

# LA AGROINDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

(*Saccharum officinarum*)

## EN MÉXICO

**Hernández-Cázares, A.S.**

Campus Córdoba, Colegio de Postgraduados, Carretera Córdoba-Veracruz km 348, Congregación Manuel León, municipio de Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C.P. 94946.

**Autor responsable:** aleyse@colpos.mx

### RESUMEN

La agroindustria de la caña de azúcar es una actividad económica muy importante en México; sin embargo, aunque tiene gran potencial para ser competitiva y rentable, tiene muchos retos que atender en el ámbito de la producción, transformación y comercialización, además de requerir un análisis del sistema con un enfoque integral donde se generen políticas públicas oportunas, aplicación de innovaciones en la producción primaria, adopción de nuevas tecnologías de producción de azúcar para incrementar la eficiencia de extracción, diversificación de productos y subproductos, y agregación de valor con potencial comercial, en beneficio de todos los actores involucrados.

**Palabras clave:** sistema producto caña de azúcar, competitividad, transformación,

### INTRODUCCIÓN

**El cultivo** de la caña de azúcar es el sexto de mayor importancia en México, con una superficie sembrada de 780,534 hectáreas, que representa más de 3.5% de la superficie cultivable del país (Enriquez-Poy, 2013; SIAP-SAGARPA, 2012), representando una actividad relevante para la economía nacional. Para la zafra (cosecha) 2012/2013 la aportación fue de 55 ingenios azucareros distribuidos en cinco regiones y 15 estados del país (Cuadro 1). Algunos pertenecen a empresas azucareras de la iniciativa privada (33 ingenios) y otros al estado (22 ingenios); 38 producen azúcar estándar y 17, azúcar refinada. Durante la zafra en mención, el total de caña cortada fue de 61,438,539 toneladas, con un rendimiento promedio en campo de  $78.74 \text{ t ha}^{-1}$ , lo que generó una producción de azúcar de 6,974,798 toneladas, y una eficiencia en fábrica de 82.66 % (CONADESUCA, 2013). El consumo de azúcar per cápita en México se contrajo de 50 a 42 kg por año en 20 años, en tanto que en los hogares se ha mantenido alrededor de los 21 kg por año, indicativo de que la industria de los alimentos y bebidas ha reducido sustancialmente su consumo. En México, el estado de Veracruz es el líder productor de azúcar con 310,000 hectáreas cosechadas y 20 ingenios azucareros activos, con una producción de 2,620,194 toneladas, lo que representa 38% de la producción nacional.

En México, la agroindustria azucarera o de la caña de azúcar es muy importante para la economía. Su cultivo resulta atractivo por la diversidad productiva y ha sido fuente importante de empleos directos e indirectos. Sin embargo, desde los ciclos productivos 2008/2009, esta agroindustria enfrenta una crisis competitiva crucial. Las causas han sido muchas, entre ellas la baja producción y calidad de la caña, ingenios con tecnología obsoleta, baja extracción de sacarosa, altos costos de producción del azúcar y falta de diversificación de productos o aprovechamiento del potencial comercial de los subproductos, lo cual, sumados a la gran importación de edulcorantes naturales y artificiales, derivado de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), y a componentes socioculturales, políticos y económicos, agudizan notablemente la actividad productiva. No obstante, se han estado realizando esfuerzos para impulsar estrategias de desarrollo que eleven la eficiencia y rentabilidad de este sector.

### Situación actual de la agroindustria del azúcar

La producción de azúcar en México ha crecido de manera extensiva en los últimos años con una producción de 6,974,798 toneladas de azúcar para la zafra 2012/2013, (Cuadro 1, 2; Figura 1). Esta alza se debe principalmente al incremento en la superficie cosechada de los ingenios azucareros, más que al incremento en el rendimiento en campo, y muy poco al aumento de la eficiencia en la extracción del azúcar (García, 2011).

La estructura productiva de la agroindustria azucarera (Figura 2) involucra aspectos que van desde la producción de caña (cultivo, cosecha y transporte de campo) como materia prima principal para los ingenios en la transformación a azúcar y obtención de subproductos, hasta su comercialización vía los canales establecidos (productor-acopiador-ingenio azucarero-industria-consumidor). De ahí que el desarrollo de estrategias para incrementar la eficiencia del sistema tiene que ir desde innovaciones en la producción primaria hasta la adopción de nuevas tecnologías. En este sentido, el Estado Mexicano ha definido estrategias de producción para elevar los rendimientos en campo con la implementación del **Proyecto Nacional de Alta Rentabilidad para el Reordenamiento y Transformación del Campo Cañero Mexicano** (Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar-PRONAR 2009) el cual, mediante diagnósticos de suelo y agua, utilización de nuevas variedades, aplicación de innovaciones y prácticas exitosas generadas por la investigación, conforman un crecimiento continuo en los rendimientos de campo, complementado esto con capacitación y actualización, a fin de promover el cambio de actitud y visión de los actores involucrados (productores y organizaciones cañeras, técnicos de campo y directivos). De igual forma, en 2010, se ha operado el **Proyecto PROFERTIL**, coordinado por los Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura (FIRA), cuyo objetivo consistió en apoyar la compra consolidada de fertilizantes, a fin de que los productores contaran con este insumo oportunamente,

Cuadro 1. Producción de azúcar por región, estados e ingenios azucareros. Zafra 2012/2013. Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA, 2013

Región	Estado	Núm. Ingenios azucareros	Caña cortada (Miles de ton)	Rendimiento en campo (Ton/Ha)	Eficiencia en fábrica (%)	Azúcar producida (Miles de ton)
Noroeste	Sinaloa	3	1,626.21	75.08	77.44	141.44
	Nayarit	2	2,172.57	69.31	83.22	263.80
Pacífico	Colima	1	1,600.42	89.45	82.76	175.21
	Jalisco	6	7,258.90	95.60	84.24	871.19
	Michoacán	3	1,516.30	101.70	84.13	177.72
	Morelos	2	1,847.10	110.77	86.79	249.64
Centro	Puebla	2	2,085.87	118.52	84.04	260.46
	Tamaulipas	2	2,480.45	77.02	79.94	280.98
Noreste	San Luis Potosí	4	5,857.27	69.37	82.91	712.061
	Veracruz	20	23,738.41	76.55	82.55	2,620.19
Golfo	Tabasco	3	2,137.60	58.91	78.80	219.07
	Oaxaca	3	3,526.47	70.91	84.19	404.83
	Campeche	1	702.12	62.95	78.64	72.46
Sureste	Chiapas	2	3,003.29	96.51	83.99	349.26
	Quintana Roo	1	1,894.45	64.62	78.54	176.47
	Total	15	55	61,447.44	78.74	82.66

Cuadro 2. Ubicación geográfica y número de ingenios azucareros en México.

Estado	Ingenio Azucarero
Campeche	1. La Joya
Colima	2. Quesería
Chiapas	3. Huixtla, 4. Pujilic (Cia. La Fe)
Jalisco	5. Bellavista, 6. José Ma. Martínez (Tala), 7. José Ma. Morelos, 8. Melchor Ocampo, 9. San Francisco Ameca, 10. Tamazula
Michoacán	11. Lázaro Cárdenas, 12. Pedernales, 13. Santa Clara
Morelos	14. Casasano (La abeja), 15. Emiliano Zapata
Nayarit	16. El Molino, 17. Puga
Oaxaca	18. Adolfo López Mateos, 19. El Refugio, 20. Pablo Machado
Puebla	21. Atencingo, 22. Calipam
Quintana Roo	23. San Rafael de Pucté
San Luis Potosí	24. Alianza Popular, 25. Plan de Ayala, 26. Plan de San Luis, 27. San Miguel del Naranjo
Sinaloa	28. El Dorado, 29. La Primavera, 30. Los Mochis
Tabasco	31. Azsuremex-Tenosi999ue, 32. Presidente Benito Juárez, 33. Santa Rosalía
Tamaulipas	34. Aarón Sáenz Garza, 35. El Mante
Veracruz	36. Central Motzorongo, 37. Central Progreso, 38. Constanacia, 39. Cuatotolapam, 40. El Carmen, 41. El Higo, 42. El Modelo, 43. El Potrero, 44. La Gloria, 45. La Providencia, 46. Mahuixtlan, 47. Nuevo San Francisco, 48. Pánuco, 49. San Cristóbal, 50. San Gabriel, 51. San José de Abajo, 52. San Miguelito, 53. San Nicolás, 54. San Pedro, 55. Tres Valles



Figura 1. Distribución de Ingenios Azucareros en México, 2013.

de petróleo y energía eléctrica mediante la cogeneración de fuertes de energía, el desarrollo de esquemas eficientes de operación para la reducción de tiempos perdidos en fábrica (cosecha y transporte) correlacionados directamente con la pérdida de calidad de la caña de azúcar y el aprovechamiento y/o generación de subproductos (melazas, bagazo, lodos de los filtros y vinazas), a fin de incrementar el rezago tecnológico de los ingenios azucareros (FIRA, 2010; Aguilar *et al.*, 2011).

Estas iniciativas se derivaron como parte del proceso de privatización de las empresas en la década de los ochenta, en el cual se incluía la reestructuración del sector público con instrumentos de política para la privatización, desregulación y apertura comercial (Katz, 1999), con el objetivo de hacer más eficientes los ingenios azucareros. Sin embargo,

a costos competitivos y bajo un esquema de administración del riesgo.

Para la eficiencia de extracción de azúcar se han definido estrategias de adopción de nuevas tecnologías, donde el aprovechamiento de la caña se reduce únicamente a la obtención de azúcar cruda (morena o estándar), blanca o refinada y de etanol. Se promueve la reducción de consumo

lación y apertura comercial (Katz, 1999), con el objetivo de hacer más eficientes los ingenios azucareros. Sin embargo, por las implicaciones de índole social, cultural, política y económica de la agroindustria azucarera, dichos programas no han tenido el debido seguimiento ni el impacto deseado. Además, a raíz de la separación del Estado como agente económico promotor del desarrollo, y, a que el mercado es el principal regulador de la economía (Dominguez,

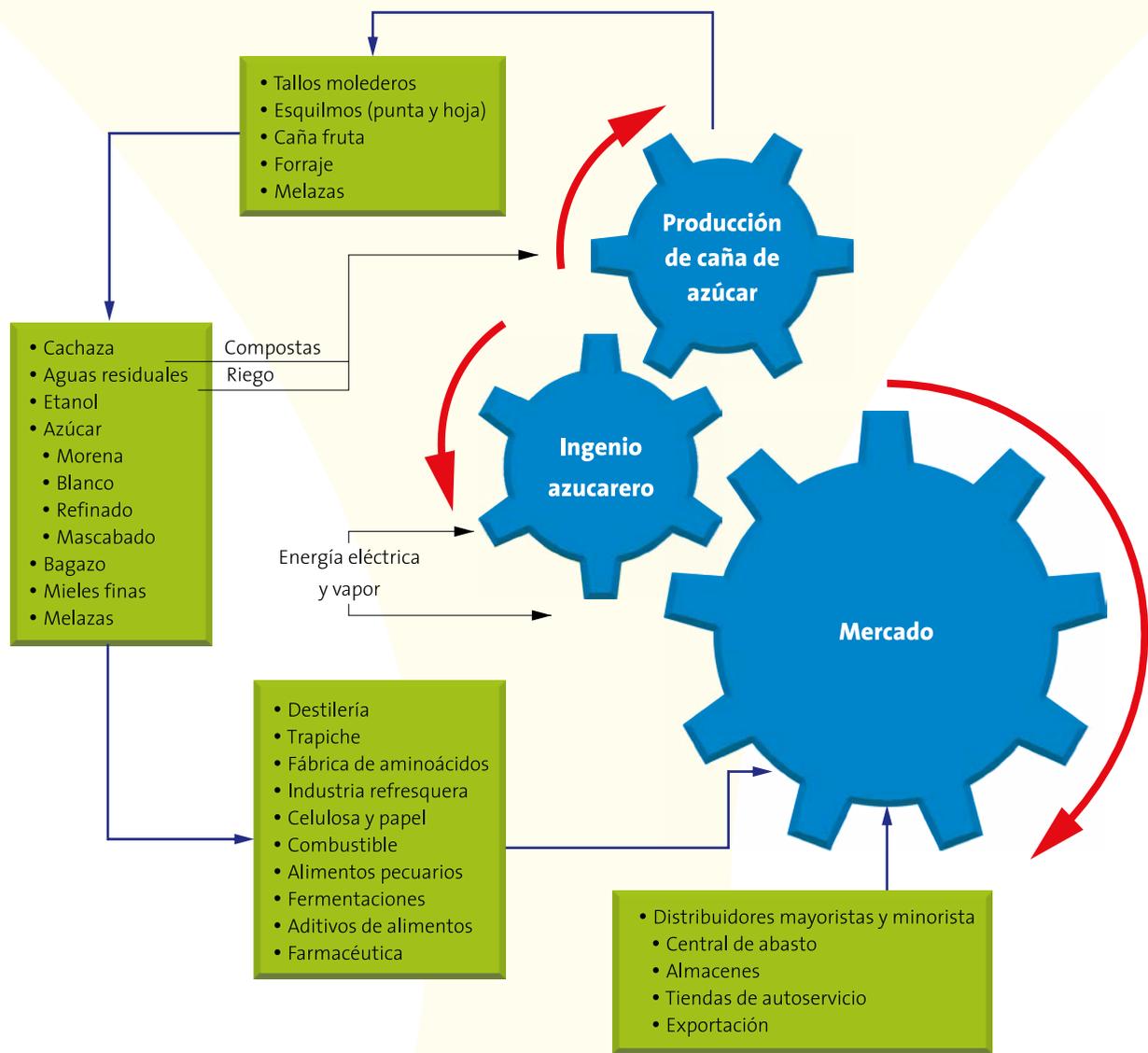


Figura 2. Estructura productiva de la agroindustria cañera.

2005), la agroindustria azucarera entra en crisis y pierde competitividad para hacer frente la competencia internacional.

El azúcar que se consume a nivel doméstico en forma directa y la que se destina a la industria, constituyen la demanda total de azúcar. Los altos costos de producción de ésta, la caída de precios internacionales y hábitos actuales de consumo, hacen que tanto consumidores como industria de alimentos y bebidas (refresquera, galletera, alcoholera y dulcera)

busquen alternativas, como por ejemplo, sustituirla por edulcorantes más baratos (jarabe de maíz de alta fructosa) o que no sean calóricos (aspartame, sacarina, acesulfame K, sucralosa, ciclamato, entre otros). En este sentido, los productores de caña de azúcar demandan políticas que regulen y establezcan el precio del azúcar en el mercado nacional, tales como, poner barreras a su importación, regular los precios del jarabe de maíz de alta fructosa y autorización de apoyos suficientes y oportunos a los productores.

### Industrialización de la caña de azúcar

La Figura 3 muestra el proceso de industrialización a partir del jugo de la caña, el cual se clarifica, evapora y cristaliza, para obtener el azúcar y otros subproductos de interés comercial y energético (Chen, 1991). Los principales componentes químicos de la caña de azúcar son la sacarosa y la celulosa; la primera se encuentra en todas las partes de la planta, pero abunda más en el tallo, mientras que la segunda está principalmente en la fibra. Aun cuando se puede seguir obteniendo azúcar de la celulosa, ésta

es insoluble en agua y requiere de mayor procesamiento para obtenerla. Sin embargo, para definir la eficiencia en la extracción de azúcar en el ingenio, deben tomarse en cuenta los siguientes factores: a) la pérdida total de sacarosa, expresada por la pérdida de sacarosa en bagazo, mieles finales, cachaza y algunas otras pérdidas indeterminadas; b) la pureza del jugo mezclado; c) los niveles de fibra en caña. En términos generales, la eficiencia extracción se define como la relación que hay entre el porcentaje de azúcar recuperada en fábrica y el de sacarosa contenida en la caña de azúcar procesada.

La producción del azúcar en los ingenios como parte del proceso de transformación de la caña (Figura 3) inicia desde la recepción de esta última, la cual es cortada manual o mecánicamente en el campo. Para disminuir su porcentaje de materia seca, se realiza la quema como práctica habi-

tual en 75% de la superficie cañera nacional, lo cual es severamente cuestionado por la afectación al medio ambiente, aunque en la industria es considerada una práctica importante, ya que los grados Brix (indicativo del contenido de azúcar) aumentan entre 10-16% en las primeras 48 horas, debido a la pérdida de humedad en los tallos (Larrahondo, 1995). La molienda consiste en pasar la caña, previamente desmenuzada y desfibrada, a una serie de molinos con agua caliente a contracorriente, en el proceso llamado maceración, para obtener la máxima cantidad de sacarosa (94-95%). En algunos ingenios el bagazo remanente (254 kg en promedio con 50% de humedad por tonelada de caña), se emplea como combustible en las calderas y para cubrir las necesidades energéticas propias de la fábrica. También es utilizado como materia prima en la industria papelera o para la obtención de alcoholes (licores de xilosa), acetona, policonasol, aceite, resinas y ceras. Sin embargo, para

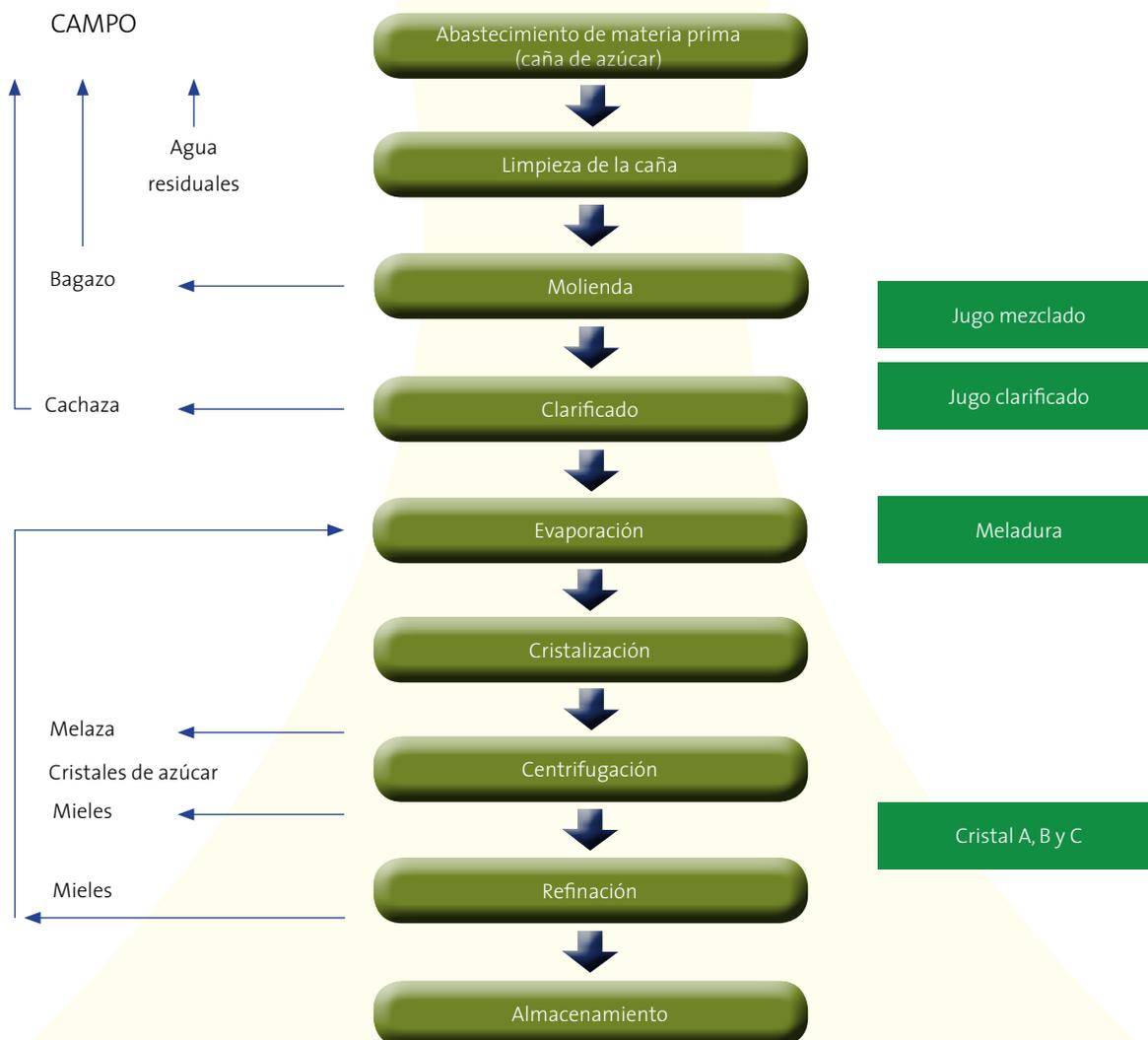


Figura 3. Diagrama de bloques del proceso de industrialización de la caña de azúcar.

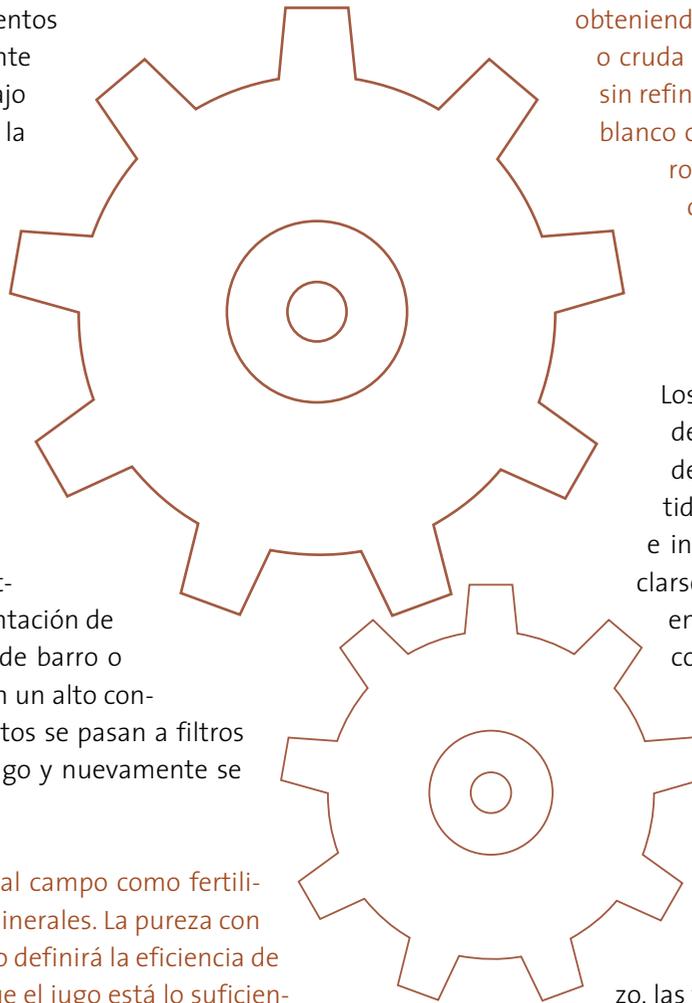
la industria alcoholera, utilizar los subproductos de la caña implica demasiado tiempo y gasto energético en comparación con el uso de jugo de caña de azúcar (debido a su alto contenido de celulosa, la cual tiene que desdoblarse a azúcares simples). Además, se generan vinazas, subproductos de la fabricación de etanol en una relación 1:15. Las vinazas son compuestos que tienen una alta carga orgánica y pueden ser potencialmente contaminantes, por lo que requieren tratamientos especiales para su uso. Actualmente se usan como fertilizantes y, bajo un tratamiento anaerobio, para la producción de biogás en la generación de energía eléctrica (Quintero *et al.*, 2006). La clarificación consiste en calentar el jugo de caña y, mediante el proceso de decantación, con el uso de algunos reactivos químicos y aditivos (cal, óxido de magnesio, ácido sulfuroso, carbonato de sodio, ácido fosfórico, polielectrolitos, surfactantes, antiespumantes, etcétera), se lleva a cabo la sedimentación de los sólidos insolubles, en forma de barro o cachaza. Debido a que aún tienen un alto contenido de azúcar, estos compuestos se pasan a filtros rotatorios donde se les extrae jugo y nuevamente se retoma al proceso.

La torta de cachaza se devuelve al campo como fertilizante, por su alto contenido de minerales. La pureza con que se obtenga el jugo mezclado definirá la eficiencia de extracción del azúcar. Una vez que el jugo está lo suficientemente claro, se lleva a cabo el proceso de evaporación para eliminar 80% de agua, y ser concentrado en evaporadores de cinco efectos hasta obtener la meladura, la cual es purificada en los clarificadores y llevada a los tachos (recipientes al vacío de un solo efecto) para iniciar con el proceso de cristalización. La evaporación de la meladura se realiza a alta presión y baja temperatura, para producir una masa cocida conformada por cristales de azúcar y miel, y evitar caramelizar los azúcares. La

masa cocida se somete a procesos de centrifugación para separar los cristales de azúcar y la miel se retorna a los tachos para realizar dos etapas adicionales de cristalización hasta obtener la melaza. Durante el proceso de refinado los cristales de azúcar se lavan con agua para retirar los residuos de miel y posteriormente ser secados y enfriados. En esta etapa del proceso el azúcar se clasifica en función del grado de refinación de la misma, obteniendo ya sea la llamada morena o cruda (jugo de caña cristalizado y sin refinar con 96-98% de sacarosa); blanco o sulfatada (99.5% de sacarosa); y refinada o extra blanca (99.8-99.9% de sacarosa). Una vez que ya está seca y fría, se empaqueta en diferentes presentaciones.

Los residuos y subproductos del procesamiento de la caña de azúcar contienen gran cantidad de nutrientes orgánicos e inorgánicos que pueden reciclarse a la producción primaria en forma de abono. La alta concentración de azúcares de las melazas ha permitido su uso como fuente de energía para el consumo directo de rumiantes y monogástricos (Martín, 2004). Al igual que la caña residual, las puntas o cogollos, el bagazo, las vinazas y la cachaza se usan como forraje o como ingrediente

de algunos ensilados, o bien, para su fermentación en el área de la biotecnología (Villar y Montano, 2008). Las mieles finales y los jugos del proceso se emplean en la producción de alcohol, materia prima para las destiladoras, o para la producción de piloncillo o panela, como materia prima en la industria de la repostería, o como endulzante en diversos alimentos. Por otro lado, la caña de azúcar puede ser una alternativa en la producción de etanol, ya que es uno de los cultivos más eficientes como materia prima para biocombustibles (biodiesel, bioetanol y biogás) y podría impactar en reducir los costos de producción (Hira, 2011). Otra alternativa es su venta directa como fruta de estación en los meses navideños o agregando valor con la pasteurización del jugo de caña.



Un aspecto a considerar en su industrialización es la calidad, misma que empieza desde el campo (variedad, tipo de suelo, prácticas de manejo y grado de madurez), lo que repercute en mayores o menores rendimientos en fábrica, sumado a que una vez que la caña se ha cortado, es muy susceptible a deteriorarse, siendo la altura del corte, el grado de quema, el tiempo de espera entre el corte y la molienda, el contenido de basura o material extraño y la acción de microorganismos, los principales factores que afectan la calidad final del azúcar (Larrahondo, 1995). De ahí que debe cosecharse la cantidad exacta, de acuerdo con la capacidad instalada de los ingenios, para evitar su almacenamiento por más de dos días. Chen (1991) menciona que el exceso de almidón o compuestos fenólicos en su jugo, reducen y dificultan la filtración durante el proceso químico y afectan las propiedades de coloración de los jugos. El contenido de almidón es una característica varietal de la caña la cual puede ser reducida mediante prácticas agrícolas como el riego o fertilización con potasio. No obstante, se han diseñado una serie de Normas Mexicanas, a fin de homologar los parámetros de calidad con los internacionales, y asegurar las condiciones de sanidad e inocuidad del azúcar.

## CONCLUSIONES

En este contexto, la agroindustria de la caña de azúcar tiene múltiples ventajas para salir de las crisis cíclicas, aunque también son muchos los retos para equilibrar los desajustes desde la producción, la eficiencia de extracción en fábrica y el consumo nacional, que garanticen su viabilidad económica. La diversificación agrícola e industrial parece ser una buena alternativa y para un sistema complejo y dinámico debe analizarse

con un enfoque integral, donde todos los actores involucrados se comprometan a generar políticas públicas oportunas e inversiones específicas, reducción de costos de producción, automatización de procesos, uso de innovaciones para obtener nuevas alternativas productivas, y vinculación con los institutos de investigación, y aumentar la agregación de valor, entre otras.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar R.N., Galindo M.G., Fortanelli M.J., Contreras S.C. 2011. Factores de competitividad de la agroindustria de la caña de azúcar en México. *Región y Sociedad*, 23: 261-297.
- Campos-Ortiz F., Oviedo-Pacheco M. 2013. Estudio sobre la competitividad de la industria azucarera en México. Documento de Investigación. Banco de México. México, D. F. 60 p. <http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-discursos/publicaciones/documentos-de-investigacion/banxico/%7B6990D66E-0967-353F-156B-39C97972A27E%7D.pdf>
- Chen J.C.P. 1991. Manual del azúcar de caña. Editorial Limusa. México, D. F.
- CONADESUCA. 2013. Sistema InfoCaña. Reportes de cierre. <http://www.campomexicano.gob.mx/azcf/reportes/reportes.php?tipo=CIERRE>
- FIRA. 2010. Producción Sostenible de Caña de Azúcar en México. En: Boletín Informativo, No. 11. México.
- Domínguez R.L. 2005. Desarrollo regional y competitividad: la agroindustria azucarera en México. *Revista de Ciencia Sociales y Humanidades*, 15: 227-250.
- García C.R. 2012. La agroindustria de la caña de azúcar hacia el 2012. Ponencia de Seminarios de Investigación 2012. Colegio de Postgraduados. Campus Córdoba. México.
- Hira A. 2011. Sugar Rush: Prospects for a Global Ethanol Market. *Energy Policy*, 39: 6925-6935.
- Katz M. 1999. La Constitución y el desarrollo económico de México. Cal y Arena. México. 562 p.
- Larrahondo J.E. 1995. Calidad de la caña de azúcar. En: CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. pp. 331-354.
- Martín P.C. 2004. La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos. EDICA, La Habana, Cuba.
- Quintero R., Cadena S., Briceño C. 2006. Proyectos de investigación sobre usos y manejos de vinazas. CENGICAÑA.
- SIAP-SAGARPA. 2012. SERVICIO DE INFORMACION AGROALIMENTARIA Y PESQUERA. <http://www.siap.gob.mx/>
- Villar J., Montano R. 2008. Posibilidades de producción de alimento animal en la agroindustria azucarera. Diversificación. Congreso Internacional sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba.

