

# CADENA DE VALOR DE LA DIVERSIFICACIÓN DE LA AGROINDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN MÉXICO

## VALUE CHAIN OF THE DIVERSIFICATION OF THE SUGAR CANE AGROINDUSTRY IN MÉXICO

**Aguilar-Rivera, N.\***

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana. Carretera Peñuela  
Amatlán de los Reyes km 1. Amatlán de los Reyes, Veracruz México. C. P. 94945.

**\*Autor de correspondencia:** [naguilar@uv.mx](mailto:naguilar@uv.mx)

---

### RESUMEN

En México, la caña de azúcar (*Saccharum* spp.), sus productos y subproductos representan una importante actividad económica para la población. La agroindustria azucarera nacional es compleja y los indicadores convencionales empleados para la toma de decisiones hasta la fecha no han logrado determinar cuáles son los puntos críticos del sistema cañero en la transición de ingenios azucareros a biorefinerías y la diversificación en zonas de abasto cañero, ingenios, trapiches y destilerías como estrategia de competitividad y sostenibilidad. En este trabajo se analizan, desde un punto de vista multidisciplinario, los factores limitantes que deben considerarse para el establecimiento exitoso de un programa nacional de reconversión y diversificación en la cadena de valor de la agroindustria azucarera y las opciones productivas que pueden contribuir a incrementar ingresos y rentabilidad a la producción cañera.

**Palabras clave:** sostenibilidad, competitividad, diversificación.

### ABSTRACT

In México, sugar cane (*Saccharum* spp.), its products and byproducts, represent an important economic activity for the population. The national sugar cane agroindustry is complex, and the conventional indicators used for decision making up to date have not managed to determine what are the critical points of the sugar system in the transition from sugar factories to biorefineries and the diversification of cane supply zones, sugar factories, mills and distilleries, as strategy for competitiveness and sustainability. In this study, the limiting factors are analyzed that should be considered for the successful establishment of a national reconversion and diversification program in the sugar agroindustry value chain, as well as the productive options that may contribute to increase income and profitability of sugar cane production.

**Keywords:** sustainability, competitiveness, diversification.

## INTRODUCCIÓN

En la producción de azúcar en México, a lo largo de varias décadas, se ha concebido al ingenio azucarero como un polo de desarrollo regional, alrededor del cual se ordenan las actividades productivas, comerciales y de servicios. Actualmente, la diversificación productiva industrial de la caña de azúcar se reduce a la obtención de azúcar morena o estándar (crudo), blanca o refinada en su mayoría, y mínimamente

te mascabado, etanol, compostas y panela (piloncillo); y al incremento de la superficie cosechada (Figuras 1 y 2), por lo que ha surgido la necesidad de valorar y evaluar el nivel de productividad, competitividad y de reconversión de la agroindustria de la caña de azúcar y el uso de los subproductos (melaza, bagazo, cachaza, cenizas y vinazas) para la supervivencia de esta actividad productiva que históricamente no ha tenido una planificación económica regional, con base en la capacidad de

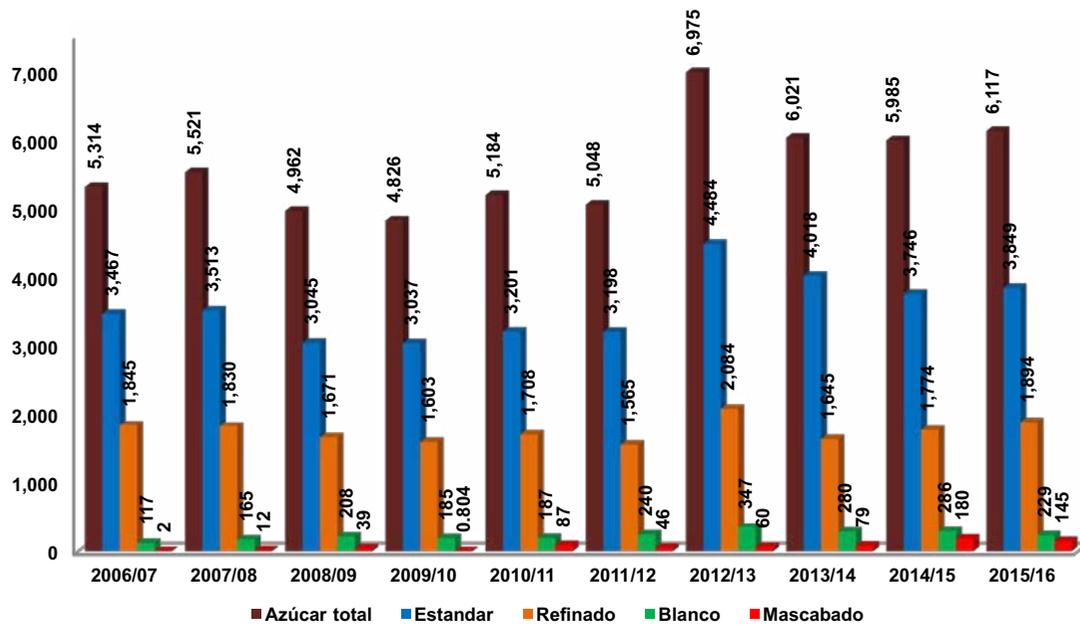


Figura 1. Producción de azúcar en México (miles de toneladas) (con datos de CONADESUCA, 2016).

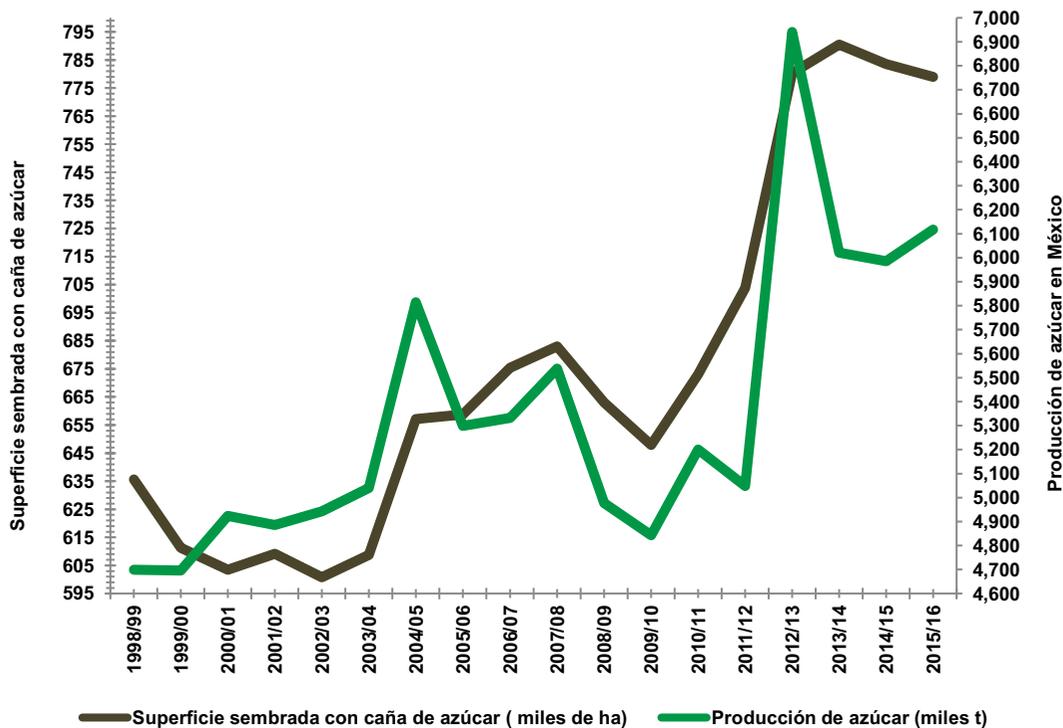
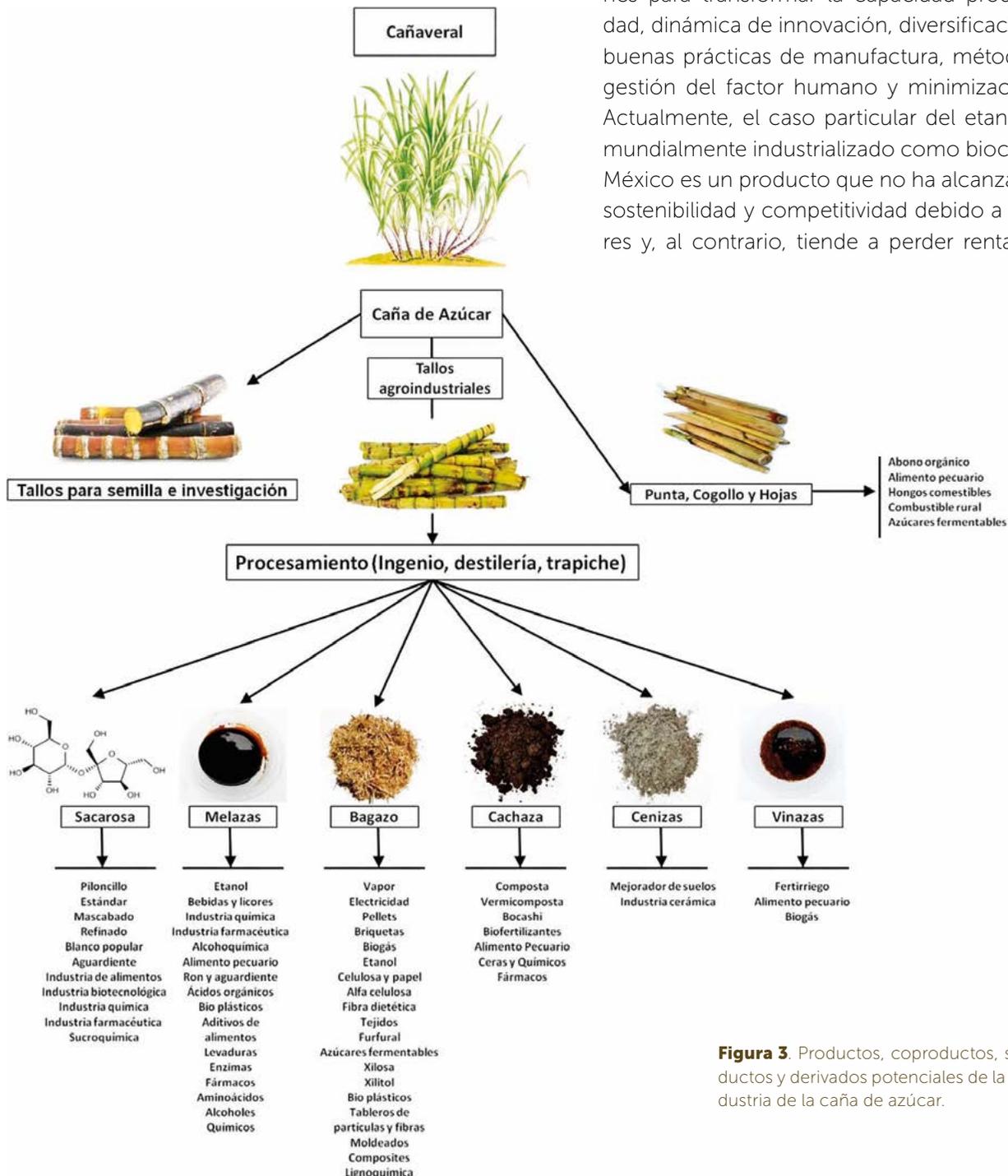


Figura 2. Superficie cañera y producción de azúcar (con datos de CONADESUCA, 2016).

los territorios (aptitud edafoclimática al cultivo de caña de azúcar, infraestructura y políticas públicas) para tener una productividad incrementada en relación con el consumo del azúcar a una tasa similar al crecimiento de la población. Por lo tanto, el desarrollo de proyectos competitivos de diversificación (azúcar, biocombustibles, energía, alimentos pecuarios, químicos, abonos orgánicos) requiere necesariamente una productividad sostenible de caña de azúcar (Figura 3).

En este sentido, los ingenios azucareros en México se encuentran entre las empresas más antiguas de la rama de producción de alimentos y los subproductos son recursos no aprovechados de manera eficiente. En su operación se mezclan aspectos de negociación laboral, cultura productiva, legislación azucarera y énfasis de inversión principalmente en tecnología azucarera, que han complicado el tema de la diversificación productiva. Históricamente, numerosos trabajos (Aguilar-Rivera, 2013; Sánchez-Santiró, 2001; Crespo, 1988) han reportado que las factorías azucareras han realizado acciones para transformar la capacidad productiva, la calidad, dinámica de innovación, diversificación productiva, buenas prácticas de manufactura, métodos de trabajo, gestión del factor humano y minimización de costos. Actualmente, el caso particular del etanol de melazas, mundialmente industrializado como biocombustible, en México es un producto que no ha alcanzado un nivel de sostenibilidad y competitividad debido a diversos factores y, al contrario, tiende a perder rentabilidad puesto



**Figura 3.** Productos, coproductos, subproductos y derivados potenciales de la agroindustria de la caña de azúcar.

que la materia prima principal, la melaza, se destina a otros usos (García et al., 2016) (Figuras 4 y 5).

### Diversificación de la agroindustria azucarera

Derivado de esta situación se deduce que para la agroindustria azucarera existen problemas de conceptualización y medida de la diversificación que hacen difícil contrastar la hipótesis de su relación con los resultados de la empresa (ingenios azucareros, trapiches y destilerías). La utilización de distintos indicadores simples (rendimientos y factores de productividad) conduce a resultados diversos, y la forma en que los investigadores han tratado tradicionalmente este tema (paradigma tecno-económico) es limitada y solo han logrado proporcionar una visión

incompleta y potencial del proceso de diversificación al explicar sus beneficios solo a través de la explotación de economías de alcance, ignorando la contribución de la diversificación relacionada a la ventaja competitiva en el largo plazo. Una gran mayoría de los estudios efectuados (Solomon, 2016) concluyen y generalizan que una diversificación en negocios relacionados con el original (uso de subproductos en el ingenio azucarero o de la caña misma o los residuos de cosecha en el campo cañero) permitiría obtener mejores resultados. En cambio, otros concluyen que es la diversificación no relacionada la que está asociada a mejores resultados empresariales (venta de subproductos). El desarrollar modelos para evaluar la diversificación a escala regional pueden servir como

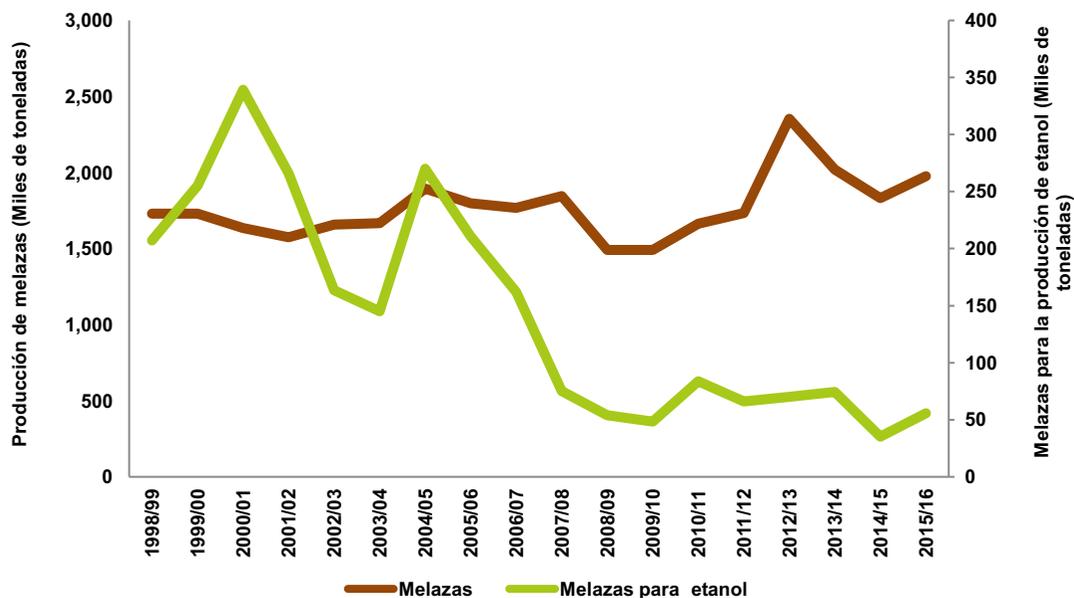


Figura 4. Melazas para la producción de etanol (con datos de CONADESUCA, 2016).

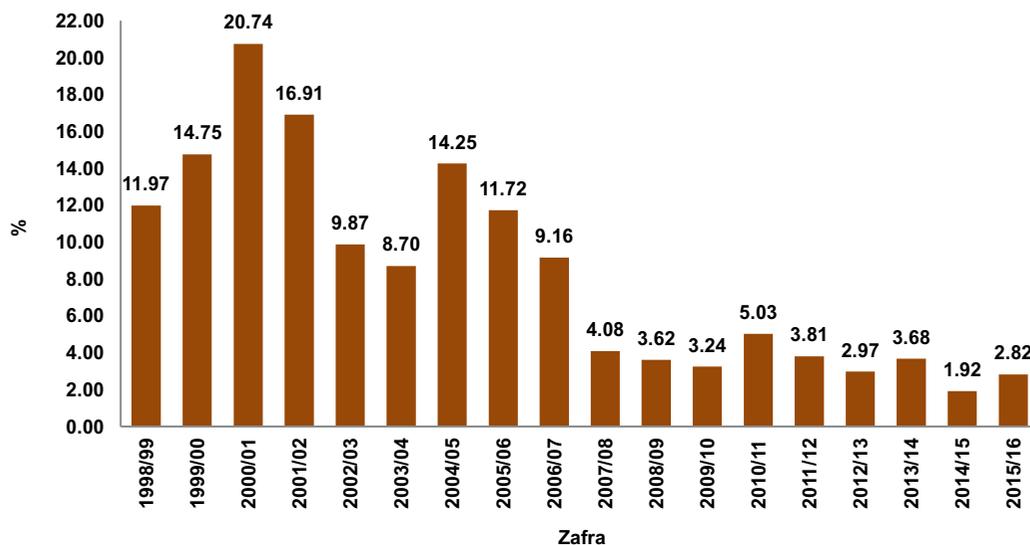


Figura 5. Melazas para la producción de etanol (%) (CONADESUCA, 2016).

una herramienta de planificación y evaluación del riesgo para ayudar a decidir cuándo, dónde y cómo estos sistemas pueden contribuir al desarrollo del sector cañero (Bezuidenhout y Baier, 2011). Sin embargo, la capacidad para diversificar la industria azucarera nacional está limitada a la imitación de ventajas comparativas, debido a que todos los ingenios azucareros, en semejantes condiciones de tecnología, recursos, precios y capacidades, adquieren una única materia prima heterogénea en calidad y cantidad. Por lo tanto, estas empresas presentan semejanza en términos de calidad, mercados, productos finales y clientes con beneficios a corto plazo. En este caso, los subproductos son empleados por el mismo ingenio para generar energía, vapor y compostas como forma incipiente de diversificación relacionada (Eggleston y Lima, 2015). En este sentido, de acuerdo con Arango (2008), el establecer proyectos de diversificación de mayor alcance en una región o una planta industrial podría

tener repercusiones relacionadas con la satisfacción de la demanda de azúcar y una variación significativa de su precio en el mercado, debido a la competencia por la materia prima. Así, el cultivo de caña y su producción están determinados por la rentabilidad del azúcar como su principal producto y, a la vez, la producción de caña determina en gran medida el nivel de satisfacción de la demanda. Un aumento en la rentabilidad del azúcar hace mucho más atractiva la siembra de caña y, por lo tanto, se incrementa la superficie sembrada y, en consecuencia, aumenta la producción de azúcar, y cuando ésta supera a la demanda, los inventarios se incrementan y disminuye el precio, lo que afecta la rentabilidad. Si a este modelo económico se agrega la producción de algún otro derivado, por ejemplo, etanol, la caña producida va a ser destinada tanto a la producción de azúcar como éste, siendo la rentabilidad y el inventario de los dos productos los que definan la repartición de caña para ambas industrias

(ingenio y destilería autónoma) y la variación de la superficie sembrada. Así, ambos mercados interactúan unidos por un elemento en común, que es la producción de caña de azúcar. Si la rentabilidad del etanol aumenta se hace menos atractivo producir azúcar, lo que se refleja en una disminución de su inventario; consecuentemente, disminuirá su oferta en el mercado y aumentará su precio. Esto incrementará la superficie con caña de azúcar, lo que aumentará la cantidad de caña destinada a la producción del etanol. Por lo tanto, se incrementa la producción y oferta de éste, lo que influye de manera negativa en su precio y rentabilidad, reactivando el ciclo con un aumento del interés por producir azúcar, caso contrario a lo que sucede actualmente en México (Figuras 6 y 7).

En relación con la capacidad de diversificación de la agroindustria azucarera nacional, el trabajo de Aguilar-Rivera (2014) determinó que 112 municipios (49.8 %) ubicados en

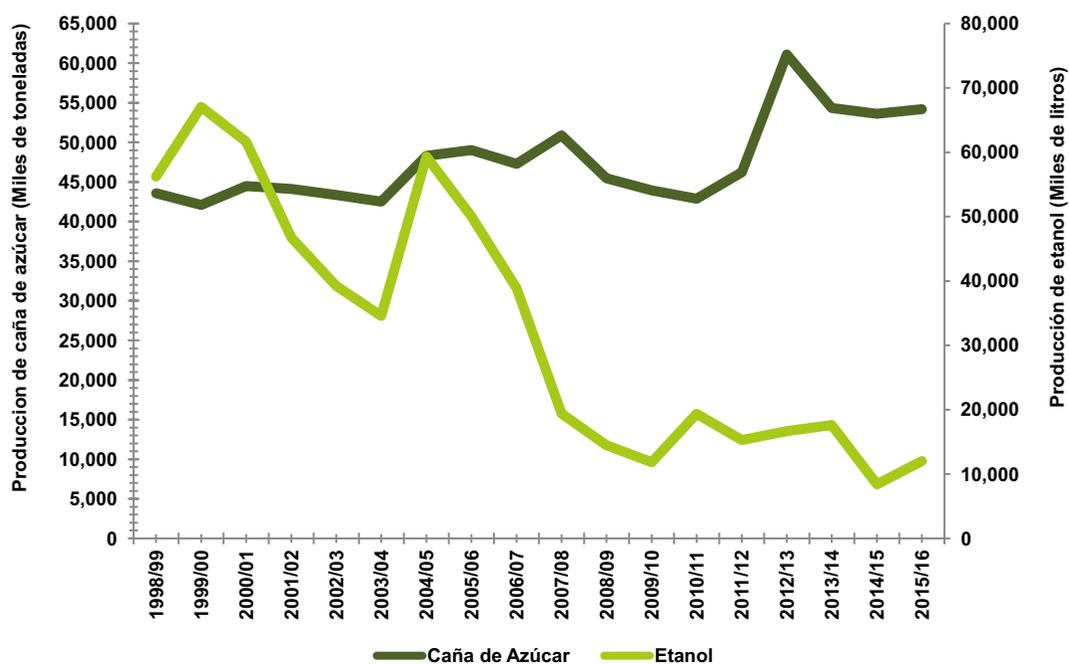
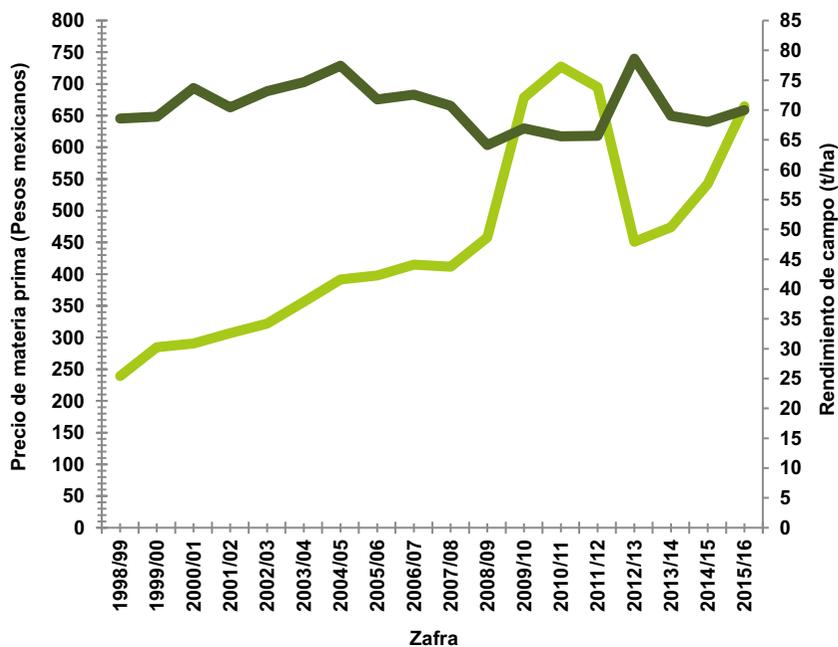


Figura 6. Producción de materia prima y producción de etanol (con datos de CONADESUCA, 2016).



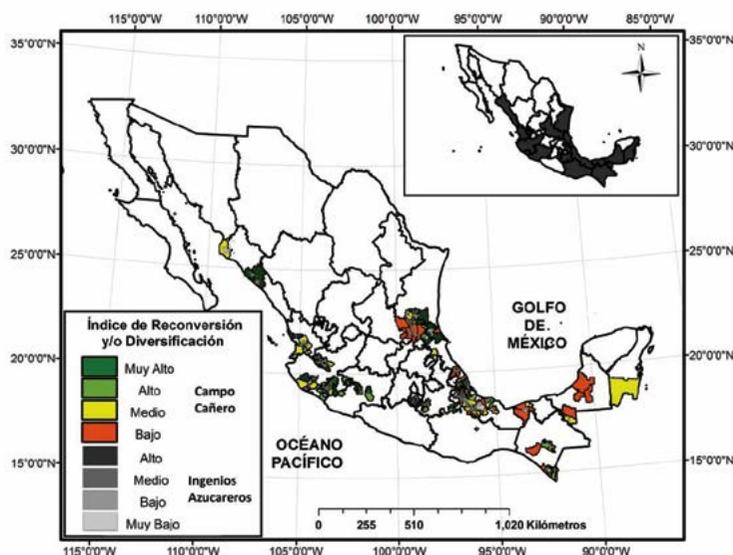
**Figura 7.** Precio de la materia y rendimiento de campo (con datos de CONADESUCA, 2016).

Sinaloa (2), Nayarit (3), Oaxaca (3), Tamaulipas (4), Chiapas (8), Colima (7), Puebla (12), Michoacán (13), Morelos (15), Jalisco (21) y Veracruz (24) registran recursos socioeconómicos, ambientales, capacidades productivas y experiencia para proyectos (cultivos intercalados y rotación, trapiche, alimento pecuario, abonos) en la unidad productiva cañera y cuentan con productores receptivos a la innovación para incrementar la productividad promedio de caña ( $65 \text{ t ha}^{-1}$ ) para otros proyectos, y así minimizar los factores limitantes abióticos y bióticos, institucionales, de productividad, sostenibilidad y competitividad. El resto de los municipios (115) (50.2 %) requieren acciones institucionales y tecnológicas específicas y diferenciadas para aumentar en primer lugar la productividad actual y para futuros proyectos de reconversión o diversificación (Figura 8).

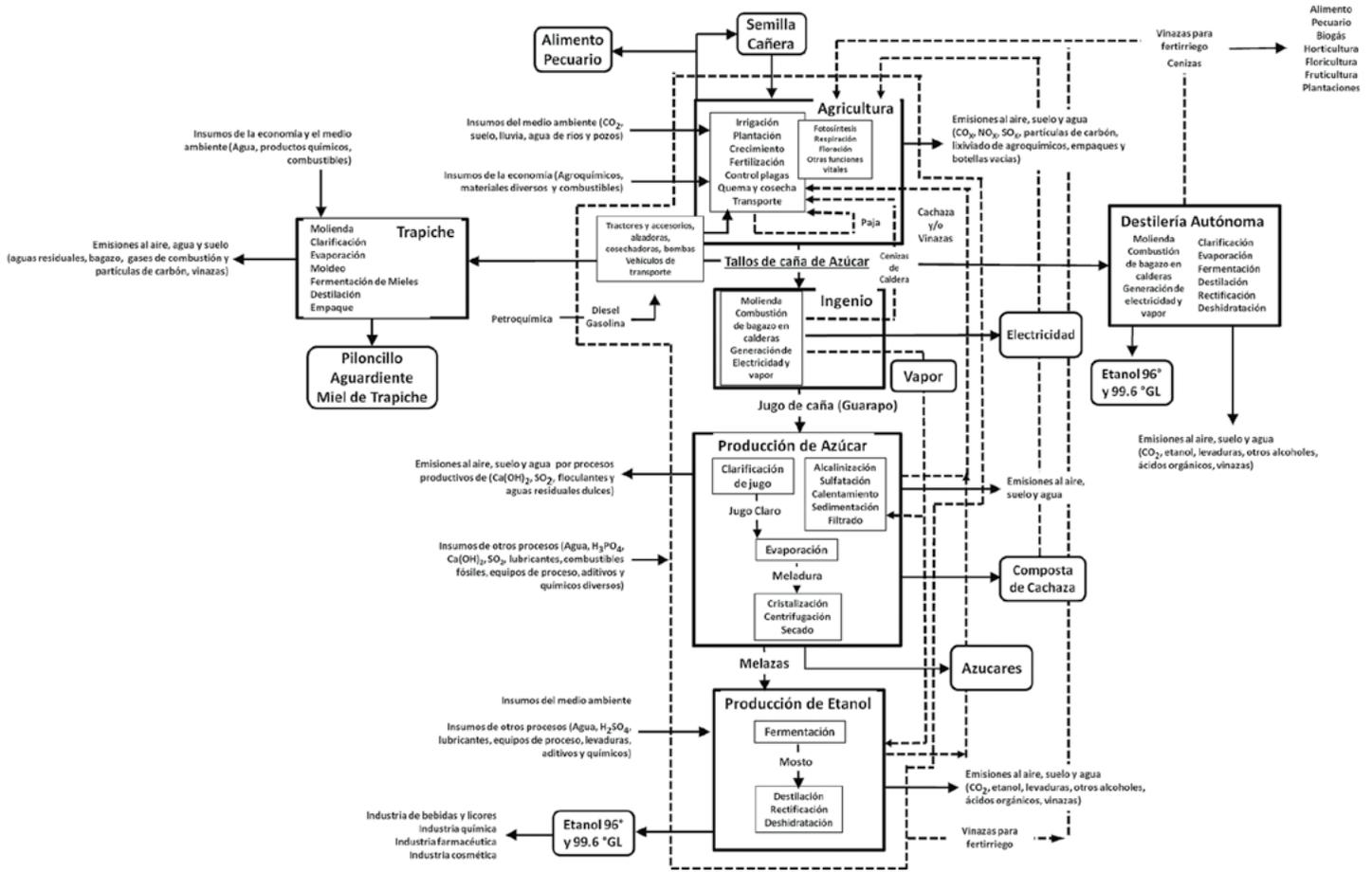
En este sentido, las propuestas acerca de los elementos para alcanzar la competitividad (productividad, diversificación, innovaciones, gestión) en la agroindustria azucarera nacional aun presentan muchas interrogantes. Esto significa que a nivel regional se requieren instrumentos teóricos y prácticos que permitan reconocer y analizar las condiciones sobre las cuales el análisis, desarrollo y transformación espacial de las regiones cañeras podían llevarse a cabo, sin el convencional paradigma centrado solo en el análisis económico tradicional (economía

ambiental), con el objetivo de obtener e integrar nuevos conocimientos, características e investigación de sus interrelaciones espaciales y su predicción como modelo temporal-espacial de la realidad azucarera. Por lo tanto, el sector agroindustrial azucarero necesita un proyecto de reordenamiento e integración, tanto en la cuestión tecnológica y ambiental sustentado en la diversificación de la producción, administración ambiental y empresarial, como en su análisis histórico, geográfico y socioeconómico para la creación de proyectos locales o regionales en el ámbito rural (Martínez-Guido et al., 2016). Entre las metodologías existentes se encuentra el Análisis de Ciclo de Vida (LCA) (Figura 9).

El LCA (siglas en inglés) examina cada uno de los procesos productivos inherentes a lo largo del ciclo de vida de la agroindustria de la caña de azúcar, evaluando así múltiples categorías de impacto, tales como el cambio climático, disminución de la capa de ozono, acidificación y eutrofización, actividad humana, ecotoxicidad, fertilidad del suelo, agotamiento de recursos bióticos y abióticos, cantidad potencial de productos, coproductos, subproductos y uso de insumos y productividad en los cuales se considera la producción, explotación, procesamiento y transformación de caña de azúcar, así como la comercialización de los subproductos (Hun et al., 2016). Milford (2005) concluyó que



**Figura 8.** Capacidad de reconversión de municipios productores de caña de azúcar e ingenios azucareros en México.



**Figura 9.** Cadena de valor, integración material y energética para la agroindustria de la caña de azúcar dentro de la perspectiva del LCA (Adaptado de Amores et al., 2013).

para la diversificación productiva exitosa es necesario considerar varios factores adicionales (Figura 10).

Algunas acciones que en el corto plazo podrían iniciar el camino hacia la diversificación del sector y la transición paulatina a la biorefinería de acuerdo con Brambila-Paz et al. (2013) son los productos de bagazo excedente de los ingenios, tales como el pelletizado y la obtención de briquetas, hongos comestibles, alimentos pecuarios y compostas. Desarrollo de políticas públicas eficaces e incluyentes sobre diversificación y biorefinerías basadas en el consenso de académicos especialistas, industriales e inversionistas. Todos los ingenios, destilerías y trapiches deberán implementar la producción de abonos, biofertilizantes, y vincularse con diversas ramas agrícolas. Eliminación paulatina de la quema para ser vinculada la paja como combustible para cogeneración eléctrica para la red pública y alimento animal. La creación de un Instituto de Investigación en la Biorefinería de la Caña de Azúcar con la participación de académicos con enfoque

interdisciplinario, cuyo financiamiento sea por empresarios, sector público y productores de caña puede ser una valiosa opción. De igual forma, reactivar el Programa Nacional de Etanol, revitalizando destilerías en inge-



**Figura 10.** Factores limitantes de la diversificación y reconversión productiva de la agroindustria de la caña de azúcar.

nios, implementación de metodologías y técnicas para la producción más limpia (P+L), análisis de ciclo de vida (LCA), huella de carbono, agua y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), facilitará a las plantas de azúcar, piloncillo etanol y energía eléctrica certificarse internacionalmente y ser competitivos. Las regiones cañeras e ingenios azucareros tienen la capacidad técnica, ventajas comparativas y recursos para diversificarse. La revalorización de la caña de azúcar y subproductos a nivel regional es el propósito de cualquier programa de diversificación de las zonas cañeras y este debe promover la transformación productiva y el desarrollo sostenible en la agroindustria de la caña de azúcar mediante la articulación de la investigación, educación y capacitación del sector productivo, el diagnóstico del impacto ambiental y la búsqueda de soluciones a los problemas de contaminación a través del desarrollo o reingeniería de procesos en ciclo cerrado y el uso de los subproductos para la producción de derivados.

## CONCLUSIONES

Es necesaria una revisión de los esquemas de financiamiento, comercialización, organización y administración para adecuarlos a la nueva realidad y los retos que enfrenta el cultivo y la industrialización de la caña de azúcar al hacerlos más dinámicos, operativos y eficaces.

## LITERATURA CITADA

Aguilar-Rivera N. 2013. La industrialización de los derivados de la caña de azúcar en México. *Quipu, Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología* 15: 237-270.

Aguilar-Rivera N. 2014. Índice de diversificación de la agroindustria azucarera en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 11: 441-462.

Amores M.J., Mele F.D., Jiménez L., Castells F. 2013. Life cycle assessment of fuel ethanol from sugarcane in Argentina. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 18: 1344-1357.

Arango S. 2008. Incidencias económicas del etanol como biocombustible en Colombia sobre los derivados de la caña de azúcar. Una aproximación con dinámica de sistemas. *Revista Avances en Sistemas e Informática* 5: 69-75.

Bezuidenhout C.N., Baier T.J.A. 2011. An evaluation of the literature on integrated sugarcane production systems: A scientometrical approach. *Outlook on Agriculture* 40: 79-88.

Brambila-Paz J.D.J., Martínez-Damián M.Á., Rojas-Rojas M.M., Pérez-Cerecedo V. 2013. La bioeconomía, las biorefinerías y las opciones reales: el caso del bioetanol y el azúcar. *Agrociencia* 47: 281-292.

CONADESUCA (2016). Infocaña. <http://www.siiba.conadesuca.gob.mx/infocana/>

Crespo H. 1988. Historia del azúcar en México. Fondo de Cultura Económica 2 Tomos 2da. Edición. México, D. F. 1029 p.

Eggleston G., Lima I. 2015. Sustainability issues and opportunities in the sugar and sugar-bioproduct industries. *Sustainability* 7: 12209-12235.

García C.A., Manzini F., Islas J.M. 2016. Sustainability assessment of ethanol production from two crops in Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116306864>

Hun A.L.N., Mele F.D., Pérez G.A. 2016. A comparative life cycle assessment of the sugarcane value chain in the province of Tucumán (Argentina) considering different technology levels. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 22: 1-14.

Martínez-Guido S.I., González-Campos J.B., Ponce-Ortega J.M., Nápoles-Rivera F., El-Halwagi M.M. 2016. Optimal reconfiguration of a sugar cane industry to yield an integrated biorefinery. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 18: 553-562.

Milford B. 2005. RE-engineering sugar industries-a view from Australia. In: *Proc. ISSCT* 25: 458-464.

Sánchez-Santiró E. 2001. *Azúcar y poder*. Editorial Praxis. Cuernavaca, México. 331 p.

Solomon S. 2016. Sugarcane Production and Development of Sugar Industry in India. *Sugar Tech*. 18: 1-15.

