important significant differences were not found in the majority of the nutrients in the system of crop in green, compared to the conventional system with burning. Chromatography tests showed the difference in soil health, since in contrast to the conventional plots, soils of plots with harvest green presented a good stability of nutrients and organic matter for the growth and development of the cultivation of sugar cane.

Key words: sustainable agriculture; tropical crops and soil quality.

Introducción

En México se dedican a la caña de azúcar cerca de 680 mil ha en 15 estados con un rendimiento promedio de 75 ton ha⁻¹. Existen 58 ingenios azucareros, de los cuales 4 están en San Luis Potosí. En este estado se tiene un área cultivada de caña de aproximadamente 70 mil ha (Sánchez *et al.* 2008). La quema de la caña de azúcar es una práctica agronómica que se efectúa para eliminar residuos vegetales, malezas y otros organismos que interfieren en la cosecha de los tallos. Esta aumenta la eficiencia de la labor de recolección y consecuentemente disminuye el costo de la mano de obra (Velásquez, 2008).

Existen estudios que resaltan los efectos que provoca la quema de la caña o el retiro de los residuos de la cosecha de las plantaciones, señalando que se afecta la fertilidad del suelo y



el potencial productivo del sistema a largo plazo (Torres, 2006). Además la quema se contrapone con la producción orgánica (D.O.F., 2013). Ante el debate sobre el uso de la quema o no, se considera importante evaluar un modelo agroecológico de cosecha de la caña de azúcar, sin quema, es decir en verde y a partir de estas valoraciones establecer un sistema de producción viable, justo, rentable, sano y en armonía con la naturaleza, rescatando uno de los principios de la estabilidad ecosistémica, gracias a la cual se dan los procesos tróficos básicos. A mayor diversidad mayor posibilidad antagónica entre organismos y por ende mayor resiliencia, es decir mayor capacidad del sistema a reponerse a situaciones inesperadas, por ejemplo incrementos súbitos de herbivoría por alteraciones antropogénicas (Toledo, 2008). El presente estudio parte de la hipótesis de que el sistema de cosecha en verde de la caña de azúcar mantiene las propiedades físicas, químicas y materia orgánica del suelo en mejor nivel en relación al sistema convencional quemando la caña de azúcar con el objetivo de comparar ambos sistemas.

Metodología

La investigación se realizó en los ejidos Poytzen y Palmira viejo municipio de Tancanhuitz, San Luis Potosí, México. Ambos se localizan en la parte sureste del estado, en la zona huasteca. El tipo de suelo dominante en ambos ejidos es vertisol (INEGI, 1998).

Se consideraron dos épocas de muestreo, uno antes de la cosecha en 2010 y otro después de la cosecha en 2011. En cada caso se tomaron muestras compuestas de suelo a una profundidad de 0-30 cm. A cada muestra se les determinaron diferentes variables físico-químicas. Los análisis se realizaron en el laboratorio de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Las pruebas físicas realizadas fueron densidad aparente con el método del terrón parafinado, textura mediante el método de Bouyoucos. La humedad del suelo se estimó con el método gravimétrico (NOM-021-RECNAT-2000). Se estimó el pH en agua en relación 1:2.5 con un potenciómetro modelo 150, el pH en extracto de saturación con el método electrométrico. La conductividad eléctrica se midió con un conductímetro modelo 150 en el extracto de saturación, el cual fue obtenido por succión de vacío de la pasta de saturación. Los carbonatos totales se midieron con el calcímetro de Bernard. La materia orgánica se determinó por el método de Walkley-Black. El nitrógeno inorgánico se determinó por el método Micro-Kjeldahl. El fósforo se estimó, por el procedimiento de Olsen. El potasio, se extrajo por fotometría de flama (NOM-021-RECNAT-2000).

El análisis cuantitativo se complementó con el método cualitativo de cromatografía propuesto por Rodríguez *et al.* (2011) y Restrepo y Pinheiro, (2011).

Para los análisis cuantitativos se utilizaron las escalas de clasificación de acuerdo a la NOM-021-RECNAT-2000, comparándose los promedios de los suelos antes y después de la cosecha, sin antecedentes de quema y con antecedentes de quema.

Cada parámetro se contrastó con la ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (Rivera 2011) y se compararon estadísticamente a través de una prueba t de student con $\alpha = 0.05$. La descripción de los cronogramas se hizo con base en las zonas que lo componen, su tamaño, forma y los colores revelados (Restrepo y Pinheiro, 2011).

Resultados y discusión

TABLA 1. Características de los suelos analizados antes de la cosecha con y sin quema en 2010.

Atributo	Sin antecedentes de quema	Con antecedentes de quema
	Poytzen	Palmira viejo
Densidad aparente	1.5	1.45
Arena (%)	56	58
Limo (%)	38	34
Arcilla (%)	8	8
Textura	Franco Arenoso	Franco Arenoso
pH en agua (1:2.5)	6.7	7.8
Materia Orgánica (%)	4.3	4.1
Nitrógeno Total (ppm)	0.067	0.045
Fósforo Extraíble (ppm)	7.5	5.4
Potasio Intercambiable (ppm)	6	10

TABLA 2. Características de dos suelos que soportan sistemas de producción de caña de azúcar, con quema y sin quema después de la cosecha (2011).

Atributo	Después de la cosecha (n= 5)		P α =0.05
	Sin antecedentes de quema	Con antecedentes de quema	
	\bar{X} (D.S.)	\bar{X} (D.S.)	
pH en Agua (1:2.5)	7.44 (± 0.194)	7.994 (± 0.167)	0.0013
Materia Orgánica (%)	3.92 (± 0.580)	4.32 (± 0.408)	0.248
Nitrógeno Total (ppm)	8.4 (± 2.814)	8.5 (± 6.041)	0.975
Fósforo Extraíble (ppm)	4.48 (± 3.114)	4.1 (± 2.976)	0.849
Potasio Intercambiable (ppm)	81.4 (± 24.047)	63 (± 24.083)	0.266

Valor de P calculado con la prueba t de student con $\alpha=0.05$. El dato corresponde a la media y el valor entre paréntesis a la desviación estándar.

El contenido de materia orgánica presentó poca variación entre parcelas sin antecedentes de quema y estuvo dentro de la escala de clasificación NOM-021-RECNAT-2000 en un rango alto. Dentro de la ficha técnica de Rivera (2011) el nivel de aptitud al cultivo se encuentra en el nivel medio para las dos condiciones sin antecedentes de quema y con quema. La materia orgánica en las parcelas con antecedentes de quema está dentro de la escala de clasificación en un rango alto. El contenido de materia orgánica confiere a los



suelos de ambos ejidos condiciones físicas benéficas para la producción de caña de azúcar. Lo anterior contrasta con los reportes de Toledo (2008) sobre las pérdidas de materia orgánica en los suelos por acción de la quema de la caña de azúcar.

En cuanto al contenido de nitrógeno para el ejido Poytzen de acuerdo a la escala de clasificación se mantuvo en un rango muy bajo. En el contenido de nitrógeno para el ejido Palmira viejo dentro de la escala de clasificación estuvo en el rango muy bajo y ambas en el nivel de aptitud bajo. Los resultados de este trabajo contrastan con lo encontrado por Chaves (1999), quien menciona que la quema es una práctica ecológicamente indeseable pero necesaria en el esquema de manejo actual de plantaciones comerciales de caña de azúcar, que induce pérdidas importantes de nitrógeno por volatilización, producto de la incineración del material orgánico, en ese sentido Poytzen debió presentar niveles superiores de nitrógeno y no fue así.

El contenido de fósforo sin antecedentes de quema dentro de la escala de clasificación NOM-021-RECNAT-2000, estuvo en el rango bajo. El contenido de fósforo en las parcelas con antecedentes de quema estuvo dentro del rango de clasificación bajo, en los niveles de aptitud están dentro del nivel no apto. Chaves, (1999) menciona que por ser químicamente muy reactivo, el fósforo no se encuentra disponible en el suelo en su forma elemental, como si ocurre con otros nutrimentos. De acuerdo con la información internacional relativa a la capacidad de extracción de fósforo del suelo por parte de la caña de azúcar, ese nutrimento es en promedio absorbido en menores cantidades respecto a otros de orden primario como el potasio y el nitrógeno. Se considera que la deficiencia de fósforo es una circunstancia común a la mayoría de suelos agrícolas del mundo. En la mayoría de suelos las concentraciones de fósforo son muy bajas, encontrándose las mayores reservas en los fosfatos secundarios.

En el contenido de potasio sin antecedentes de quema dentro de la escala de clasificación estuvo en un rango bajo, de acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000, 2000. El contenido de potasio con antecedentes de quema estuvo dentro de un rango muy bajo, de acuerdo a la escala de clasificación de la NOM-021-RECNAT-2000. En el nivel de aptitud se encontró en el nivel bajo. Chaves (1999) menciona que el potasio se encuentra contenido en el suelo en varias fracciones que presentan una disponibilidad diferencial para las plantas. El potasio intercambiable es posible que sea absorbido por parte de la planta cuando la fracción intercambiable también es alta. Lo anterior ocurre porque el potasio es liberado gradualmente al medio para disponerlo a la absorción radicular. Este potasio constituye una verdadera reserva (la mayor) que evita la pérdida o su agotamiento del suelo.

Vidal, (2003) menciona que los vertisoles generalmente son deficientes en muchos de los macroelementos; se registran limitaciones de nitrógeno, necesidades moderadas de fósforo y se consideran suficientes de potasio, y los nutrimentos secundarios y micronutrimentos se han juzgado con un buen nivel de abastecimiento para las plantas. Vargas, (2006) dice que a diferencia de lo que acontece con el nitrógeno, cuya pérdida por volatilización es elevada, la quema (un mal necesario que baja costos de producción y aumenta la eficiencia de la cosecha) permite y favorece la incorporación de sales de K al suelo a través de las cenizas, las cuales, sin embargo, generan posteriormente serios problemas en el proceso de cristalización y fabricación del azúcar. Esta vía de restitución del K en el suelo es muy importante y significativa, puesto que reintegra mucho del elemento extraído que de otra manera se perdería con la cosecha y traslado de la materia prima a la fábrica, generando con ello una insuficiencia sistemática.



El valor de P realizada con la prueba t demostró que no existe diferencia significativa entre las variables (Tabla 2).

Por otro lado las pruebas de cromatografía muestran que existen diferencias en la salud del suelo, entre las parcelas con y sin quema. Lo anterior sugiere que existen nutrientes y materia orgánica para el crecimiento y desarrollo del cultivo de la caña de azúcar, pero que estas deben ser complementadas, no siendo suficiente evitar la quema si no buscar reponer los nutrientes mediante el uso de abonos, siendo este el principal aporte a la perspectiva agroecológica de este trabajo, ya que existe la idea generalizada entre los productores orgánicos de que dejando los residuos de cosecha en el suelo, sin adicionar compostas u otros aportes nutricionales, el suelo se mantiene en equilibrio y es suficiente para mantener la productividad del cultivo, contrastado estos resultados con reportes de cultivos como el café (Perez-Govas,1998) que señalan suficiente la acumulación de hojarasca para mantenerlos productivos, sin enmiendas de ningún tipo.

Conclusiones

Las evidencias encontradas en este estudio, de acuerdo a la metodología de la norma NOM-021-RECNAT-2000 y la ficha técnica de la caña de azúcar muestran que no hay diferencias significativas entre los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y material orgánico disponible. De forma contraria la cromatografía de papel demuestra que hubo diferencias en cuanto a salud del suelo entre los dos sistemas de producción, dando opción al uso de abonos orgánicos para estabilizar la producción.

Referencias bibliográficas

- Chaves SM (1999) El nitrógeno, fósforo y potasio en la caña de azúcar. Liga agrícola industrial de la caña de azúcar dirección de investigación y extensión de la caña de azúcar, DIECA, San José, Costa Rica. [2011, Septiembre 10]
- D.O.F (2013) Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Lineamientos para la Operación Orgánica de las Actividades Agropecuarias. México, D.F. 29 octubre.
- INEGI (1998) Perfiles de suelos, un recorrido por México, 1998, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, banco de información sobre perfiles de suelo, versión 1.0. [2011, Septiembre 20]
- NOM (2000) Norma Oficial Mexicana que Establece las Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis. NOM-021-RECNAT-2000. 2ª ed. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. p26. [2011, Agosto 12]
- Perez-Grovas GV (1998) Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción de café orgánico en la Unión de Ejidos Majomut, en la Región de los Altos de Chiapas. Tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional. Dirección de Centros Regionales U.A.Chpaingo, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. 220 p.
- Restrepo RJ & S Pinheiro (2011) Cromatografía imágenes de vida y destrucción del suelo, Ed. Feriva S.A. Cali Colombia. 249 p.
- Rivera A N (2011) Ficha técnica del cultivo de caña de azúcar www.inta.gov.ar/salta/info/documentos/Suelos/DIAGNOSTICO%20SUELOS.pdf
- Rodríguez SLM; JJU Macedas, FM Ponce, ChC Quintero (2011) Utilización de la cromatografía en papel filtro como indicador del impacto de la aplicación de materia orgánica y herbicidas en los suelos agrícolas. Congreso Latinoamericano de Agroecología SOCLA UACH, México.
- Sánchez HR, R Ramos, RV Geissen, J Mendoza, E de La Cruz, E Salcedo & DJ Palma L (2008) Contenido de carbono en suelos con diferentes usos agropecuarios en el trópico mexicano. Terra Latinoamericana Vol. 29 N°. 2, p. 211-219. [2010, Mayo 20]
- Toledo TE (2008) La cosecha "en verde" y conservación in situ de los residuos de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.). Impacto en la sostenibilidad y restauración del agroecosistema en Huixtla Chiapas, México. [2010, Marzo 20]



- Torres JS (2006) Manejo del cultivo en condiciones de caña verde, Cali cenicaña, Colombia, p. 165, serie técnica No. 35 [2011, Septiembre 04]
- Vargas RR (2006) Mapeo digital del suelo y su elaboración con fines de producción de caña de azúcar en los municipios de Ixiamas y San Buenaventura. Conservación internacional Bolivia y conservación estratégica. www.conservation.org.bo/files/libro_mapeo_suelos_final.pdf [2012, Marzo10]
- Velásquez ARC (2008) Ciencia al servicio del hombre, efecto de la quema de la caña de azúcar Caracas. [2010, Mayo 18]
- Vidal MJL (2003) Dinámica del potasio en el suelo y su requerimiento por los cultivos. COLPOS, Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas Instituto de recursos naturales Especialidad en edafología Montecillo, Texcoco, Edo. de México.