

Recibido: 13.06.2021 • Aceptado: 11.08.2021

Palabras clave: Ingenios azucareros, esferas ambientales, SLP.

La industria azucarera en SLP y sus implicaciones ambientales

LUIS J. CASTILLO PÉREZ

jesus.perez@uaslp.mx

FACULTAD DE ESTUDIOS PROFESIONALES ZONA HUASTECA, UASLP

PEDRO PÉREZ MEDINA

piethrus@hotmail.com

POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES, UASLP

San Luis Potosí es uno de los estados mexicanos con más diversidad biológica en todo el país y cuenta con una gran cantidad de plantas y animales distribuidos en los 61 137 kilómetros cuadrados (km²) de extensión territorial que posee. Esta gran biodiversidad se debe principalmente a la topografía y a la posición geográfica que ocupa, en la cual se encuentra la línea de convergencia entre la zona neártica y neotropical del continente americano. Estas características se ven reflejadas también en una amplia gama de climas que van desde las zonas áridas del altiplano potosino, hasta las zonas tropicales que alberga la región huasteca (Puig, 1991).

Las condiciones climáticas tropicales que predominan en la región de la Huasteca potosina han favorecido por años la producción de azúcar, convirtiéndose en una de las actividades socioeconómicas más importantes de esa zona. El azúcar que se produce en esa región se obtiene de la caña de azúcar, una planta perteneciente a la familia de las poáceas, también conocida como caña dulce o caña miel y cuyo nombre científico es *Saccharum officinarum* L. (foto 1).

Durante la zafra 2020-2021, para la producción de azúcar, operaron 59 ingenios azucareros de 14 estados de la República mexicana (figura 1), de los cuales, cuatro se ubican en el estado de San Luis Potosí (figura 2). El cultivo de caña, su procesamiento y la comercialización del azúcar, juegan un papel importante en el desarrollo social y económico de la región, ya que son una constante fuente de empleo y generan ingresos importantes para la economía potosina. Tan sólo en el año 2020, la actividad cañera generó 3471 miles de millones de pesos, lo que la convirtió en el principal cultivo agrícola del estado por valor de la producción, además de ocupar casi 75 mil hectáreas de superficie en el estado potosino (SIAP, 2021).

De los cuatro ingenios que operan en el estado potosino, Plan de Ayala (IPA), ubicado en Ciudad Valles, es el que mayor ingreso proporciona y el único encargado en el

procesamiento y fabricación de azúcar refinada. Con sus 57 años ininterrumpidos de operación, es uno de los más antiguos de la región.

Proceso de siembra y fabricación de azúcar

El proceso de elaboración del azúcar a partir de la caña comienza con las prácticas culturales en las socas: quema y encalle de residuos, subsoleo, siembra, aporque, mantenimiento de acequias y resiembra. La caña de azúcar tiene una demanda de entre 1 500 y 2 500 milímetros (mm) de agua por ciclo. Además, requiere de temperaturas altas durante el periodo de crecimiento y temperaturas bajas durante el periodo de maduración. De hecho, mientras mayor sea la diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas, mayores serán las posibilidades de producir jugos de alta pureza y una mayor concentración de sacarosa.

El riego se aplica hasta dos meses antes de la cosecha con el propósito de asegurar una excelente calidad de la caña. Durante el tiempo de cuidado y desarrollo de los cultivos, se controlan las malezas y se aplican fertilizantes para obtener plantas más vigorosas y capaces de producir una mayor cantidad de sacarosa, ya que las concentraciones de sacarosa definen la cantidad de ingresos económicos para el productor.

La cosecha se realiza entre los 11 y 16 meses de cultivo. Esta etapa puede identificarse

cuando la planta deja de crecer y ocurre un cambio en la corteza superficial del tallo, además de que se observa el marchitamiento y senescencia de las hojas. Al primer indicio de estas señales, el productor comienza con la quema del plantío para eliminar las malezas que impiden el corte de la caña.

Esta práctica que con frecuencia se lleva a cabo de forma manual, no sólo en la Huasteca potosina si no en todo el país; mecanizar la cosecha, es decir, utilizar una máquina a base de diesel o gasolina, particularmente en el estado, no es tarea fácil, ya que implicaría la modificación de todo el sistema productivo, sin contar con que algunos terrenos no son aptos por sus pronunciadas pendientes.



Foto 1. Aspecto de la planta caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.).

Una vez cortados los tallos, se apilan en el campo para enviarlos al ingenio donde se procesan. En esta etapa, denominada molienda, se les agrega agua caliente para inducir una mayor concentración de sacarosa.

El jugo de la caña fundido es tratado y después sometido a un proceso de co-lación y separación del cual se obtiene el producto denominado jugo clarificado. Posteriormente, es sometido a un proceso de evaporación donde se concentra y se obtiene la meladura (foto 2). Después, se somete a un proceso de purificación en clarificadores, para finalmente ser enviada a los tachos donde se produce una masa conformada por cristales de azúcar y miel.

Esta especie de masa cocida pasará después a las centrifugas donde se separan los cristales de azúcar del licor madre. Como último paso, el azúcar es sometida a un lavado y después a un secado y proceso de enfriamiento. Una vez seca, el azúcar se empaca en sacos de diferentes

presentaciones y se almacena para su comercialización (SADER, 2019).

Implicaciones en las distintas esferas ambientales y en la salud humana

Pese a los beneficios económicos y sociales que la caña de azúcar genera en San Luis Potosí, hasta el momento no se han considerado las externalidades negativas que se ocasionan por esta actividad antroposférica. Por un lado, están los impactos ambientales derivados de su proceso; por otro, las afectaciones en la salud humana, convirtiéndola en una de las industrias más polémicas en los últimos años.

El establecimiento para los cultivos de caña de azúcar implica la afectación a la biosfera con la deforestación de grandes territorios, en los cuales, originalmente, se contaba con selvas tropicales o bosques húmedos. Este monocultivo ha transformado de forma alarmante los paisajes de diversos municipios de la región y ha obligado al desplazamiento de fauna nativa (foto 3).

En el caso de San Luis Potosí, éste ha sido uno de los principales factores que ha propiciado la desaparición de bosques y selvas en la Huasteca, ya que, indudablemente, se ha antepuesto el crecimiento económico a un desarrollo sustentable. De hecho, no se han presentado propuestas en el estado que traten de mitigar o aminorar el impacto ambiental que esta industria causa en los diversos municipios de la región.

En cuanto a la hidrosfera, la generación y el desecho de residuos derivados del proceso de la producción de caña de azúcar, son uno de los principales problemas ecológicos que enfrentan un gran número de ríos en la región. Estas acciones han culminado en ocasiones con la muerte de especies acuáticas de flora y fauna, impactando gravemente en la ecología de la hidrosfera. Aunado a ello, el desvío de grandes cantidades de agua para los sistemas de producción, es un problema ambiental al que no se le ha dado solución hasta la actualidad y ha afectado a otra de las grandes industrias en la región: el turismo.

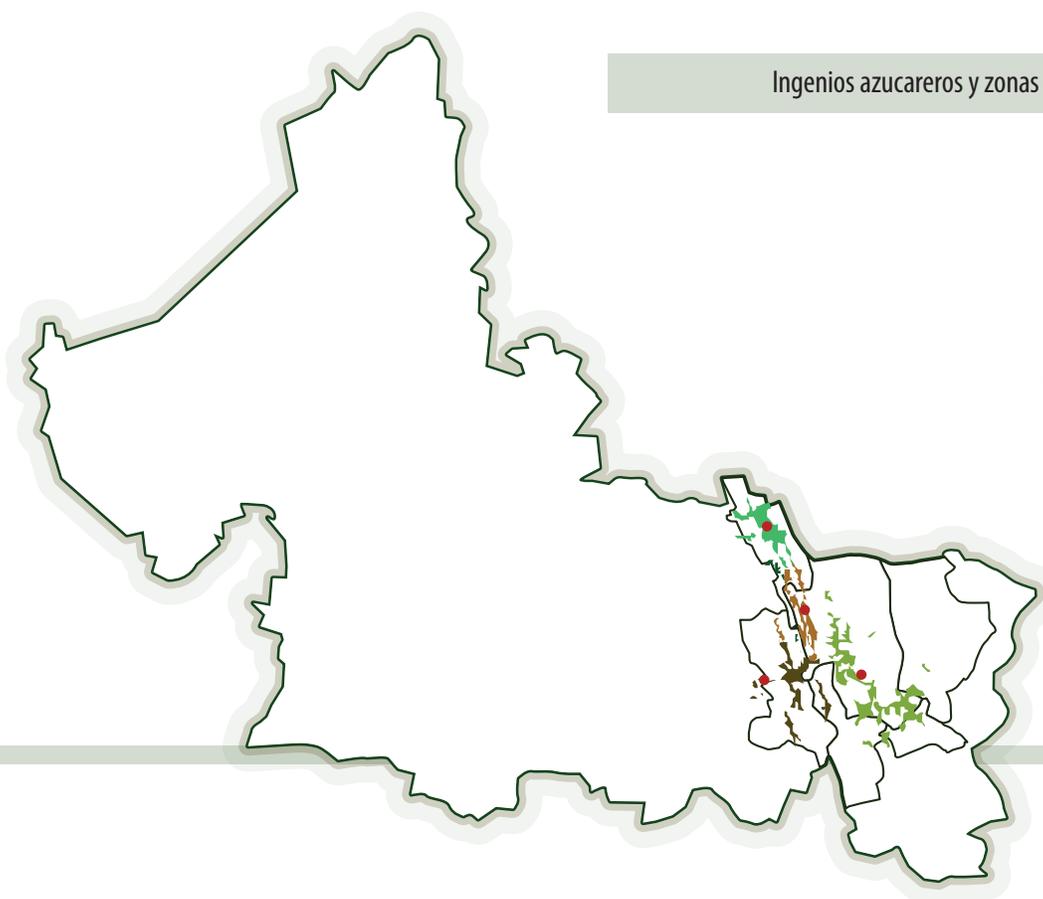
La atmósfera es otra de las esferas ambientales impactada por la actividad cañera desde diferentes ámbitos, por ejemplo, con la generación de diversos contaminantes del aire como: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NOX), hidrocarburos no metánicos (NMHC), metano (CH₄), anhídrido sulfoso, anhídrido carbónico y otros hidrocarburos; además de partículas PM 10 y PM 2.5.

En este contexto, un importante componente de las partículas PM 2.5 producidas es el carbono negro, un contaminante climático de vida corta capaz de retener la luz, transformarla en calor y provocar el calentamiento atmosférico, así como

Ingenios azucareros y zonas cañeras de México



Figura 1. Localización de los ingenios azucareros en México



Simbología

● Ingenios

Zona

— Alianza popular

— Plan de Ayala

— Plan de San Luis

— San Miguel del Naranjo

Figura 2. Localización de los ingenios azucareros en SLP

alteraciones en los patrones climáticos. Esta partícula se produce, sobre todo, por la combustión incompleta e ineficiente de combustibles fósiles y biomasa como los utilizados en la industria azucarera (foto 4). Es el segundo agente más potente de cambio climático, con un potencial de calentamiento equivalente al 55 por ciento y llega a contribuir al calentamiento global hasta 3 200 veces más que el CO₂ (Chaundhuri, 2017).

La exposición directa al carbono negro se ha asociado clínicamente a paros e insuficiencia cardíaca, derrames sanguíneos, cáncer pulmonar, bronquitis crónica, asma, enfisema y bajo peso al nacer; así como a deshidratación severa, disfunción renal aguda y genotoxicidad, por mencionar algunos (Yong *et al.*, 2019).

Finalmente, con la quema de la caña de azúcar, la geosfera es impactada. La quema de biomasa conduce a la producción

de dioxinas y furanos que permanecen en los suelos por largos periodos. Estas moléculas contaminantes poseen estructuras cíclicas que contienen entre uno y ocho átomos de cloro en su estructura química (figura 3) y, debido a su estabilidad química, física, biológica y su capacidad para transportarse a largas distancias, pueden encontrarse en cualquier lugar del planeta y afectar a todas las esferas ambientales. Además, estos compuestos orgánicos son muy solubles en grasas y poseen elevada resistencia a la degradación química, por lo cual pueden bioacumularse con facilidad en los organismos vivos.

Comentarios finales

La caña de azúcar reviste particular importancia económica en todas las zonas de México y el mundo donde se produce. En el caso de San Luis Potosí, es el cultivo que más ingresos le genera al estado; no obstante, esto se debe a la extensión dedicada al cultivo y no a su productividad

en campo, que es la más baja del país en sus cuatro ingenios.

Además, los sistemas productivo e industrial que prevalecen actualmente tienen un alto impacto en el ambiente y en la salud humana. Con afectaciones en el suelo, el agua y el aire; las externalidades negativas generadas por esta actividad podrían rebasar incluso, sus beneficios económicos.



Foto 2. Aspecto de las mieles y jugos. Productos precursores del azúcar (*Saccharum officinarum* L.).

La industria azucarera en SLP y sus implicaciones ambientales



Las condiciones climáticas de la Huasteca potosina han favorecido por años la producción de azúcar, convirtiéndose en una de las actividades socioeconómicas más importantes de la región.



El azúcar que se produce en la Huasteca potosina se obtiene de la caña de azúcar, una planta perteneciente a la familia de las poáceas, también conocida como caña dulce o caña miel y cuyo nombre científico es *Saccharum officinarum* L.



En el estado de San Luis Potosí se localizan cuatro de los 59 ingenios azucareros que se distribuyen en la República mexicana.



En el año 2020, la actividad cañera generó 3471 miles de millones de pesos, lo que la convirtió en el principal cultivo agrícola del estado por valor de producción, además de ocupar casi 75 000 hectáreas de superficie en el estado potosino.

Es indispensable equipar a los ingenios azucareros con maquinaria y tecnología actualizada, con el objetivo de reducir las emisiones de gases a la atmósfera y con ello contribuir a mejorar la salud de los ecosistemas.



Sin embargo, la reconversión productiva no se considera viable, al menos de forma inmediata y radical, debido a que la reconversión productiva podría dirigirse hacia una actividad agropecuaria diferente o incluso a una económica de carácter no agropecuario; también requeriría de una fuerte inversión y todo un programa de capacitación y asesoría técnica para minimizar el riesgo de fracaso. Pero hay un factor más importante aún, que constituye una barrera para dicha reconversión en el corto plazo: el arraigo cultural por la actividad, ya que la producción e industrialización de la caña de azúcar han sido el sustento de miles de personas en la zona (propietarios, trabajadores, proveedores y prestadores de servicios) durante siglos. Por esta razón, existe una marcada reactividad por abandonar la actividad.

Por lo anterior, deben buscarse opciones con menores impactos para la caña de azúcar potosina, tal y como lo han hecho países como Brasil y Australia, que ya cuentan con una legislación que ha obligado a la cosecha de caña en verde y al uso controlado de combustibles fósiles. El término "cosecha en verde" se refiere al corte y recolección de la caña de azúcar sin quemarla previamente; este método puede resultar más costoso, pero tiene beneficios al ambiente y la salud humana.

Asimismo, es indispensable el equipamiento de los ingenios con maquinaria y equipo de tecnología actualizada, con el objetivo de reducir sus emisiones de gases atmosféricos y con ello contribuir y mejorar la salud de los ecosistemas. No obstante, se debe de pensar en un plan integral que contemple una legislación mejor estructurada, de aplicación eficiente, además de programas que fomenten la reestructuración de los sistemas de forma cabal para estar en posibilidades



Foto 3. Paisaje modificado para el establecimiento de un cañaveral. Ejido San Felipe, Cd. Valles, SLP.



Foto 4. Emisiones generadas por el uso de combustibles fósiles en la industria azucarera.

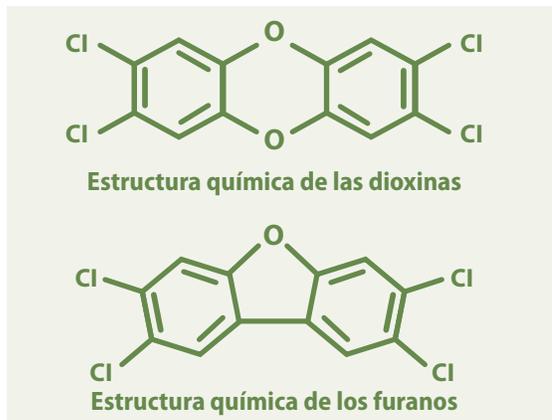


Figura 3. Estructura química de las dioxinas y furanos

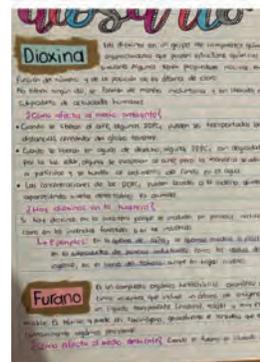


Foto 5. Ejemplo de algunas investigaciones referentes a las implicaciones ambientales de los ingenios azucareros por parte de los alumnos de la Licenciatura en Bioquímica de la FEP-ZH.



LUIS JESÚS CASTILLO PÉREZ

Maestro en Ciencias Ambientales por el Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales de la UASLP, en donde actualmente realiza el doctorado. Es profesor en la licenciatura en Bioquímica de la Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca. Desarrolla investigaciones sobre el aprovechamiento sustentable de orquídeas medicinales de la Huasteca potosina y colabora en proyectos académicos relacionados con las diversas esferas ambientales.

de darle una opción de sustentabilidad a la caña de azúcar en el estado y que el modelo pueda ser replicado en otras zonas cañeras del país.

Finalmente, es importante mencionar que, derivado de la matrícula de estudiantes con familiares directos implicados en la industria cañera, en la Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, se ha estado trabajando en la concienciación y análisis mediante ensayos y propuestas de proyectos sustentables para el control y mitigación de problemas ambientales relacionados con la industria azucarera desde la asignatura de Química Ambiental (foto 5), impartida en el programa educativo de Bioquímica. Los proyectos han sido diversos, por ejemplo, algunos alumnos han

redactado estrategias sustentables, como propuestas para el cultivo y la quema de caña. Otros han realizado trabajo de divulgación para disminuir el uso de agroquímicos y aumentar el uso de biopesticidas y biofertilizantes. También han explicado en algunas comunidades el daño que causan en fauna y personas los residuos tóxicos de los agroquímicos. Finalmente, otro de los proyectos más interesantes, fue evidenciar la contaminación de cuerpos de agua.

Los anteriores trabajos podrían sentar las bases para el establecimiento de futuras líneas de investigación que puedan ser aplicadas en los cultivos de caña de la Huasteca potosina y replicadas en todo el país con el objetivo de migrar en un futuro a una producción sustentable de azúcar. 

Referencias bibliográficas:

- Chaudhuri, I., Fruijtier-Pölloth, C., Ngiewih, Y. y Levy, L. (2018). Evaluating the evidence on genotoxicity and reproductive toxicity of carbon black: a critical review. *Critical Reviews in Toxicology*, 48(2), pp. 143-169. <https://doi.org/10.1080/10408444.2017.1391746>
- Puig, H. (1991). *Vegetación de la Huasteca (México). Estudio fito-geográfico y ecológico*. México: Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos.
- SADER (2019). *La producción de azúcar comienza en el ingenio*. México: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- SIAP (2021). *Avance de siembras y cosechas*. México: Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Yong, M., Anderle, L., Levy, L. y McCunney, R. J. (2019). Carbon black and lung cancer mortality - A Meta-regression analysis based on three occupational cohort studies. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 61(11), pp. 949-00. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001713>

