

## Paradigma de la diversificación de la agroindustria azucarera de México

Mexican sugarcane agroindustry diversification paradigm

Noé Aguilar-Rivera

*Universidad Veracruzana, México / [naguilar@uv.mx](mailto:naguilar@uv.mx)*

**Abstract:** Special attention in the diversification strategy must be given to the efficient use of the potential of sugar cane with the objective of increasing the value added using chemicals and biotechnologies as complements for sugar production. From cane harvest and processing, it is possible to obtain eight products and byproducts (sucrose, ethanol, trash, bagasse, molasses, filter mud, vinasse, and ashes) and a significant number of production processes could be developed. However, industrial production of byproducts and sugarcane derivatives has not shown a constant development and in Mexican sugar industry there has not been a significant change in the diversification pattern in the past few decades. The objective of this paper is to analyze the trends and patterns of diversification and related development in the Mexican sugar industry based on secondary and primary data. It was also found that the absence of a national model of diversification, lack of knowledge and information were the major constraints towards sugarcane agriculture (crop sector), bio-fabric (industrial sector) efficient and sustainable production.

**Key words:** sugar industry, productive diversification, byproducts, constraints.

**Resumen:** La estrategia de diversificación debe tener en cuenta el uso eficiente del potencial de la caña de azúcar con el objetivo de incrementar el valor añadido, a partir de tecnologías químicas y la biotecnología, como un complemento de la producción de azúcar. De la cosecha de caña de azúcar y el procesamiento es posible obtener ocho productos y subproductos (sacarosa, etanol, residuos de cosecha, bagazo, melazas, cachaza, vinazas y cenizas de calderas) y un número significativo de procesos de producción se podrían desarrollar. Sin embargo, la producción industrial de derivados de la caña de azúcar y subproductos no ha mostrado un desarrollo constante y en la industria azucarera mexicana no ha habido un cambio significativo en el patrón de diversificación en las últimas décadas. El objetivo de este trabajo fue analizar las tendencias y patrones de diversificación y desarrollo, relacionados con la industria azucarera mexicana, a partir de datos secundarios y primarios. Se concluye que la ausencia de un modelo nacional de diversificación, la falta de conocimiento y la información constituyen el principal obstáculo para una agricultura de caña de azúcar (sector agrícola), biofábrica (sector industrial) con producción eficiente y sostenible.

**Palabras clave:** industria azucarera, diversificación productiva, subproductos, factores limitantes.

## Introducción

La agroindustria azucarera es una actividad productiva de alto impacto social, económico, espacial y potencialmente conflictiva, que en los últimos años ha resentido la huella de numerosos factores que amenazan su competitividad como actividad económica, por ejemplo: la caída de la productividad (campo y fábrica), de los precios internacionales del azúcar, la disminución del consumo interno por la sustitución de sacarosa por jarabes de maíz de alta fructosa (HFCS) y edulcorantes no calóricos y la inestabilidad de los precios del petróleo, entre muchos otros. Estos factores hacen necesaria la disminución de los costos de producción de caña y azúcar y la diversificación del uso de la caña de azúcar y los subproductos del ingenio azucarero y destilería, para aprovechar las posibilidades de éstos en la producción de alimentos, forrajes, energía y nuevas materias primas para otras industrias.

Es decir, la diversificación ha sido abordada en múltiples estudios como una forma de acelerar la viabilidad económica de la producción agroindustrial a largo plazo mediante la mejora en la rentabilidad y la estabilidad general del sector, y el cambio hacia otros cultivos o actividades económicas en la agricultura y otros procesos productivos en la agroindustria. A pesar de que la diversificación es uno de los temas relevantes de estudio de diferentes áreas de conocimiento (finanzas, marketing, dirección estratégica, economía industrial y agrícola), en su mayoría, éstos se han concentrado en investigar la relación que existe entre la diversificación y los resultados y su forma de evaluación, y han prestado menor atención a los motivos que impulsan a las empresas a seguir un proceso de diversificación (Ramanujan *et al.*, 1989: 525).

En los ingenios azucareros, la diversificación y la producción de derivados de la caña de azúcar, como un paradigma, ha sido la generalización del *discurso oficial* para aliviar *la crisis de la industria azucarera* junto a la innovación y la internacionalización, desde varias décadas atrás, sin estudios sobre los factores que influyen sobre la capacidad para diversificar la agroindustria azucarera nacional y el modelo a adoptar. Sin embargo, el modelo dominante de los derivados de la caña de azúcar, vigente en las zonas cañeras de México, y que ha sido adoptado por políticos, industriales, productores, organizaciones cañeras y académicos, como agente de cambio, tiene lugar en el paradigma tecno-económico<sup>1</sup> de la diversificación de la industria azucarera cubana de-

---

1 El paradigma técnico económico se sostiene en la comprensión de que la tecnología se refiere a las actividades relacionadas con la solución de problemas, que se vinculan con conocimientos de procedimientos individuales y organizacionales; los paradigmas tecnológicos,

nominado “La industria de los derivados de la caña de azúcar”. Éste se basa, según González y Oquendo (2002: 47-49), Gálvez (2000: 4) y Rivera (1980: 226), en: 1) la diversificación agrícola, que es la implementación de cultivos alternativos mediante la intercalación y rotación de los mismos en las áreas cañeras, y 2) la diversificación industrial en el ingenio azucarero, que comprende el uso alternativo de la caña de azúcar y el aprovechamiento integral de la materia prima y los subproductos que se generan tanto en la cosecha de la caña como en el procesamiento de la misma. El objetivo de este trabajo fue analizar las tendencias y patrones de diversificación y desarrollo, relacionados con la agroindustria azucarera mexicana, a partir de datos secundarios y primarios.

### **El concepto de diversificación de la agroindustria azucarera**

Este paradigma fue desarrollado en Cuba desde 1960 a raíz de varios acontecimientos: la Revolución cubana y el embargo comercial del mundo capitalista a la Isla, la sustitución de la dependencia económica de Estados Unidos por la de la Unión Soviética, y la adopción del estilo soviético de planificación central con prioridad en la industria pesada, el pensamiento de izquierda de los sesenta sustentado en el análisis de la Teoría de la Dependencia,<sup>2</sup> la excepcional cosecha de caña de azúcar (ventajas comparativas) que convierte al azúcar de caña (sacarosa) en motor del desarrollo debido al incremento de los precios mundiales del edulcorante durante 1970 y la creación del Instituto Cubano de Investigación de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) el 23 de mayo de 1963, para desarrollar tecnología de punta y diversificar

---

por tanto, entrañan una heurística y concepciones específicas sobre “cómo hacer las cosas” y cómo mejorarlas, que con frecuencia comparten los profesionales de diversas actividades (ingenieros, empresas, sociedades técnicas), así como un marco cognoscitivo colectivo cargado de ideologías. De esta manera, los paradigmas tecnológicos por lo general también definen los modelos básicos de los productos industriales y los sistemas de producción que progresivamente se modifican y mejoran (Ocampo, 2008: 10; González *et al.*, 2002: 48-50).

2 La teoría de la dependencia establece que el subdesarrollo de ciertos países se debe al tipo de relaciones comerciales (dependientes y desequilibradas) que se establecen entre unos países y otros. Si a los dos elementos anteriores se le une la sustitución cada vez más generalizada en los patrones de consumo de los bienes primarios por productos más elaborados, y la reducción de la importación de estos últimos en los procesos productivos avanzados de los países ya desarrollados, se refuerza la hegemonía de éstos en las relaciones comerciales con el mundo menos desarrollado. La dependencia, con todo, no es solamente un fenómeno externo, sino que se manifiesta también en diferentes formas en la estructura interna (tecnológica, social, ideológica y política) (Kay, 1998: 3-4).

los usos de la caña de azúcar con profesionistas cubanos capacitados como investigadores en ciencia básica e ingeniería en los países del Consejo de Ayuda Económica Mutua (COMECON). Este marco teórico se fundamentó en cuatro condiciones: a) creación de una nueva gama de productos de la caña de azúcar, que a su vez induce el mejoramiento técnico de muchos procesos y productos; b) reducción de costos de producción de ambos, lo cual implica la existencia de una oferta estable y abundante de materia prima; c) que tenga efectos amplios en el sistema económico y d) que sea aceptable social y políticamente. Este paradigma se consolidaría en las décadas siguientes apoyado con otros trabajos a nivel internacional, principalmente por Maurice Paturau de Isla Mauricio de 1969 con la publicación del libro: *By-products of the cane sugar industry an introduction to their industrialization* (véase figura 1<sup>3</sup>). Su mayor difusor en el continente americano sería el Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar (GEPLACEA); este grupo llegó a ser, en muchos sentidos de su labor, la más importante institución en el mundo azucarero. GEPLACEA se constituyó en 1974 en Cozumel, Quintana Roo, y desde entonces su sede quedó en la Ciudad de México, como órgano de consulta y coordinación en asuntos de mercado, comercio y tecnología del azúcar y sus derivados de las agroindustrias de la región. Al momento de su creación, tenía aproximadamente más del 50% de las exportaciones mundiales, alrededor del 30% de la producción mundial de azúcar, más de la mitad del azúcar de caña del mundo y más del 60% de la caña de azúcar (Dastory, 2009: 5-7; Cerro, 2006: 6-8).

GEPLACEA alcanzó una considerable importancia en el mundo azucarero por sus acciones en entrenamiento e investigación, y en la difusión de trabajos y estudios a nivel mundial en el campo de los derivados de la caña de azúcar para enfrentar los desequilibrios del mercado y buscar soluciones a la crisis recurrente de precios internacionales del azúcar, mediante la diversificación (GEPLACEA, 1991, 1990, 1988 y 1986). Sin embargo, se enfrentó siempre con la dificultad de llevar adelante acciones comerciales conjuntas comunes a nivel internacional, ya que los países privilegiaron tanto la acción individual como su relación con intereses extrarregionales, sobre todo en la monoproducción de azúcar de caña (Cerro, 2006: 9; Peña, 2003).

Durante muchos años, Cuba fue uno de los principales productores de caña de azúcar y el primer exportador de azúcar del mundo. El triunfo de la Revolución, en 1959, modificó la situación durante sus primeros años, y fue

---

3 Todas las figuras, cuadros y gráficos se encuentran en el Anexo, al final de este documento (N. del E.).

entonces cuando se hizo hincapié en la diversificación. Pero cuando Cuba fue admitida en el COMECON (o CAME) compuesto por Bulgaria, Cuba, Checoslovaquia, Alemania Oriental, Hungría, Mongolia, Polonia, la Unión Soviética y Vietnam, los acuerdos comerciales preferenciales empujaron de nuevo el azúcar a la parte superior de la agenda económica con el 63% de la producción para exportación. Este volumen de azúcar generaba una cantidad apreciable de bagazo y melaza que podían ser convertidos en derivados como alcohol, proteína unicelular, aglomerados de bagazo, furfural y sus derivados, etc. que también contaban con demanda en estos países y que eran intercambiados por petróleo, alimentos, equipos y materias primas (Dastory, 2009: 2; Hagelberg y Álvarez, 2005: 175-180; García Molina, 2006: 23-27; Pollitt, 1994: 564-565; Buzzanell, 1989: 20).

Este periodo se caracterizó por un aumento explosivo de la producción de derivados mediante la asimilación de tecnología foránea o la introducción de los resultados alcanzados por las instituciones de investigación y desarrollo nacionales. El gobierno socialista de Cuba se benefició del acuerdo azúcar-petróleo que se llevó a cabo con el bloque soviético. Especialmente desde la década de 1970, el azúcar cubano se intercambiaba por petróleo soviético a precios del azúcar que estaban muy por encima de los niveles del mercado. Como regla, el consumo energético de los procesos tecnológicos y de la transportación asociada, así como su impacto ambiental, no fueron considerados como factores limitantes de primer orden, dado la amplia disponibilidad de petróleo a bajo costo. Por esta razón, no se explotaron las posibilidades de integración energética entre la fábrica de derivados y el ingenio azucarero (Peña y Álvarez, 2002: 113-116).

Philip (2003: 10-11) coincide en que si bien Cuba había usado la caña de azúcar para fabricar otros productos distintos del azúcar durante varias décadas atrás, la producción de derivados de la caña estaba estructurada en un solo comprador a precios preferenciales (COMECON). La agroindustria azucarera se desplomó drásticamente en la década de 1990 debido a su falta de competitividad frente a otros productos semejantes del mercado capitalista, el incremento de los precios de los combustibles, la falta de desarrollo de otros sectores de la economía y los efectos generales de la crisis económica azucarera mundial.

En abril de 2002, el gobierno cubano anunció un programa de reestructuración denominado "Tarea Álvaro Reynoso", basado en tres motivos: a) Precios deprimidos del mercado mundial de azúcar. b) Perspectiva negativa para el mercado mundial del azúcar. c) Excesiva capacidad instalada de la industria del azúcar, muy por encima de las necesidades actuales y futuras.

Los objetivos del plan de reestructuración fueron los siguientes: a) Lograr la eficiencia y la competitividad de la producción de caña de azúcar y de azúcar; b) aumentar la producción de alimentos mediante la diversificación agrícola e industrial; c) desarrollar un sector agrícola sostenible, apoyado por el conocimiento y capital humano. En el sector industrial se llevó a cabo una reducción y reorientación de los 156 ingenios existentes (Peña y Álvarez, 2002: 118; Cabello, 2002: 12).

Álvarez y Pérez (2006: 45) mencionaron que el resultado principal fue que el plan de reestructuración puso al descubierto la dependencia del azúcar en la economía cubana. En la actualidad, a pesar de que Cuba se incluye en el grupo de los siete principales países exportadores, sus costos de producción tienden a ser mucho más altos que el promedio de acuerdo a lo reportado por la Organización Internacional del Azúcar (FAOSTAT, 2011; ISO, 2007: 20-40; Hagedberg y Álvarez, 2005: 171; Peña y Álvarez, 2002: 120-125). Además existen otras dos razones: en primer lugar, el entorno político del embargo comercial; en segundo lugar, Cuba no está en condiciones de exportar por la pérdida de competitividad ante las exportaciones de países como Brasil, Australia, Guatemala y Tailandia (Solorza, 2008: 180). Sin embargo, su logro más importante fue la formación de capital intelectual como activo intangible tecnológico comercializable, es decir, diversificación basada en el conocimiento.

### **Modelos de diversificación productiva**

Existen otros modelos de diversificación de la agroindustria azucarera mundial, basados en la caña de azúcar, coproductos y subproductos (sacarosa, etanol, residuos de cosecha, bagazo, melazas, cachaza, vinazas y cenizas de calderas), que se encuentran ampliamente documentados (Aguilar, 2010: 6; Enríquez, 2008; Birch, 2007: 249-281; Avram, 2005; Paturau, 1989: 1-17). Para los ingenios mexicanos, numerosos autores (Merterns, 2008: 37; García, 2009: 23-26; Aguilar, 2009: 62-74; Viniestra, 2007: 35; Galindo, 2003: 311) han planteado que la producción de derivados de la caña es una opción que debe considerarse, en especial en el contexto actual en que han disminuido drásticamente la productividad del negocio que sirve como soporte principal de la monoproducción de azúcar. Sin embargo, el modelo cubano de la diversificación, exportado a varias economías azucareras como México, se constituyó como “El Modelo para imitar basado en nuevas tecnologías”.

Dentro de este paradigma tecno-económico, la diversificación de la industria azucarera nacional presenta una ruptura o quiebre en el proceso que

va de la especialización monoproduktiva (caña y sacarosa) a la diversificación productiva (en campo, fábrica y mercados) y se ha quedado en la etapa de imitación según Cimoli *et al.* (2005: 30); Imbs y Wacziarg (2003: 63-86), al no transitar a la generación de conocimiento propio después de la adaptación, y no ha determinado la dirección del desarrollo económico y social de la zonas cañeras que se espera hasta hoy con el modelo tecno-económico al cerrar el gobierno federal, en 1990, los institutos de investigación en caña de azúcar.

Por lo tanto, la diversificación, como instrumento de cambio y competitividad, debe abordarse a través de un marco metodológico estructurado propio, sin la concepción tradicional de “seguir al líder” o reconvertirse según diversos esquemas productivos, para definir si es posible reorientar las expectativas de las empresas azucareras nacionales con algún grado de obsolescencia y baja productividad. También debe ser considerada para las empresas (ingenios azucareros, trapiches piloncilleros y destilerías) que poseen competencias centrales, capacidades competitivas y fortalezas de recursos adecuados para competir con éxito en otras industrias domésticas o internacionales.

En el mediano plazo, para materializar la competitividad de la industria azucarera de México se tendría que emprender un doloroso y costoso proceso que algunos autores (Álvarez y Pérez, 2007: 11-12 y 2005: 145-150; Pérez-López, 2005: 300) han llamado “reinventar la agroindustria”.

Este proceso, según los autores, supone:

1. El establecimiento de una economía de libre mercado de caña y derivados.
2. Aprender de las experiencias de otros países.
3. Permitir la inversión extranjera en la producción y procesamiento.
4. Implementar un plan de diversificación en la caña de azúcar, derivados del azúcar y subproductos.
5. Aplicación del concepto de biorrefinería de la caña de azúcar: azúcar, etanol y otros productos biológicos.

En relación con la ideología nacional sobre el concepto de diversificación de la agroindustria azucarera, *¿podría el modelo cubano de reconversión y diversificación agrícola e industrial ser una opción para la competitividad de la agroindustria azucarera mexicana?*

Por lo tanto, el alcance de un programa para la reinención de la industria de México, explícitamente para su aplicación, tiene que hacerse bajo un modelo nacional; es decir, la relación entre la estrategia de diversificación y el

resultado empresarial bajo el análisis de los conceptos básicos de diversificación de Ramanujan *et al.* (1989); Rumelt (1982) y Ansoff (1965), entre otros, la participación de académicos de varias disciplinas (ingeniería, agronomía, biología molecular, derecho, economía, mercadotecnia, geografía, antropología etc.) y debe constituirse como tema central en todos los ámbitos de la agroindustria azucarera nacional, debido a que México no es un exportador neto de azúcar (figura 2) y la agroindustria azucarera se materializa para su supervivencia en el consumo y mercados internos. Sin embargo, la evidencia muestra que su materialización es inconsistente.

Ello implica la necesidad de recurrir a nuevos enfoques y conocimientos para investigar dicha relación.<sup>4</sup> Martínez (2008: 90-91) apuntó que el estilo de gestión es un factor particularmente importante desde la perspectiva de la implantación de la diversificación. Como con cualquier otra estrategia, el grado en que los beneficios potenciales de la diversificación sean realmente alcanzados dependerá en gran medida de cómo ésta sea dirigida e implantada.

Ali (2004: 1-11) planteó que la diversificación debe considerarse como un primer paso en el proceso de lograr la competitividad. Esto requiere el fomento de un entorno favorable que permita a la agroindustria determinar los cultivos y proyectos agropecuarios que podrían ser producidos eficientemente para generar las mayores ganancias y alcanzar una mayor ventaja competitiva. En este sentido, existe una serie de requisitos para la creación de ese entorno: 1) las inversiones en I + D para reforzar la agroindustrialización basada en el conocimiento; 2) la provisión de infraestructura adecuada y de instalaciones de producción y de comercialización; 3) eliminación de las barreras no comerciales; 4) la provisión de la tecnología pertinente y conocimientos, en particular, de la productividad y las técnicas de gestión, herramientas necesarias para el cumplimiento de las normas internacionales; es decir las 5 "I" de la competitividad (Incentivos, Innovaciones, Inputs, Instituciones e Infraestructura).

---

<sup>4</sup> Nonaka (1991: 96-104) señala que en una economía donde hay incertidumbre, la única fuente de ventaja competitiva duradera es el conocimiento. De hecho, cuando los mercados cambian, las tecnologías proliferan, los competidores aumentan y los productos se vuelven obsoletos, las compañías exitosas son aquellas que crean nuevo conocimiento difundándolo ampliamente a lo largo de la organización, e incluyéndolo rápidamente en nuevas tecnologías y productos. En este tópico, la base teórica de la diversificación permitirá centrar la atención en cuestiones tales como: *¿por qué diversifican las empresas?, ¿cuáles son las formas posibles de diversificación?, ¿es preferible la diversificación mediante crecimiento interno o externo?, ¿cuál es la mejor forma de medir el grado de diversificación de una empresa?, ¿cómo se consigue crear y explotar sinergias dentro de la empresa diversificada?*



El modelo cubano (base de la imitación nacional) plantea que el ingenio es la base central de cualquier proyecto de diversificación; sus potencialidades se derivan del volumen de subproductos que la agroindustria genera, zafra tras zafra, de los elementos fisiológicos que constituyen a la materia prima, y de la composición física y química de los coproductos y subproductos del ingenio azucarero (González y Oquendo, 2002: 47). Este modelo plantea cuatro niveles tecnológicos en la producción de derivados (cuadros 1 y 2, figura 3).

En relación con lo anterior, hasta ahora, Cuba no ha logrado alcanzar un desarrollo sostenible y competitivo, sin riesgo de dependencia de los mercados internacionales de azúcar, mediante una mayor diversificación de productos exportables, incluyendo productos nuevos o alternativos derivados de la caña de azúcar. Esto se debe a que los derivados que su modelo plantea como prometedores: furfural, papel y cartón, tableros, xilitol, aminoácidos, sucroquímicos, carbón activado, carboximetilcelulosa, entre otros, son obtenidos en los países industrializados de materias primas existentes y abundantes en ellos, diferentes a la caña de azúcar o a sus subproductos; es decir, madera, melazas de remolacha azucarera, carbón mineral, residuos de cosecha de cereales etcétera, transformadas con tecnología de punta, lo que los convierte en productos de exportación diferenciados y líderes a nivel mundial (cuadro 3).

Si trasladamos el modelo cubano de diversificación a la agroindustria azucarera nacional, la teoría de capacidades y recursos<sup>5</sup> establece que *la diversificación es el resultado de la posesión de capacidad sobrante en recursos que tienen múltiples usos y para los cuales existe una imperfección en el mercado* (Huerta y Navas, 2006: 213; Peteraf, 1993: 179-180; Penrose, 1962); pero es necesario considerar que los recursos distintivos de la empresa (ingenio) son en muchos casos indivisibles o, al menos, no perfectamente divisibles. De tal

---

5 Huerta *et al.* (2004: 88) mencionaron que el origen de la Teoría de Recursos y Capacidades se sitúa habitualmente en el año 1984, con la publicación del artículo "The resource-based view of the firm" de Binger Wernerfelt, trabajo que posteriormente dio nombre a esta corriente del pensamiento. En concreto, el enfoque de la Teoría de Recursos y Capacidades trata de explicar los motivos por los cuales las empresas, que desarrollan su actividad en el mismo entorno competitivo y que estarían sujetas a los mismos factores de éxito identificados en el sector económico, obtienen niveles de rentabilidad diferenciados. Por lo tanto, el propósito del análisis de los recursos y capacidades es identificar el potencial de la empresa para establecer ventajas competitivas mediante la identificación y valoración de los recursos y habilidades que posee o a los que puede acceder, centrandose su atención en el análisis de los recursos y capacidades que presentan las empresas, así como en sus diferencias y en la importancia que este hecho tiene para explicar la evolución de sus resultados.

modo, que esta característica, unida al hecho de que en el normal funcionamiento de la empresa no todos los recursos (caña de azúcar, coproductos y subproductos) se utilizan a la misma velocidad, provoca que pueda existir capacidad sobrante de algunos de ellos, lo cual constituye un estímulo interno para el “crecimiento de la empresa”. A su vez, los recursos sobrantes pueden tener múltiples usos (bagazo en calderas, melazas en destilería, cachaza en el campo), es decir, pueden ser empleados en los negocios actuales, o bien, en nuevos negocios. Sin embargo, la posesión de capacidad sobrante de algún recurso productivo (melaza, por ejemplo) que no pueda ser empleado en los negocios tradicionales (etanol) no es condición suficiente para que se dé la diversificación empresarial, porque la empresa puede optar por venderlo en el mercado (Teece, 1982).

Por lo tanto, la capacidad para diversificar la industria azucarera nacional está limitada a la imitación de ventajas comparativas, debido a que todos los ingenios, en semejantes condiciones de recursos, precio y capacidades, adquieren una única materia prima heterogénea en calidad y cantidad con productividad a la baja (figura 4). Del total de ingenios (57) solamente 21 presentan alta o muy alta productividad (Aguilar *et al.*, 2010: 20), por ende, estas empresas presentan gran semejanza en términos de tecnología, mercados, productos finales y clientes con beneficios a corto plazo. Aquí los subproductos son empleados por el mismo ingenio para generar energía, vapor y compostas en un tipo de incipiente diversificación relacionada de negocio dominante limitado (Rumelt, 1974: 360).

De acuerdo con Renouf *et al.* (2010), Arango (2008: 72-74) y Morecroft (1996: 390-391), establecer proyectos de diversificación de mayor alcance, como el etanol combustible o bioetanol, 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 (caña de azúcar) si se agrega la producción de algún otro derivado (etanol, biodiesel, sucroquímicos, etcétera). Entonces la caña producida va a ser destinada tanto a la producción de azúcar como a otros derivados, siendo la rentabilidad y el inventario de estos dos productos los que definan la repartición de caña 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 derivado en cuestión aumenta, es 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 cual aumentará la cantidad de caña destinada a la producción del derivado; por lo tanto, se incrementa

la producción y oferta de éste. Eso influye negativamente en su precio y en su rentabilidad.

En este sentido, el dinamismo del campo cañero está dado por una mayor superficie cosechada y una tendencia en la disminución de los rendimientos por hectárea, lo que provoca una disminución en los volúmenes de producción. Esta posición es resultado de una desfavorable relación entre productores primarios e industriales, además de una excesiva regulación gubernamental (*Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar y los decretos cañeros 1940-1991*) que desmotivan la competitividad del campo y de la fábrica. Estos indicadores establecen, de acuerdo con Ayala (2005: 130), que la industria azucarera mexicana posee un modelo histórico-estructural, es decir, aquel modelo que representa el funcionamiento de un sistema socioeconómico durante un periodo largo en el que su estructura permanece constante. Este modelo agroindustrial tradicional de la producción de azúcar es la actividad que tipifica a diversas regiones del país, el comercio se basa en mercancías de bajo valor agregado y bajo contenido tecnológico (azúcar mascabado, estándar, ron blanco y melazas), cuyo intercambio por bienes de elevado valor agregado y contenido tecnológico genera una nueva forma de deterioro de los términos de intercambio, satisfaciéndose así la demanda interna con la producción nacional tradicional y, sobre todo, con importaciones de edulcorantes como el jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF) y otros edulcorantes no calóricos de alta tecnología, que compiten y desplazan con dicha producción

Para que los ingenios mexicanos sigan una estrategia de diversificación, como alternativa para incrementar la competitividad, debe ocurrir algún tipo de imperfección en el mercado que haga que el intercambio conlleve costos de transacción muy altos, mayores que los costos de explotar ese recurso internamente o bien, las empresas se diversificarán en respuesta al exceso en factores productivos o recursos que no pueden ser transferidos a través de los límites de la empresa sin incurrir en altos costos de transacción. Por ello, bajo este planteamiento la justificación a la diversificación de la industria azucarera se encuentra en compartir recursos y capacidades estratégicos entre los negocios, o bien, en dar uso a los recursos ociosos (si los hubiese), en aquellos casos en que los mercados no funcionen satisfactoriamente (Huerta *et al.*, 2004: 89-100).

Es decir, la decisión de cuándo diversificarse dependerá parcialmente de las oportunidades de crecimiento de la firma en su industria actual y, en parte, de las oportunidades disponibles para utilizar recursos, experiencia, sinergias y capacidades en otros segmentos del mercado, principalmente internos, para

sustituir las importaciones de productos líderes provenientes de países industrializados que pueden obtenerse localmente. En este caso, a partir de la caña de azúcar, sus coproductos y subproductos, debido a que la mayoría de los estudios efectuados concluyen que una diversificación en negocios relacionados con el original permite a la empresa obtener mejores resultados (Rumelt, 1982: 361-363).

En este caso, la empresa obtendrá de la explotación de sus recursos un rendimiento conjunto superior a la suma de sus elementos, es decir, creará valor (Ansoff, 1965: 113-124) y sólo en esas circunstancias se justificará el proceso de diversificación, es decir, sólo cuando el valor de la empresa sea mayor que la suma del valor de cada división o unidad de negocio por separado, las sinergias surgen de la utilización conjunta de cualquier tipo de recurso (y sus posibles combinaciones) en dos o más negocios, lo que eleva el rendimiento conjunto de toda la empresa.

De acuerdo con la Teoría de los Recursos y Capacidades, la oportunidad para diversificarse surge cuando la empresa posee recursos sobrantes o infrautilizados, cuyo valor es más alto en otros negocios distintos de aquel en donde se originaron. Este no es el caso de la mayoría de los ingenios azucareros mexicanos, los cuales no cuentan con la cantidad de materia prima suficiente y de calidad para el negocio principal (azúcar) y para los coproductos y subproductos derivados de su procesamiento (etanol, energía eléctrica, vapor, melaza, bagazo y cachazas) (gráficos del 1 al 6).

Los indicadores de productividad 1999/2009 de la agroindustria azucarera mexicana ponen de manifiesto que la agroindustria *no puede diversificarse* bajo las condiciones actuales; debido a que no hay crecimiento de la producción, productividad y competitividad en los factores de producción, recursos y capacidades; térmica y energéticamente no es autosuficiente y transita cada zafra entre la cima del éxito y el abismo de la crisis. Ha estado caracterizada por patrones sobresalientes de indefinición e incertidumbre sin opciones claras de mejoramiento tecnológico y comercial con una insuficiente infraestructura social y productiva, y obligada a producir en tierras de muy baja calidad y a procesar caña de calidad heterogénea en fabricas obsoletas; lo cual impide por lo menos satisfacer la demanda nacional del edulcorante (Castillo y Aguirre, 2005; Singelmann, 2003; Rappo, 2002).

García Chávez (2009, 2008 y 1997) apuntó que si se pretende incrementar la producción de azúcar en un 20% para satisfacer la demanda nacional, se debería incrementar la superficie cosechable en 18.6%, o lograr un aumento en el rendimiento de campo del 21% o un incremento en el rendimiento de fábrica del 24% (cuadro 4).

Por lo tanto, para México resulta contradictorio pretender hoy impulsar un proyecto de diversificación, por ejemplo, los biocombustibles, cuando el problema es la recuperación de los niveles de productividad en el campo cañero con tendencia a la baja y la heterogeneidad de la productividad. Para la transformación del agro cañero mexicano es necesario generar conocimiento de los agroecosistemas regionales, su diversidad de prácticas agrícolas, los propósitos de producción, y la asociación de factores que determinan el rendimiento y su impacto en la producción de azúcar. Es necesario realizar una fase de diagnóstico antes de iniciar o fomentar acciones de desarrollo, porque en la región convergen factores limitantes ecológicos, económicos, sociales y político-culturales que generan problemas multidimensionales.

### **Conclusiones**

La clave para la diversificación del campo cañero y la agroindustria y el crecimiento económico sostenido es el desarrollo de la capacidad productiva de todos los recursos de la agroindustria, y no la voluntad política y el discurso; garantizarse un flujo material estable, en cantidad y calidad, entre la materia prima del campo cañero y el aprovechamiento industrial posterior de los residuos o subproductos. Esto plantea enormes desafíos, principalmente por características documentadas de la agroindustria como falta de un adecuado desarrollo financiero, insuficiente base tecnológica y de investigación, debilidad institucional derivada de la legislación actual, nula capacidad de gestión, carencia de mano de obra calificada y diferencias conceptuales entre la comunidad científica agrícola y de otras disciplinas en relación con el cultivo de caña y en general con la agroindustria.

A este respecto, la información para el análisis del sector se encuentra dispersa en diversas fuentes y es abordada por metodologías disciplinarias (paradigma tecno-económico) para el manejo de datos o indicadores simples (rendimientos, factores de productividad). Lo anterior hace heterogéneas y poco robustas las conclusiones a la hora de tomar decisiones y sólo han logrado proporcionar una visión incompleta y potencialmente exagerada del alcance del proceso diversificador, que hacen difícil contrastar la hipótesis de su relación con los resultados de la empresa (ingenios azucareros) y los efectos de los factores a nivel micro (factores limitantes y fuerzas conductoras), tales como las condiciones sociales y económicas de los productores y su comunidad, características físicas de la unidad productiva, tenencia de la tierra, insumos utilizados, acceso a crédito, riego, fuentes de ingresos no agrícolas, acceso a servicios como educación, crédito, capacitación, extensión y asisten-

cia técnica y los atributos específicos del proyecto de diversificación a nivel agroindustria azucarera nacional, regiones cañeras e ingenios azucareros.

En el mediano y largo plazo, la conformación de un sistema de información agroindustrial (investigación multidisciplinaria) y la consulta permanente de expertos (académicos con experiencia en la agroindustria azucarera de las disciplinas de agronomía, ingeniería de procesos, economía agrícola, agroecología, biología, geografía, antropología y otras), deberá ser capaz de apoyar el concepto dinámico de las ventajas competitivas en el desarrollo, producción, transformación y distribución de productos derivados de la caña de azúcar para la producción de alimentos, biocombustibles, electricidad y bio fertilizantes.

## Bibliografía

- Aguilar Rivera, Noé *et al.* (2010), "Competitiveness and productivity of Mexico's sugar mills", en *Theoria*, vol. 19, núm. 1.
- Aguilar Rivera, Noé (2010), "Azúcar, coproductos y subproductos en la diversificación de la agroindustria de la caña de azúcar", en *Procesos Virtuales*, vol. 106, núm. 11.
- Aguilar Rivera, Noé (2009), "¿Por qué diversificar la agroindustria azucarera en México?", en *Revista Globalización, gobernabilidad y competitividad*, vol. 3, núm. 1.
- Ali Mubarik (2004), *Agricultural Diversification and International Competitiveness Report of the APO Study Meeting on Agricultural Diversification and International Competitiveness*, Agriculture Economist/Head of the Socioeconomic Unit and Economic and Nutrition Project, Asian Vegetable Research and Development Center, Republic of China.
- Álvarez, José (2007), "Rise and decline of Cuba's sugar industry under socialist rule: implications for the U.S. sweeteners market", en *Journal of American Society of Sugar Cane Technologists*, 27.
- Álvarez José y Jorge Pérez-López (2006), "The Restructuring of Cuba's Sugar Agro-industry: Impact on Rural Landscape and Communities", en *Journal of Rural and Community Development*.
- Álvarez, José y Jorge Pérez-López (2005), "The restructuring of Cuba's sugar agroindustry, 2002-2004", en *Reinventing the Cuban Sugar Agroindustry*, Lanham: Lexington Books.
- Álvarez, J. y Lázaro Peña Castellanos (2001), *Cuba's Sugar Industry*, University Press of Florida.
- Ansoff, Igor (1965), "Strategies for Diversification", en *Harvard Business Review*, vol. 35, núm. 5.
- Arango, Santiago (2008), "Incidencias económicas del etanol como biocombustible en Colombia sobre los derivados de la caña de azúcar. Una aproximación con dinámica de sistemas", en *Revista Avances en sistemas e informática*, vol. 5, núm. 2.

- Avram, Pedro (2005), *Benchmarking concept for an integrated sugar, ethanol and co-generation plant*, en Proceedings of International Society of Sugar Cane Technologists Congress 2, Guatemala.
- Ayala Ortiz, Ariel Daniel y Andrés Solari Vicente (2005), “México y Estados Unidos, análisis comparativo de dos crisis agrícolas”, en *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, vol. XII, núm. 34.
- Birch, Robert (2007), “Metabolic engineering in sugarcane: assisting the transition to a bio-based economy”, en *Applications of Plant Metabolic Engineering*, Botany Department, School of Integrative Biology, The University of Queensland, Brisbane 4072 Australia.
- Buzzanell, Peter (1989), “Cuba’s Sugar Economy: Recent Performance and Challenges for the 1990s”, en *Sugar and Sweetener Situation and Outlook Report*, SSR14N2, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.
- Castillo Girón, Víctor Manuel y Alma Alicia Aguirre Jiménez (2005), “La agenda del azúcar mexicano 1990-2003: origen y causas de la crisis”, en *Carta Económica Regional*, vol. 17, núm. 92.
- Cimoli, Mario *et al.* (2005), *Science and technology policies in open economies: the case of Latin America and the Caribbean*. Serie Desarrollo productivo, núm. 165 (LC/L.2404), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas.
- Dastory, Linda (2009), *Efficiency in the Cuban Sugar Industry After the restructuring in 2002*, Bachelor Thesis, Lulea University of Technology.
- Galindo, Guadalupe (2003), *La reorganización económica y espacial de la agroindustria azucarera mexicana en el marco del Tratado de Libre Comercio: problemática, implicaciones y alternativas*, tesis de Doctorado en Geografía, UNAM.
- Gálvez, Luis (2000), *Manual de los derivados de la caña de azúcar*, La Habana, Cuba: Instituto Cubano de Investigación de los Derivados de la Caña de Azúcar.
- García Chávez, Luis Ramiro (2009), “La crisis azucarera, oportunidad de desarrollo”, en *Revista de la Asociación de Técnicos azucareros de México*, vol. 16, núm. 1.
- García Chávez, Luis Ramiro (2008), *La agroindustria cañera de México “Libre comercio de edulcorantes*, Universidad Autónoma Chapingo.
- García Chávez, Luis Ramiro (1997), *La agroindustria azucarera de México frente a la apertura comercial*, México: Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM).
- García Molina, Jesús (2006), *La economía cubana desde el siglo XVI al XX: del colonialismo al socialismo con mercado*, CEPAL, Serie Estudios y perspectivas, Sede Subregional de la CEPAL en México, núm. 28.
- GEPLACEA-PNUD (1991), *La diversificación agroindustrial de la caña de azúcar*, Serie Diversificación, GEPLACEA-PNUD, Publicación GEPLACEA, México, DF.
- GEPLACEA (1990), *Manual de los derivados de la caña de azúcar*, México, DF: Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), Serie Diversificación, GEPLACEA-PNUD.

- GEPLACEA (1988), *Manual de los derivados de la caña de azúcar*, México, DF: Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (IIDCA), Serie Diversificación, GEPLACEA-PNUD.
- GEPLACEA (1988), *Subproductos y derivados de la agroindustria azucarera*, México, DF: GEPLACEA.
- GEPLACEA (1986), *La agroindustria de la caña de azúcar en América Latina y el Caribe*, México.
- González, Erenio e Hilda Oquendo (2002), “La transferencia de tecnología para el desarrollo diversificado de la industria de la caña de azúcar”, en *Revista Centro Azúcar*, vol. 30, núm. 1.
- Hagelberg, G. y José Álvarez (2005), “Cuba’s costs of sugar production: past, present and future”, en Pérez-López, J. y J. Álvarez [eds.], *Reinventing the Cuban Sugar Agroindustry*, Lanham: Lexington Books.
- Huerta Riveros, Patricia y José Emilio Navas López (2006), “Grado y dirección de la diversificación de las empresas industriales españolas: un análisis de la estrategia de diversificación relacionada”, en *Revista Chilena de Ingeniería*, vol. 14, núm. 3.
- Huerta Riveros, Patricia *et al.* (2004), “La diversificación desde la Teoría de Recursos y Capacidades”, en *Cuadernos de Estudios Empresariales*, 14.
- Imbs, Jean y Romain Wacziarg (2003), “Stages of diversification”, en *American Economic Review*, vol. 93, núm. 1.
- International Sugar Organization (2005), *An International Survey of Sugar Crop Yields and Prices Paid for Sugar Cane and Beet*, Market evaluation consumption and Mecas (05)05 Statistics Committee.
- Manual Azucarero Mexicano 2010, editado por la Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcohólera, núm. 53.
- Martínez, Almudena (2008), “Influencia de la decisión de diversificar sobre el crecimiento y la rentabilidad: Un estudio bajo el enfoque “Agencia-Stewardship”, en *Cuadernos de Estudios Empresariales*, 18.
- Mertens, Leonardo (2008), *Hacia el trabajo decente en el sector del azúcar, México*, Documento de trabajo núm. 259, Ginebra, Suiza: Organización Internacional del Trabajo, Oficina Internacional del Trabajo.
- Nonaka, Ikujiro (1991), “The knowledge-creating company”, en *Harvard Business Review*, vol. 69, núm. 6.
- Ocampo, Jorge (2008), “Paradigmas tecnológicos, sujetos tecnológicos”, en *Ciencia, tecnología y sociedad*, núm. 2, Texcoco, México: CIESTAAM-UACH.
- Paturau, Maurice (1989), *By-products of the cane sugar industry can introduction to their industrialization*, New York: Elsevier Science Publishing Company Inc.
- Penrose, Edith (1962), *Teoría del crecimiento de la empresa*, Madrid: Aguilar.
- Peña, Lazaro y José Álvarez (2002), “The Competitive Prospects for Cuba’s Sugar Agroindustry”, en A. Schmitz *et al.* [eds.], *Sugar and Related Sweetener Markets-International Perspectives*, UK: CABI Publishing.
- Pérez-López, Jorge y José Álvarez [eds.] (2005), *Reinventing the Cuban Sugar Agroindustry*, Lanham: Lexington Books.



- Peteraf, Margaret (1993), "The cornerstones of competitive advantage: A resource-based view", en *Strategic Management Journal*, 141.
- Pollitt, Brian (1994), "The Cuban sugar economy in the Soviet era and after", en *Cambridge Journal of Economics*, 18.
- Ramanujam V. y P. Varadarajan (1989), "Research on Corporate Diversification: A Synthesis", en *Strategic Management Journal*, 10.
- Rappo Miguez, Susana (2002), "¿La expropiación azucarera resuelve la crisis? Nuevos y viejos conflictos", en *Revista Aportes de la Facultad de Economía*, vol. 7, núm. 19.
- Rivera, Altigracia (1980), "Subproductos y derivados de la industria azucarera", en *Ciencia y sociedad*, vol. V, núm. 2.
- Rumelt, Richard (1982), "Diversification Strategy and Profitability", en *Strategic Management Journal*, vol. 3, núm. 4.
- Singelmann, Peter (2003), "La transformación política de México y los gremios cañeros del PRI", en *Revista Mexicana de Sociología*, vol. 65, núm. 1.
- Solorza Luna, Marcia Luz (2008), "La economía cubana en la globalización mundial: ¿transición con rumbo? Problemas del desarrollo", en *Revista Latinoamericana de Economía*, vol. 38, núm. 151.
- Teece, David (1982), "Towards and economic theory of the multi-product firm", en *Journal of Economic Behavior and Organization*, 3.
- Viniegra, Gustavo (2007), "Alternativas para el uso de la caña de azúcar", en *La tecnología mexicana al servicio de la agroindustria, casos de éxito presentados en los seminarios regionales de competitividad 2005-2006*, Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

## Recursos electrónicos

- Almazán Oscar y Luis Gálvez (1998), *The sugar cane, its by-products and co-products*. Disponible en: <http://www.gov.mu/portal/sites/ncb/moa/farc/amas98/keynote.pdf> / (10 de enero de 2011).
- Cabello, Agustín (2002), *La producción de derivados de la caña de azúcar en Cuba, situación actual y perspectiva* ICIDCA, La Habana. Disponible: [http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/la\\_produccion\\_de\\_derivados\\_de\\_la\\_cana\\_de\\_azucar\\_en\\_cuba\\_agustin\\_cabello.pdf](http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/la_produccion_de_derivados_de_la_cana_de_azucar_en_cuba_agustin_cabello.pdf) / (4 de septiembre de 2011).
- Cerro, José Antonio (2006), *Acuerdos especiales, GEPLACEA y la integración latinoamericana*. XIV International Economic History Congress, Helsinki. Session 109. Disponible en: <http://www.helsinki.fi/iehc2006/papers3/JACerro.pdf> / (23 de marzo de 2011).
- CNPR Unión Nacional de Cañeros, A.C.-CNPR (2011), *Estadísticas azucareras, zafras 2000/2009*. Disponible en: <http://www.caneros.org.mx/> (consulta 3 de septiembre de 2011).
- Enríquez, Manuel (2008), *Planeación estratégica para la agroindustria de la caña de azúcar "La fábrica y su diversificación"*, Memorias de la XXXI Convención Nacional ATAM, 9-12 septiembre, Boca del Río, Veracruz, México. Disponible en: [http://atamexico.com.mx/ponencias\\_atam2008/Miercoles%2010%20en%20el%20Ulua%203/5.-%20La%20Fabrica%20y%20su%20Diversificacion.pdf](http://atamexico.com.mx/ponencias_atam2008/Miercoles%2010%20en%20el%20Ulua%203/5.-%20La%20Fabrica%20y%20su%20Diversificacion.pdf) / (3 de septiembre de 2011).

- FAOSTAT (2011). Disponible en: <http://faostat.fao.org/>. / (15 de junio de 2011).
- Kay, Cristobal (1998), *Estructuralismo y teoría de la dependencia en el periodo neoliberal*. Disponible en: [http://biblioteca.hegoa.chu.es/system/ebooks/7009/original/Estructuralismo\\_y\\_Teoría\\_de\\_la\\_Dependencia.pdf](http://biblioteca.hegoa.chu.es/system/ebooks/7009/original/Estructuralismo_y_Teoría_de_la_Dependencia.pdf) / (3 de septiembre de 2011).
- Morecroft, Jonh (1996), "A Behavioral Model of Diversification and Performance in a Mature Industry". Disponible en: <http://www.systemdynamics.org/conferences/1996/proceed/papers/morec389.pdf> / (10 de enero de 2011).
- Paturau, Maurice (1969), *By-products of the cane sugar industry can introduction to their industrialization*, New York: Elsevier Science Publishing Company Inc. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/AHPP72/72-24.pdf> / (18 de septiembre de 2011).
- Peña, Lázaro (2003), *El mercado azucarero mundial y la agroindustria azucarera cubana: condicionantes competitivos*. Disponible en: <http://lasa.international.pitt.edu/Lasa2003/PenaLazaro.pdf> (11 de diciembre de 2010).
- Philip, Peter (2003), *Cutting downsizes it's sugar industry*, Lexington Institute Studies on Cuba's Economy and other topics. Disponible en: <http://www.lexingtoninstitute.org/cuba> (15 de noviembre de 2010).
- Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar PRONAC (2007). Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/discursos/2007/abril/Pronac.pdf> (27 de octubre de 2010).
- Renouf, Anne *et al.* (2010), "Life cycle assessment of Australian sugarcane products with a focus on cane processing", en *The International Journal of Life Cycle Assessment*. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/u348v16427207575/> (11 de febrero de 2011).

## Anexo

### Cuadro 1

#### Características de las empresas de derivados de la caña (Gálvez, 2000: 14)

Nivel de diversificación	Características técnicas	Tipo de empresas
Ira. Generación de derivados	Tecnologías simples Productos derivados de bajo valor agregado Usos agrícolas locales Escalas flexibles Escaso o nulo control de calidad	Campo cañero Ingenio azucarero o etanolero
2da. Generación de derivados	Tecnología convencional Nivel de inversión bajo Control de calidad de baja exigencia Mano de obra con cierta calificación Productos derivados para los mercados locales o nacionales	La propia empresa del ingenio con especialización en derivados

Nivel de diversificación	Características técnicas	Tipo de empresas
3era. Generación de derivados	Tecnología de media y alta complejidad Economía de escala determinante Variedad de insumos Mano de obra especializada Control de calidad alto	Empresas independientes de los ingenios
4ta. Generación de derivados	Tecnología de punta Productos de uso especializado Instalaciones compactas Alto nivel de calidad	Vinculación con el comercio exterior Alto nivel técnico

Cuadro 2

Derivados de la caña de azúcar, modelo cubano (Gálvez, 2000: 14-17)

Materias primas	1era. Generación de derivados	2da. Generación de derivados	3era. Generación de derivados	4ta. Generación de derivados
Caña de azúcar	Alimentación pecuaria y humana	Panela y melado Jugo de caña	Aguardiente y ron	Sacarosa y etanol
Residuos de cosecha	Alimentación pecuaria Energético	Hongos comestibles Ensilaje	Azúcares fermentables	Etanol y alcohólica Furfural
Bagazo	Alimentación pecuaria Energético	Bagazo predigerido o hidrolizado	Celulosa y papel Tableros Xilitol	Lignina Furfural Etanol
Sacarosa y melazas	Alimentación pecuaria Edulcorante	Levaduras Etanol y alcohólica Aguardientes	Aminoácidos Ácidos orgánicos Aditivos de alimentos	Sucroquímicos Enzimas Fármacos
Cachaza	Abono Alimentación pecuaria	Composta	Biogás Ceras y aceites	Fitoesteroles Fármacos
Vinazas	Fertirriego	Vinaza deshidratada	Biogás	Energía

### Cuadro 3

#### Productos agroindustriales líderes

Producto	Materias primas	País productor
Papel y cartón	Maderas blandas (coníferas) y duras (latifoliadas)	Estados Unidos, Noruega, Suecia, Finlandia, Canadá, Brasil y Chile
Tableros	Residuos de maderas blandas (coníferas) y duras (latifoliadas)	Estados Unidos, Noruega, Suecia, Finlandia, Canadá
Furfural	Mazorcas de maíz, cáscaras de avena, cascarilla de algodón y arroz, maderas duras y bagazo de caña	China, Estados Unidos, Tailandia, República Dominicana, Sudáfrica, España
Xilitol	Abedul, eucalipto, mazorcas de maíz, cáscaras de avena y coco, cascarilla de algodón y arroz, bagazo de caña	Austria, China, Bélgica, Estados Unidos, Alemania
Etanol	Caña de azúcar, maíz, remolacha, cereales	Brasil, Estados Unidos, Francia
Aminoácidos	Melazas de remolacha o caña, sacarosa y glucosa	Japón, Estados Unidos, Corea del Sur, China, Alemania, India
Carboximetil Celulosa	Coníferas, eucalipto, linters de algodón, paja de arroz,	Estados Unidos, Japón, Alemania, Bélgica, Europa del Este
Carbón activado	Carbón bituminoso o lignito, turba, maderas duras, cáscaras de coco	Estados Unidos, China, Alemania
Sucroquímicos	Sacarosa de remolacha	China, Bélgica, Inglaterra, Alemania

Cuadro 4

**Balance zafras 1999-2009 (Con datos del Manual Azucarero Mexicano 2010 y CNPR, 2011)**

<b>Indicador</b>	<b>Zafra 1999/2000</b>	<b>Zafra 2008/2009</b>	<b>Diferencia</b>
Rendimiento de campo	68.872 ton/ha	64.122 t/ha	-6.9 %
Rendimiento agroindustrial	8,821 t/ha	7,484 t/ha	-15.15 %
Superficie agroindustrializable	611,297 ha	663,057 ha	+8.46 %
Caña molida neta	41,024,247 Ton	40,944,741 Ton	-0.2 %
Pérdidas de sacarosa	2.41	2.32	-3.7 %
Aprovechamiento de sacarosa	82.180	83.365	-1.44 %
Rendimiento de fábrica	11.15 Ton	11.67	+4.45 %
<b>Producción de derivados de la caña de azúcar (Coproductos y subproductos)</b>			
Sacarosa	4,696,032 Ton	4,962,495 Ton	+5.7 %
Etanol	67,050,234 Lts	14,504,473 Lts	-78.4 %
Melazas	1,630,087 Ton	1,491,243 Ton	-8.5 %
Cachaza	1,844,114 Ton	2,007,158 Ton	+8.8 %
Bagazo	12,478,668 Ton	12,576,430 Ton	-0.8 %
Energía eléctrica por quema de bagazo	682,786,359 KWH	701,403,133 KWH	+2.72 %
Generación de vapor por quema de bagazo	27,552,833 Ton	23,741,818 Ton	-13.9 %
<b>Balance térmico y energético</b>			
Consumo de energía eléctrica de CFE	38,758,930 KWH	46,862,759 KWH	+20.9 %
Consumo de combustóleo de PEMEX	710,221,953 Lts	168,890,166 Lts	-76.2 %
Consumo de e. eléctrica por ton. de caña	17.138	17.599	+2.7 %

Figura 1

Derivados de la caña de azúcar (Paturau, 1989, 1969)

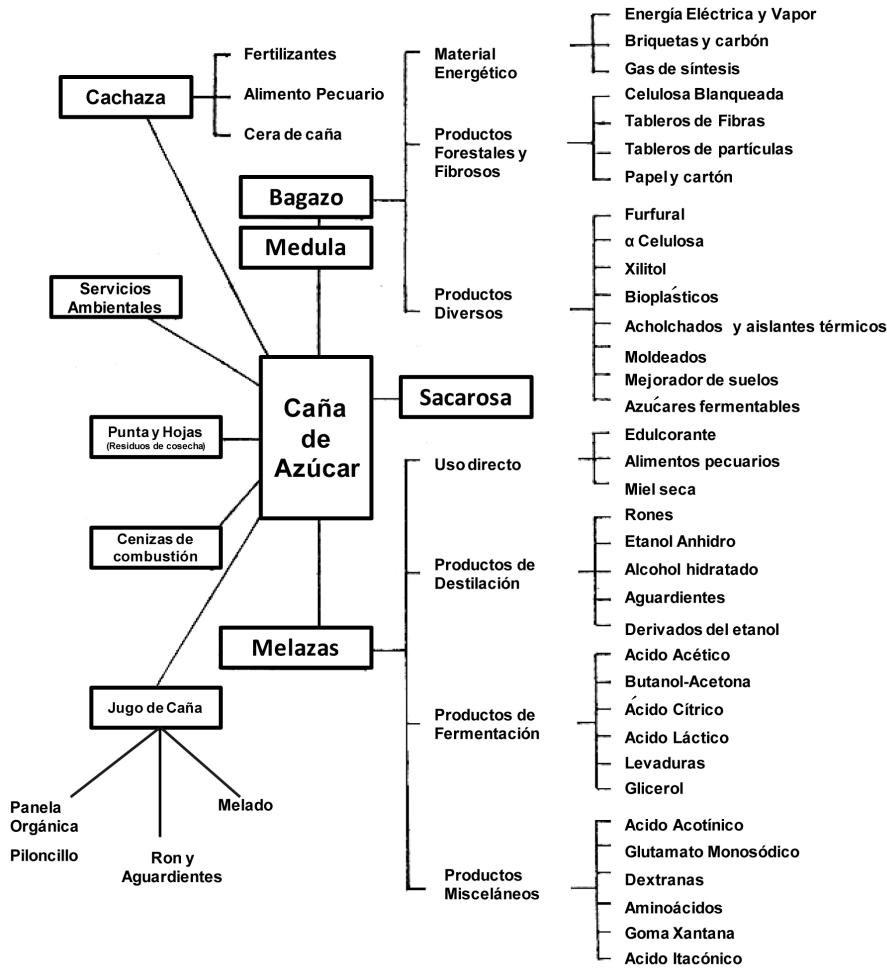


Figura 2

Países exportadores de azúcar (FAOSTAT, 2011)

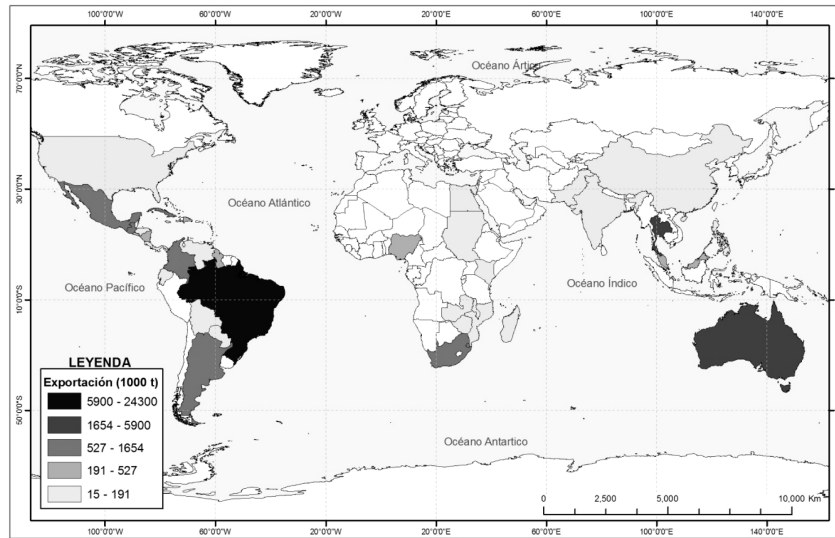


Figura 3

Índices económicos de los derivados de la caña (Almazán y Gálvez, 1998: XXV)

<b>VALOR DE LA PRODUCCIÓN</b>	<b>Alto</b>	Glucosa Bagazo Predigerido Etanol Carbón Activado Bagazo Hidrolizado Carboximetilcelulosa Dextrana	Productos Moldeados Ron Hongos comestibles Resinas Furanicas
	<b>Promedio</b>	Melaza enriquecida Levadura Tórula Tableros de Partículas Tableros de Fibras	Pulpa Químimecánica Alcoholes Glutamato Lisina Furfural Pulpa de Periódico Pulpa Química Acido Cítrico Levadura Autolizada
	<b>Bajo</b>	<b>Promedio</b>	<b>Alto</b>
	<b>Precio del Producto/costo materia prima</b>		

Figura 4

Productividad de Ingenios Azucareros de México (Aguilar *et al.*, 2010: 7-20)

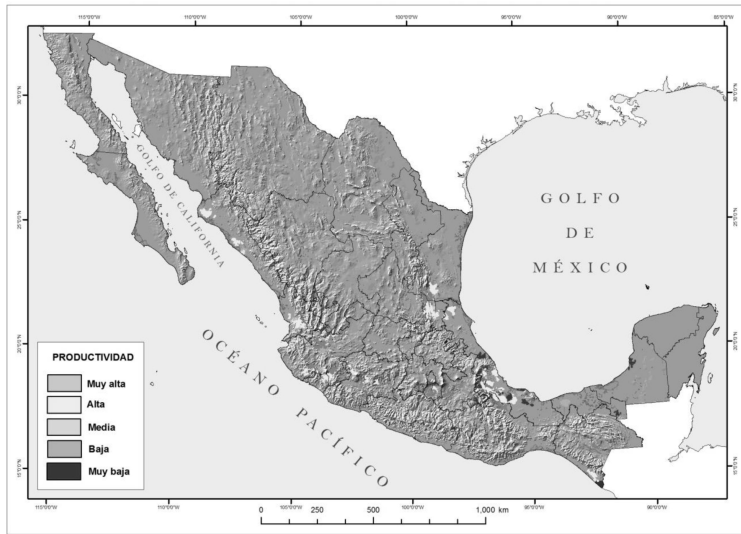


Gráfico 1

Producción de caña de azúcar (zafras 1999-2009) (CNPR, 2011)

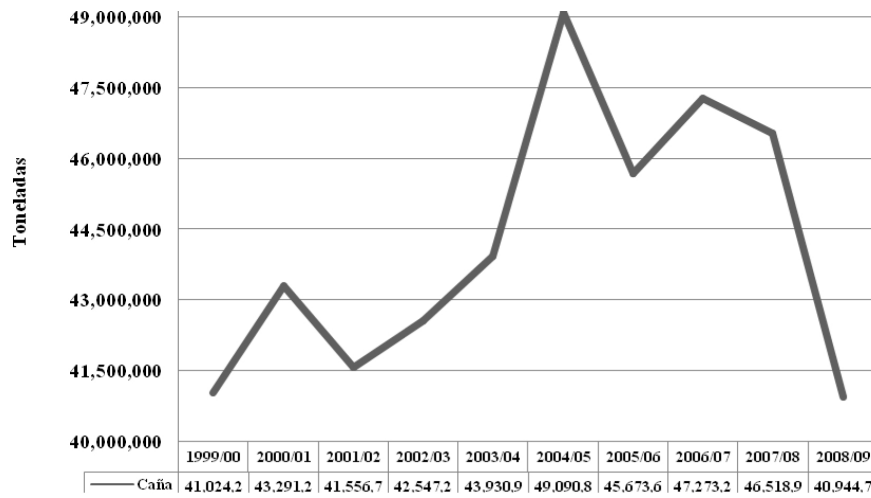




Gráfico 2

Producción total de azúcar (todos tipos) (zafras 1999-2009) (CNPR, 2011)

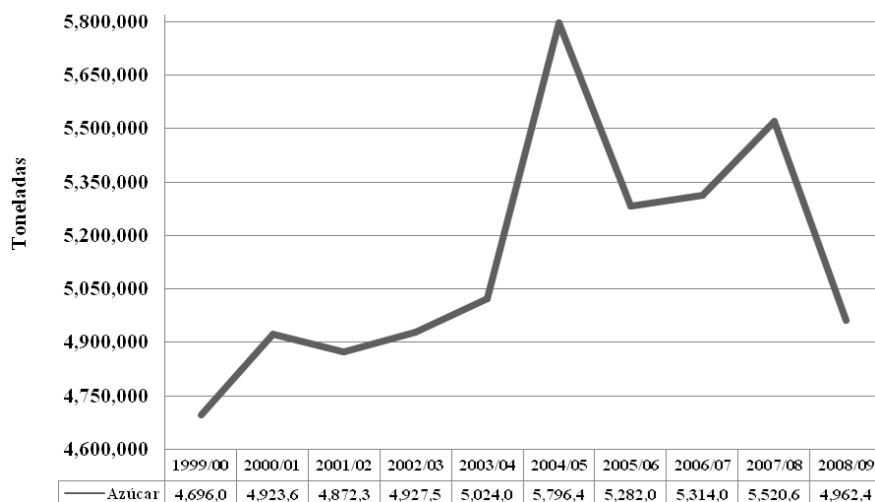


Gráfico 3

Rendimiento del campo cañero (zafras 1999-2009) (CNPR, 2011)

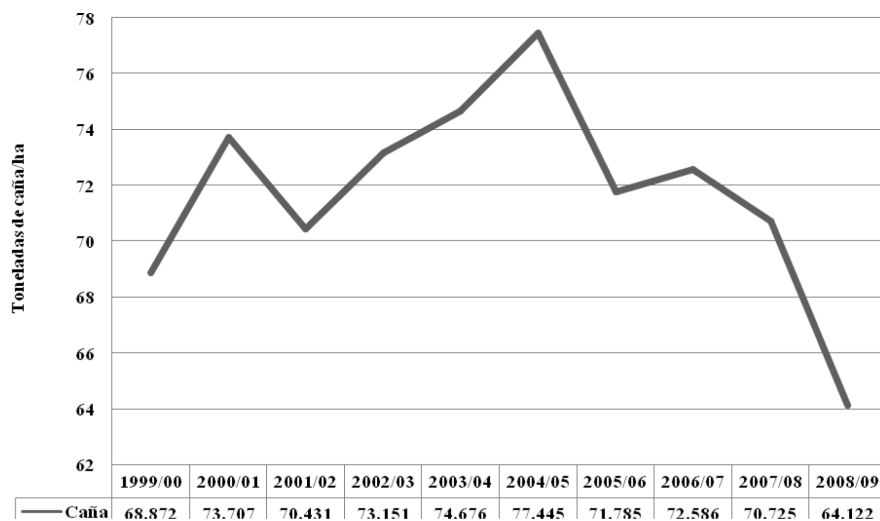


Gráfico 4

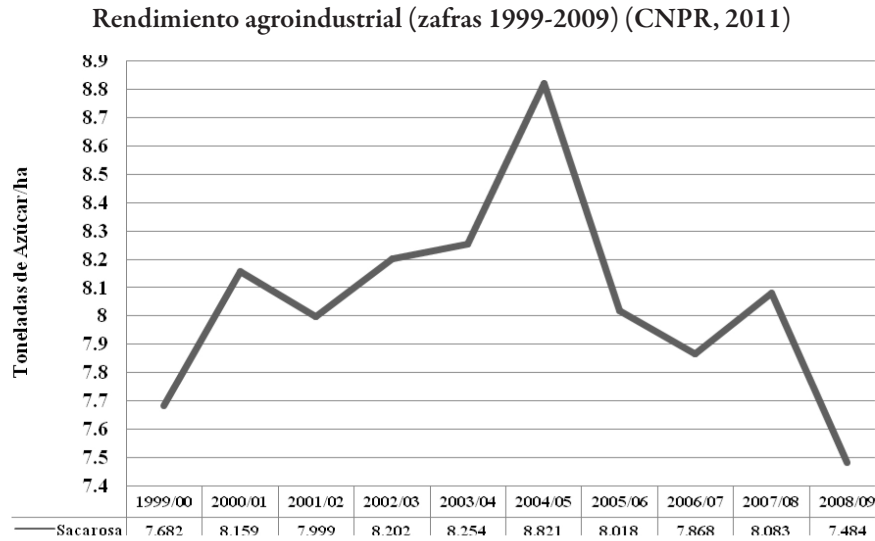


Gráfico 5

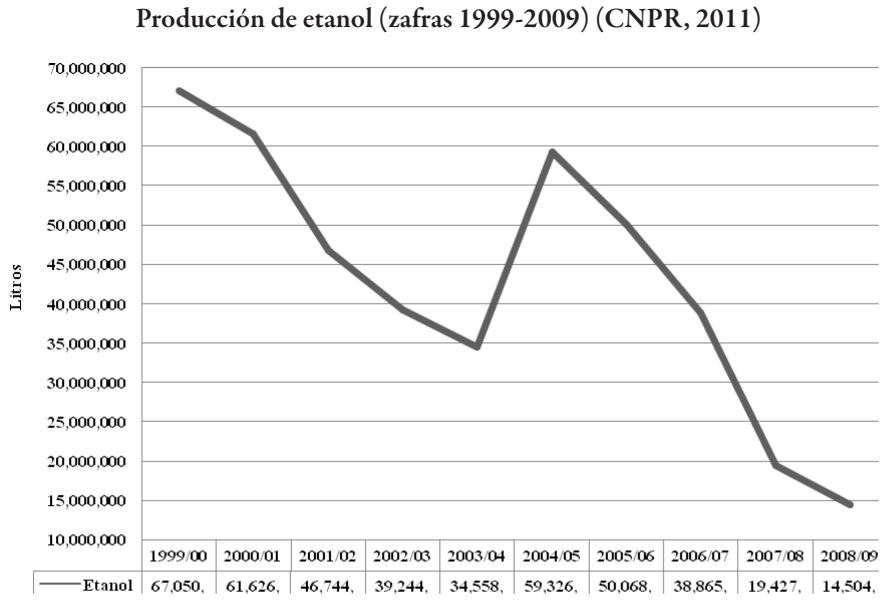
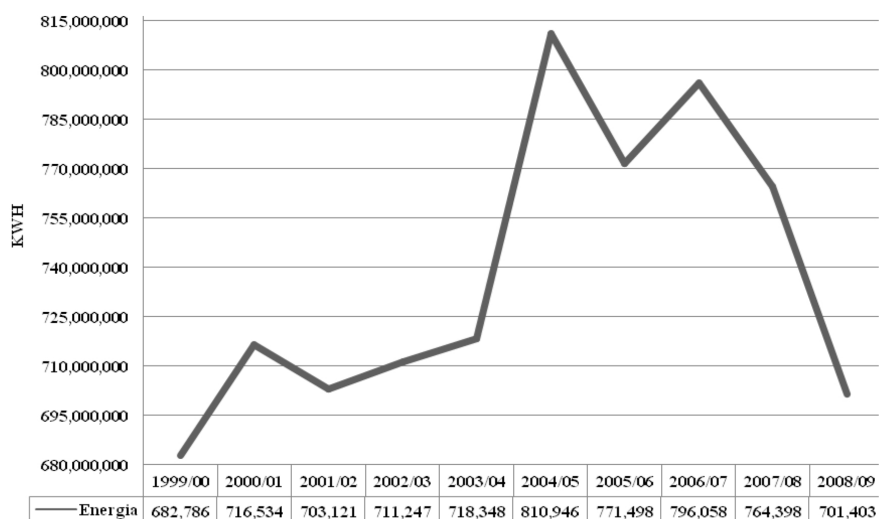


Gráfico 6

Energía generada a partir de la combustión de bagazo  
(zafra 1999-2009) (CNPR, 2011)



**Noé Aguilar Rivera.** Ingeniero químico, maestro en Ciencias de Productos Forestales y doctor en Ciencias Ambientales. Profesor investigador de tiempo completo. Líneas de investigación: agroindustrias y bio-refinerías, ordenamiento territorial y gestión ambiental. Publicaciones recientes: “Efecto del almacenamiento de bagazo de caña en las propiedades físicas de celulosa grado papel”, en *Revista Ingeniería, Investigación y Tecnología UNAM*, vol. XII, núm. 1 (2011); “Zonificación productiva cañera en la Huasteca Potosina México”, en *Revista Agronomía Tropical*, vol. 60, núm. 2 (2010); “Competitiveness and productivity of Mexico’s sugar mills”, en *Theoria*, vol. 19, núm. 1 (2010).

Recepción: 03 de enero de 2011.

Aprobación: 19 de octubre de 2011.