

LOS CONTAMINANTES EN EL CULTIVO E INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR

M. C. Héctor Armando Mata Espinosa, *Hidrociencias-Campus Montecillo / Colegio de Postgraduados* • armandom@colpos.mx



INTRODUCCIÓN

Con el proceso de desincorporación de Fertimex en 1985, el consumo de fertilizantes disminuyó un poco. Sin embargo, en la presente década, el uso de fertilizantes en México se ha incrementado. Considerando que en 2006, el consumo fue de 4.3 millones de toneladas, para el 2007, la cifra aumentó a 4.7 millones.

La mayoría de los fertilizantes nitrogenados (60%) empleados en el país fueron de importaciones directas (2007). De estos, la urea sobresalió, siendo importadas alrededor de 1.2 a 1.5 millones de toneladas por año.

En la última década, el costo del petróleo se incrementó y con este, el costo de la materia prima para elaborar fertilizante –gas que sirve para producir amoníaco- como urea, sulfato y nitrato de amonio.

Por su parte, Pemex petroquímica abastece con unas 250 000 toneladas de amoníaco anhidro a los productores que lo emplean de manera directa. Con la aplicación de fertilizantes, se esperan

mejores rendimientos en los cultivos, como es el caso de la caña de azúcar.

En el estado de Tabasco, se han reportado rendimientos de 81.37 t/ha en la década de 1990. Estos rendimientos dependen principalmente de la calidad de los suelos, la variedad comercial empleada, la tecnificación del cultivo, uso de riego y una fertilización balanceada.

En 15 estados de la República Mexicana, se dedica una superficie aproximada de 680 000 ha para el cultivo de caña, siendo Veracruz, Jalisco y San Luis Potosí, los principales productores, en la que se cosecha en promedio 637 000 ha para alimentar a 58 ingenios.

Algunas cifras del cultivo (zafra 2004/2005): Producción de caña en campo de 50.9 millones de toneladas; consumo nacional de 5.8 millones de toneladas de azúcar, y per cápita de 44 a 47.9 kg año⁻¹; se generó un valor de 3 000 millones de dólares año⁻¹ en la producción; crea empleos directos para 450 000 personas (productores, obreros, cortadores, transportistas y empleados) e indirectos en 2.5 millones personas; es una actividad de alto impacto en 227 municipios, en los que habitan 12 millones de personas. Sin embargo, los rendimientos en fábrica apenas alcanzan 11.4% respecto a la caña cosechada.

En México, la diversidad productiva de la caña de azúcar y de sus subproductos como el azúcar, el papel, el cartón y el alimento pecuario, entre otros, da la dimensión de su importancia económica y social para el país.

El presente documento tiene la finalidad de informar al público en general acerca de los principales contaminantes en el cultivo de la caña que causan deterioro del entorno, ocasionan problemas sanitarios en la región, y contaminación de cuerpos de agua y del ambiente, así como brindar alternativas para el manejo adecuado de los insumos, los residuos del cultivo y los desechos industriales, para poder contar con un medio ambiente sostenible.

Cuadro 1. Rendimiento promedio de la caña de azúcar en campo.

Países	Rendimiento (t/ha)
Colombia	110-120
Australia	90-100
Guatemala	78-90
México	74-75
EU	68-75
Sudáfrica	65-68

LOS CONTAMINANTES

Durante el cultivo e industrialización de la caña de azúcar sobresalen tres contaminantes: La aplicación excesiva de fertilizantes, la quema del cultivo y los desechos líquidos (aguas vegetales contaminadas).

LA APLICACIÓN EXCESIVA DE FERTILIZANTES

Dadas las elevadas extracciones de nutrientes para mantener el cultivo de caña a un nivel aceptable, se tienen que aplicar grandes cantidades de fertilizantes químicos.

Sin embargo, estas extracciones inciden en el agotamiento del suelo. Para producir 100 t ha⁻¹ de caña, se sustrae en promedio 133 kg N, 83 kg P y 278 kg K.

El uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados produce efectos negativos al ambiente como: acidificación de suelos, contaminación de mantos acuíferos (lixiviación de nitratos) y emisión de óxidos de nitrógeno a la atmósfera (volatilización de óxido nitroso y óxido nítrico).

En la mayoría de los cultivos existe una baja eficiencia de aplicación de los fertilizantes (N de 50 a 60%, P de 30% y K de 60%).

El manejo deficiente de fertilizantes inorgánicos constituye una fuente de contaminación para el aire y el agua, provocando un foco potencial de enfermedades en el hombre, animales y plantas. Afecta las propiedades químicas y biológicas del suelo.



LA QUEMA DEL CULTIVO

Durante la cosecha, la quema del cultivo es una labor tradicional para facilitar el corte y transporte de tallos del campo al ingenio y así reducir los costos de producción.

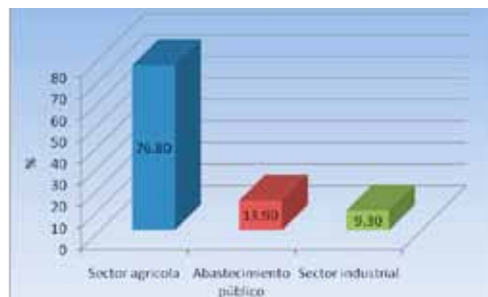
Esta labor ocasiona un gran impacto ambiental, antes y después de la cosecha:

- Por cada 10 toneladas de residuos de cosecha, se obtienen de 1.5 a 2.0 toneladas de humus.
- Por cada tonelada de caña, se deja tirado en el terreno un 25% (hojas secas y cogollo).
- Con la zafra 2004/2005: en 50.9 millones de toneladas de caña de azúcar, se estimó una quema de 12.7 millones de toneladas de basura en los campos cañeros, que no se aprovechan al no incorporar dicha MO al suelo.
- Provoca asma al estar en contacto directo, ya que una persona cosecha entre 5 y 7 t/día, trabaja entre 8 y 12 h/día para corte y traslado de los tallos de la caña de azúcar, mientras se inhala polvo y humo derivado de la quema del cultivo.
- Acentúa la tasa de morbilidad del aparato respiratorio: asma, neumonía, bronquitis.
- Destrucción de la flora y la fauna.
- Emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) a la atmósfera.

DESVENTAJAS DE LA QUEMA DEL CULTIVO

- Incremento de la contaminación del aire
- Posibilidad de pérdida de control del fuego en el campo
- Destrucción de microorganismos en las capas superficiales del suelo.
- Pérdida de materia orgánica (MO) que puede ser incorporada al suelo para mejorar sus condiciones
- Dificultad en el uso de control biológico
- Incremento en los niveles de ozono (O₃) y monóxido de carbono (CO) en la atmósfera baja, que contribuyen en la generación de la lluvia ácida.
- Existen pérdidas de residuos de MO en 30%, disminución en rendimiento de los tallos en 10% y de la biomasa aérea total en 12%.

LOS DESECHOS LÍQUIDOS (AGUAS VEGETALES CONTAMINADAS)



Aunque el sector industrial consume menor cantidad de agua, es el principal responsable de la mayoría de la contaminación de los cuerpos de agua.

Figura 1. Uso del agua en los principales sectores.

En 2002, la industria con mayor descarga de contaminantes sumaba un total de 170.3 m³/s, y únicamente 25% de las aguas vertidas recibieron tratamiento.

De estos, la industria azucarera produce la mayor cantidad de MO

contaminante, mientras que las industrias petrolera y química producen contaminantes de mayor impacto ambiental.

Cuadro 2. Giros industriales con mayores descargas contaminantes.

Sector	Descarga de aguas residuales (m ³ /s)	Total (%)
Acuicultura	67.6	39.6
Azucarero	45.9	27.0
Petrolero	11.4	6.6
Servicios	10.3	6.0
Química	6.9	4.0
Otros	28.2	16.8

ALTERNATIVAS

Es necesario conocer la dosis apropiada de S para maximizar rendimientos y la eficiencia de recuperación del N.

Usar un método para calcular la cantidad de fertilizante nitrogenado que será aplicado al cultivo de caña de azúcar en cada año.



Una solución a la aplicación excesiva de fertilizantes químicos inorgánicos es el empleo de abonos orgánicos, la incorporación de residuos de cosecha, estiércoles o compostas de materia orgánica urbana.

Se puede tener un aprovechamiento de los desechos de los ingenios, como la cachaza (material orgánico que contiene elementos nutritivos como N, P, K, Mg y S), que ayuda a preservar el medio ambiente y los recursos naturales, actúa como mejorador del suelo, presenta mayor resistencia al parasitismo y no hay proliferación de moscas.

Para disminuir la quema del cultivo, es necesario la aplicación de la normativa ambiental, cultura educativa a la población y empleo de tecnología con cosechadoras mecánicas combinadas que cortan el tallo y separan las hojas con ventiladores -en controversia ya que eliminaría importantes fuentes de trabajo.

Realizar la cosecha de caña en verde ofrece ventajas como: protección del suelo contra la erosión; recuperación física y biológica del suelo; abonos verdes que pueden incorporarse al mismo; ayuda

a conservar la humedad y mejorar la infiltración; mayor control de malezas; alimentación animal, cama para corrales y lombricultura; y cogeneración de electricidad.

Aprovechamiento de aguas residuales -con elevado contenido de nutrientes- en fertirriego.

Evaluar la calidad de los desechos líquidos mediante un análisis químico y la posibilidad de aplicarse a los terrenos de cultivo.■



LITERATURA CITADA

Basanta, R., M. A. García D., J. E. Cervantes M., H. Mata V. y G. Bustos V. 2007. Sostenibilidad del reciclaje de residuos de la agroindustria azucarera: una revisión. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 5(4): 293-305.

Cadena agroalimentaria caña de azúcar en Michoacán. 2005. Comité sistema-producto caña de azúcar para el ejercicio 2005. Morelia, Michoacán.

Carabias J., R. L. 2005. Agua, medio ambiente y sociedad, hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. UNAM, COLMEX, FGRA. p. 33. http://www.imacmexico.org/ev-es.php?ID=17491_208&ID2=DO_TOPIC

CSIRO. Thorburn PJ, Webster AJ, Biggs IM, Biggs JS, Staunton SP, Park SE. 2007. Systems to Balance Production and Environmental Goals of Nitrogen Fertiliser Management. In: *Proceedings on the International Society of Sugar Cane Technologists*. Vol. 26. <http://www.csiro.au/science/NReplacement.html>

García E., A. 1984. Manual de campo en caña de azúcar. Instituto para el mejoramiento de la producción de azúcar. Serie de divulgación. Libro número 24. México, D. F. 232 p.

Hernández R., A. 2004. El Habanero Digital. http://www.elhabanero.cubaweb.cu/2004/julio/nro1038_04jul/inf_04jul293.html
Herrero, A. 2007. Socio-environmental impacts of agrofuels. *Corporate Europe Observatory (CEO)*.

Jiménez, R. J. I., J. F. Juárez L., A. Guerrero P., A. Valdez B. y E. J. Moguel O. 1999. Emisión de gases al ambiente por la quema de la caña de azúcar. In: *Memoria del VIII día del cañero*. Colegio de Postgraduados. H. Cárdenas, Tabasco. 63-71 p. http://www.colpos.mx/cveracruz/SubMenu_Publi/Avances2000/Quema_de_cana_azucar.html

López, L. F. 1993. Proyecto para evitar la contaminación atmosférica y evitar la degradación de la tierra aprovechando los esquilmos de los ingenios. Simposio Nacional Cañero. Xalapa, Ver. México. 801 p.

Palacios, M. I. 1988. Disponibilidad de nitrógeno y fósforo a partir de fertilizantes organominerales. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Powlson, D. S., Pl. C. Brookes and B. T. Christensen. 1987. Measurement of soil microbial provides an early indication of changes in total soil organic

matter due to straw incorporation. *Soil Biol. Biochem.* 19: 675-683.

Ripoli, T. 2000. Energy potencial of sugar cane biomass in Brazil. *Scientia Agrícola* vol. 56 No. 4. Piracicaba, Brasil.

Salgado, G. S. 1999. La fertilización NPK en rendimiento y calidad de la caña de azúcar. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 149 p.

Salgado, G. S., B. Alanís, D. Riestra y Lagunes-Espinoza. 2003. Caña de azúcar. Hacia un manejo sustentable. ISPROTAB. Colegio de Postgraduados. Campus Tabasco. Fundación Produce Tabasco. 364 p.

Servín J. R. 2003. Azúcar. Colegio de Postgraduados. Córdoba, Veracruz.

Unión Nacional de Cañeros, A.C.-CNPR, 2007. Acuerdos para la modernización de la agroindustria de la caña de azúcar. <http://www.caneros.org.mx>

Velásquez A., R. C. 2008. Efecto de la quema de la caña de azúcar. Servicio de Meteorología de la

Aviación. Caracas, Venezuela.