



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

CAMPUS MONTECILLO

**PROGRAMA DE POSTGRADO EN SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E
INFORMÁTICA**

ECONOMÍA

SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN DE CAÑA EN MÉXICO: ¿EN QUÉ ZONAS SE DEBERÍA DIVERSIFICAR SU USO PARA EVITAR EXCESOS DE OFERTA DE AZÚCAR?

LUIS ALBERTO FLORES CRUZ

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2018

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION

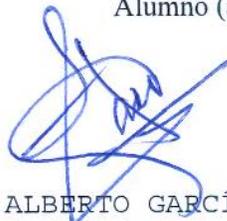
En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe LUIS ALBERTO FLORES CRUZ, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser participe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor JOSÉ ALBERTO GARCÍA SALAZAR, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN DE CAÑA EN MÉXICO: ¿EN QUÉ ZONAS SE DEBERIA DIVERSIFICAR SU USO PARA EVITAR EXCESOS DE OFERTA DE AZÚCAR?

y de los producto de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre el colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 16 de febrero de 2018



Firma del
Alumno (a)



JOSÉ ALBERTO GARCÍA SALAZAR

Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: "Superficie y producción de caña en México: ¿en qué zonas se debería diversificar su uso para evitar excesos de oferta de azúcar?" realizada por el alumno: Luis Alberto Flores Cruz bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



Dr. JOSE ALBERTO GARCIA SALAZAR

ASESOR



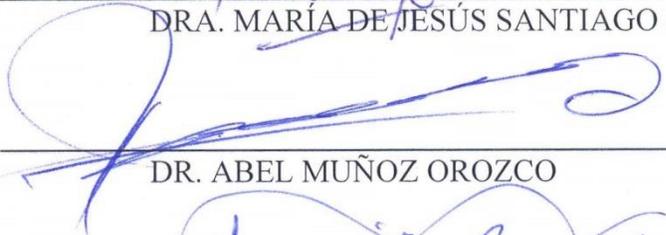
DR. ROBERTO GARCÍA MATA

ASESORA



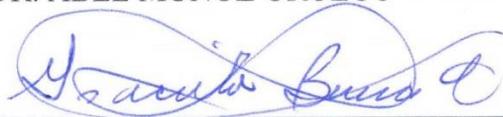
DRA. MARÍA DE JESÚS SANTIAGO CRUZ

ASESOR



DR. ABEL MUÑOZ OROZCO

ASESORA



DRA. GRACIELA M. BUENO AGUILAR

Montecillo, Texcoco, Estado de México, febrero de 2018

SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN DE CAÑA EN MÉXICO: ¿EN QUÉ ZONAS SE DEBERÍA DIVERSIFICAR SU USO PARA EVITAR EXCESOS DE OFERTA DE AZÚCAR?

**Luis Alberto Flores Cruz, D. en C.
Colegio de Postgraduados, 2018**

RESUMEN

Las constantes controversias comerciales entre México y los Estados Unidos que han dificultado las exportaciones de azúcar, y que han originado acumulación de inventarios, justifican la elaboración de estudios que analicen la diversificación de los usos de la caña para evitar excesos de oferta del edulcorante. Para determinar desde el punto de vista económico y logístico los ingenios en los cuales sería más recomendable la diversificación del uso de la caña se obtuvo la solución de un modelo de equilibrio espacial aplicado al mercado del azúcar en la zafra 2014/15. Los resultados indican que al disminuir la producción total de azúcar en 10% (de 5.98 a 5.38 millones de ton), la superficie nacional destinada a la producción de caña sería de 687.6 mil ha (12.2% en reducción) y los ingenios San Cristóbal y San Nicolás ubicados en el estado de Veracruz y Plan de Ayala en San Luis Potosí, disminuirían su producción de azúcar en 276.0, 97.5 y 85.2 mil ton, respectivamente. La superficie de caña destinada a la producción de azúcar se reduciría en 49.2, 13.0 y 14.5 mil ha, respectivamente, en los tres ingenios mencionados. Considerando que los excesos de oferta de azúcar disminuyen los precios y el ingreso de los productores es recomendable que el Gobierno promueva proyectos que industrialicen la producción de caña para obtener productos diferentes al azúcar; la producción de biocombustibles podría ser una alternativa.

Palabras clave: Diversificación, etanol, subproductos, mercado del azúcar, consumo, modelo de equilibrio espacial.

**AREA AND PRODUCTION OF CANE IN MÉXICO: IN WHICH ZONES SHOULD ITS
USE BE DIVERSIFIED TO AVOID EXCESS SUGAR SUPPLY?**

**Luis Alberto Flores Cruz, D. en C.
Colegio de Postgraduados, 2018**

ABSTRACT

The constant commercial controversies between Mexico and the United States which have hindered sugar exports and led to the accumulation of inventories, justify the elaboration of studies to analyze the diversification of the uses of cane to avoid excesses of sweetener supply. To determine from the economic and logistic point of view the mills in which it would be more advisable to diversify the use of sugarcane, the solution of a spatial equilibrium model applied to the sugar market in the 2014/15 harvest was obtained. The results indicate that by decreasing the total sugar production by 10% (from 5.98 to 5.38 million tons), the national area destined to sugarcane production would be 687.6 thousand ha (12.2% reduction) and the San Cristóbal, San Nicolás and Plan de Ayala mills located in the states of Veracruz and San Luis Potosí, would decrease their sugar production by 276.0, 97.5 and 85.2 thousand tons, respectively. The area of cane destined to the production of sugar would be reduced in 49.2, 13.0 and 14.5 thousand ha, respectively, in the three mills mentioned. Considering that the excess supply of sugar lowers the prices and the income of the producers, it is advisable that the Government promotes projects that industrialize the production of sugar cane to obtain products other than sugar; the production of biofuels could be an alternative.

Key words: Diversification, ethanol, by-products, sugar market, consumption, spatial equilibrium model.

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por brindarme el apoyo económico para realizar mis estudios de doctorado.

Al **Colegio de Postgraduados**, en especial al **ISEI-Economía**, por brindarme los conocimientos y herramientas necesarios para la realización del presente trabajo.

Un especial agradecimiento al **Dr. José Alberto García Salazar** por su confianza y amistad, por ser tan buen consejero tanto en lo profesional como en lo personal, por compartir conmigo sus conocimientos, por la dedicación, el tiempo y el apoyo necesario para la realización de la presente tesis.

Al **Dr. Roberto García Mata**, por su amistad y consejos desde el inicio de mi maestría, por el tiempo y los atinados comentarios para la mejora de la presente tesis.

A la **Dra. María de Jesús Santiago Cruz**, por ser parte de mi consejo, por brindarme herramientas para tener un nuevo enfoque de la economía, así como sus excelentes observaciones para mejorar el presente trabajo.

Al **Dr. Abel Muñoz Orozco** por sus comentarios puntuales y destacados que contribuyeron de gran forma para la mejora del presente trabajo.

A la **Dra. Graciela M. Bueno Aguilar** por su valiosa revisión de la presente tesis, así como sus atinadas sugerencias para la mejora de la misma.

Al personal administrativo de Economía, por la ayuda y facilidades brindadas en mi estancia en el posgrado.

DEDICATORIAS

- A mis padres Amelia Cruz Sánchez e Hilario Flores Martínez, por ser la motivación de mi vida, por inculcarme valores desde pequeño que me sirvieron a luchar hacia delante y cumplir mis objetivos, por su gran corazón y fortaleza, por enseñarme a ser responsable, gracias a ustedes he llegado a esta meta.
- A mis hermanas Elizabeth, Sandra y Mary por el ánimo, fortaleza y apoyo brindado durante toda mi formación.
- A mis hermanos Laurentino y Lidio, que a pesar de la distancia siempre están atentos de mí.
- A Mi hermano René, por el cariño, aprecio y la ayuda incondicional brindada en toda mi formación académica. Gracias “Rana”.
- A Mi hermano Noé Martin (“Diego”) y a Chely, por el apoyo, ayuda y el cariño incondicional que me brindan en todo momento.
- A mi sobrina Neydi y a mis sobrinos Gadiel, Diego, Christian, Gio y en especial, por compartir más tiempo conmigo, a Oliver, por ser la alegría en momentos preocupantes durante la realización de la presente investigación. Espero ser una inspiración para ustedes.
- A la Familia Espinosa Mendoza, por su amistad y la ayuda brindada en este proceso.
- A mi familia; Tíos, Tías, Primos, Cuñadas y Cuñados por su cariño y palabras de ánimo.
- A mis amigos y compañeros del CP, por su amistad, apoyo y consejos que han sido parte de mi formación en todos los ámbitos. Gracias a todos.

CONTENIDO

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIAS	vii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3 Objetivos	5
1.4 Hipótesis	5
1.5 Metodología	6
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	7
CAPÍTULO III. SITUACIÓN INTERNACIONAL DEL MERCADO DE AZÚCAR	11
3.1 Producción mundial	11
3.2 Consumo mundial del azúcar.....	13
3.3 Importaciones mundiales	16
3.4 Exportaciones mundiales	18
3.5 Inventarios mundiales	20
3.6 Precios internacionales de azúcar	21
3.6.1 Contrato No 11. Cotizado en Bolsa de Futuros de Nueva York	22
3.6.2 Contrato No. 16 de Bolsa de Futuros de Nueva York.....	22
3.6.3 Contrato N° 5 de la Bolsa de Opciones y Futuros de Londres (LIFFE).....	23
3.6.4 Comportamiento histórico de los precios internacionales.....	23
CAPÍTULO IV. SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN MÉXICO	25
4.1 Superficie cosechada de caña de azúcar	25
4.1.1 Superficie cosechada de caña de azúcar por entidad federativa.....	27
4.1.2 Superficie cosechada de caña de azúcar por distrito de desarrollo.....	31
4.1.3 Superficie cosechada de caña de azúcar por municipio	32
4.2 Rendimiento de caña de azúcar.....	34
4.3 Producción de caña de azúcar	37

4.3.1 Producción de caña de azúcar por entidad federativa.....	39
4.3.2 Producción de caña de azúcar por distrito de desarrollo	42
4.3.3 Producción de caña de azúcar por municipio	43
4.3.4 Estacionalidad de la producción de caña de azúcar.....	45
4.4 Precio medio rural de la caña de azúcar y precios recibidos	47
CAPÍTULO V. DESTINO DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y PRODUCCIÓN DE AZÚCAR.....	54
5.1 La industria del azúcar en México	54
5.1.1 Importancia económica de la industria azucarera.....	54
5.1.2 Ingenios azucareros en el país	56
5.2 Producción histórica de azúcar por tipo.....	61
5.3 Producción de azúcar por estado.....	63
5.4 Producción de azúcar por consorcio	66
5.5 Consumo nacional de edulcorantes.....	68
5.5.1 Consumo nacional de azúcar	70
5.5.2 Consumo nacional de jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF).....	72
5.6 Comercio nacional de azúcar	73
5.6.1 Importaciones	73
5.6.2 Exportaciones	74
5.7 Inventarios nacionales de azúcar.....	79
5.8 Precios nacionales del azúcar.....	82
5.8.1 Precios al mayoreo de azúcar	83
5.8.2 Precios al consumidor de azúcar	87
5.9 Usos alternativos de la caña de azúcar.....	88
5.9.1 Produccion de Etanol o Alcohol Etflico	89
5.9.2 Producción de melaza.....	94
5.9.3 Generación de energía eléctrica.....	96
CAPÍTULO VI. FORMULACIONDELMODELO.....	99
6.1 Formulación del modelo de equilibrio espacial	99
6.1.1 Elementos del modelo	99
6.1.2 Representación matemática del modelo	102
6.1.3 Escenarios	105

6.2 Cálculo de la disminución de la superficie cosechada de caña.....	105
6.3 Datos y fuentes de información	106
6.3.1 Producción de caña de azúcar.....	106
6.3.2 Coeficiente de transformación de caña a azúcar	106
6.3.3 Produccion y precios de azúcar al consumidor	107
6.3.4 Los costos de producción de azúcar	107
6.3.5 Consumo nacional de azúcar	107
6.3.6 Exportaciones de azúcar	108
6.3.7 Precio de exportación de azúcar	108
6.3.8 Costos de acarreo de caña.....	109
6.3.9 Costos de transporte de azúcar	109
CAPÍTULO VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	110
CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
8.1 Conclusiones	117
8.2 Recomendaciones	121
LITERATURA CITADA.....	124
ANEXOS.....	134

LISTA DE CUADROS

Cuadro 4.1. Superficie cosechada por entidad federativa, periodo 2006-2016.....	28
Cuadro 4.2. Principales distritos con superficie cosechada de caña de azúcar.	32
Cuadro 4.3. Principales municipios con superficie cosechada de caña de azúcar,	33
Cuadro 4.4. Producción de azúcar por entidad federativa, periodo 2006-2016.	40
Cuadro 4.5. Principales distritos productores de caña de azúcar, año 2016.	43
Cuadro 4.6. Principales municipios productores de caña de azúcar, año 2016.....	44
Cuadro 4.7. Producción mensual de caña de azúcar	45
Cuadro 4. 8. Precio recibido por los cañeros por entidad federativa (pesos/ton).....	50
Cuadro 5.1. Empleos en la industria azucarera (miles).....	55
Cuadro 5.2. Ingenios azucareros en operación en México (Ciclo azucarero 2015/2016).....	58
Cuadro 5.3. Producción nacional de azúcar por tipo de las ultimas once zafras.	62
Cuadro 5.4. Producción de azúcar por entidad federativa, ciclo 2015/2016.....	64
Cuadro 5.5. Producción de azúcar por consorcio (Ciclo 2015/2016).	67
Cuadro 7.1. Ingresos, costos y ganancia de la industria azucarera en México bajo diferentes escenarios, millones de pesos.	111
Cuadro 7.2. Determinación de los ingenios que deben reducir la producción d azúcar ante una diversificación de los usos de la caña.	113
Cuadro 7.3. Disminución de la superficie de caña para producir azúcar en México en varios escenarios.	115

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 3.1. Producción mundial de azúcar (millones de toneladas)	11
Gráfica 3.2. Principales países productores de azúcar (millones de toneladas)	12
Gráfica 3.3. Consumo mundial de azúcar (millones de toneladas)	14
Gráfica 3.4. Principales países consumidores de azúcar (millones de toneladas)	15
Gráfica 3.5. Importaciones mundiales de azúcar (millones de toneladas)	16
Gráfica 3.6. Principales países importadores de azúcar (millones de toneladas)	17
Gráfica 3.7. Exportaciones mundiales de azúcar (millones de toneladas)	18
Gráfica 3.8. Principales países exportadores de azúcar (millones de toneladas)	19
Gráfica 3.9. Inventarios mundiales de azúcar (millones de toneladas)	20
Gráfica 3.10. Balanza producción consumo (miles de toneladas).	21
Gráfica 3.11. Precios internacionales mensuales de azúcar (pesos/ton).	24
Gráfica 4.1. Superficie cosechada nacional de caña de azúcar por régimen hídrico (hectáreas).....	29
Gráfica 4.2. Superficie cosechada de caña de azúcar por estado y régimen hídrico (hectáreas),	30
Gráfica 4.3. Rendimiento promedio nacional de caña de azúcar (ton/ha)	35
Gráfica 4.4. Rendimiento de caña de azúcar por entidad federativa (ton/ha)	36
Gráfica 4.5. Producción nacional de caña de azúcar por régimen hídrico (ton)	41
Gráfica 4.6. Producción de caña de azúcar por estado y régimen hídrico (toneladas).....	42
Gráfica 4.7. Estacionalidad de la producción de la caña de azúcar.....	46
Gráfica 4.8. Precio de referencia de azúcar vs precio promedio nacional recibido por los cañeros, (pesos/ton)	49
Gráfica 4.9. Kilogramos de Azúcar Recuperables Base Estándar (KARBE) por entidad federativa. kl/ton de caña, Zafra 2015/2016.....	51
Gráfica 4.10. Precio medio rural vs precio recibido por los cañeros	52
Gráfica 5.1. Producción nacional de azúcar por tipo (toneladas).....	63
Gráfica 5.2. Participación por estado en la producción de azúcar (Zafra 2015/2016).....	65
Gráfica 5.3. Consumo de los dos principales edulcorantes en México (millones de toneladas).....	69

Gráfica 5.4. Consumo nacional aparente de azúcar (miles de toneladas),	71
Gráfica 5.5. Consumo nacional de jarabe de maíz de alta fructosa (millones de ton).	72
Gráfica 5.6. Importaciones de azúcar por ciclo azucarero (miles de toneladas),	73
Gráfica 5.7. Exportaciones de azúcar por ciclo azucarero (miles de toneladas).....	75
Gráfica 5. 8. Inventarios finales de azúcar (miles de toneladas).....	80
Gráfica 5.9. Inventarios mensuales de azúcar de los tres últimos ciclos productivos (miles de toneladas).....	81
Gráfica 5.10. Inventarios mensuales (miles de ton) vs Precios al mayoreo del azúcar (\$/ton).....	82
Gráfica 5.11. Precios nominales mensuales al mayoreo de azúcar en el mercado nacional (pesos/ton), periodo 2006-2016.....	83
Gráfica 5.12. Precios nacionales vs internacionales del azúcar (pesos/ton).	84
Gráfica 5.13. Precios reales mensuales al mayoreo de azúcar en el mercado nacional	85
Gráfica 5.14. Precios reales contra precios predichos tomando en cuenta los índices de precios	86
Gráfica 5.15. Precios al consumidor por tipo de azúcar en el mercado nacional (pesos/kg)	87
Gráfica 5.16. Producción nacional de alcohol (millones de litros)	91
Gráfica 5.17. Producción nacional de melaza (miles de toneladas).....	95
Gráfica 5.18. Cogeneración de energía eléctrica en los ingenios azucareros (GWh)	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1. Ubicación geográfica de los ingenios azucareros en México (Zafra 2015/2016).....	57
--	----

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Por su relevancia económica y social en el campo, la agroindustria azucarera es una de las más importantes en México. En el año 2011, esta agroindustria generó 440 mil empleos directos en la producción de caña, 490 mil empleos en la fase de transformación y 1,270 miles de empleos indirectos. Su actividad productiva se desarrolló en 227 municipios de 15 entidades federativas, donde habitan 12 millones de personas y en donde se genera el 11.6% del valor de la producción del sector primario (SE, 2012).

La caña es la materia prima para la producción de azúcar. Con un rendimiento promedio nacional en fábrica de 11.16 %, la caña se transforma en azúcar en 54 ingenios establecidos en 15 estados. La superficie cultivada de caña de azúcar se distribuye en siete regiones geográficas del país: Noroeste (Sinaloa y Nayarit), Occidente (Jalisco, Colima y Michoacán), Centro (Puebla y Morelos), Noreste (Tamaulipas y San Luis Potosí), Golfo (Veracruz y Tabasco) y Sur (Chiapas y Oaxaca) y la Península (Campeche y Quintana Roo).

En la zafra 2014/15, la superficie cosechada de caña de azúcar fue de 783.5 mil hectáreas de las cuales se obtuvo una producción de 53.68 millones de toneladas. Entre las principales entidades con superficie cultivada de caña destacan Veracruz, San Luis Potosí y Jalisco con 41.6, 11.2 y 9.6%, del total nacional, respectivamente (Infocaña-CONADESUCA, 2016).

Datos reportados por CONADESUCA (2016a) indican que en la zafra 2014/15, la producción de azúcar fue de 5.98 millones de toneladas, de la cual 71.6 % correspondió a azúcar estándar y 28.4 % a azúcar refinada. Por el lado de la demanda, el consumo nacional aparente en el mismo periodo fue de 4.4 millones de ton. Dado que la industria azucarera en el país cuenta con la

capacidad de abastecer la demanda nacional y es capaz de generar excedentes, se exportaron 1.58 millones de toneladas, principalmente a los Estados Unidos.

El comercio del azúcar con Estados Unidos ha sufrido diferentes cambios a largo del tiempo, pero fue a partir de la apertura del TLCAN en 1994 que adquiere más relevancia, ya que se sentaron las bases para que México empezara a importar jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF), el sustituto perfecto del azúcar. El tratado permitió aprovechar el bajo precio internacional del jarabe, ocasionando la sustitución en el consumo interno del azúcar por el jarabe estadounidense y exportar los excedentes de azúcar.

A partir de la apertura comercial acordada en el tratado, la industria del azúcar se ha visto inmersa en una disputa comercial por edulcorantes con los Estados Unidos; acusaciones principalmente por dumping y establecimiento de cuotas máximas de importación (México contra el jarabe de maíz estadounidense y EE.UU. contra el azúcar mexicano) (Senado de la Republica, 2017).

En el año 2014 se firmó un Acuerdo de Suspensión que establece un cupo máximo de exportación de azúcar (derivada de caña) a Estados Unidos. De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2015a), dicho convenio se emitió para dar cumplimiento al Acuerdo celebrado entre la Secretaría de Economía y el Departamento de Comercio de los Estados Unidos, por medio del cual se suspendía la investigación por subvenciones sobre el azúcar de México. El acuerdo incluyó provisiones que evitaban que las exportaciones mexicanas se concentraran durante ciertas épocas del año, limitó la cantidad de azúcar refinada que podía ingresar al mercado estadounidense y estableció mecanismos de precios mínimos para evitar la subcotización o precios bajos de forma artificial en ese mercado. Este acuerdo ha sido perjudicial para la industria nacional, pues a partir que entró en vigor, los envíos de azúcar a EE.UU. han disminuido; hasta antes del tratado, en la zafra 2013/3014 se exportaron 2.5 millones de toneladas

en comparación a las zafras 2014/2015 y 2015/2016 donde se exportaron 1.58 y 1.2 millones de toneladas, respectivamente, es decir, más de 50% en reducción.

El conflicto más reciente entre México y los Estados Unidos sucedió a principios del 2017, cuando autoridades de aquel país argumentaron que México sólo podía exportar el 40 % del cupo asignado en los primeros seis meses del ciclo, lo cual no se había cumplido por parte de nuestro país. Ante tal situación, México optó por cancelar temporalmente los permisos previos de exportación establecidos en el 2014 (Barrera, 2017; La Razón, 2017). En junio de 2017 se llega a un acuerdo en el cual México redujo las exportaciones de azúcar refinada de 53 a 30%, e incrementó el azúcar cruda (mascabado) a 70% de exportaciones totales (CONADESUCA, 2017a; Rodríguez, 2017).

Ante el panorama que se tiene del comercio de azúcar con los Estados Unidos y el excedente de producción en las últimas zafras se lleva a la necesidad de incursionar en nuevos mercados; sin embargo, ante precios internacionales bajos del azúcar, se deben considerar alternativas propuestas en el PRONAC (2014) como destinar caña a la producción sustentable de biocombustibles para el mercado nacional, para la producción de alcohol, así como productos y subproductos, con lo que se aprovecharían los altos niveles de producción de caña de azúcar alcanzados.

Diversos autores han planteado que la diversificación de productos derivados de la caña es una opción que debe considerarse (Sentíes-Herrera *et al.*, 2014; Aguilar-Rivera, 2012; Aguilar-Rivera, 2014; CONADESUCA 2016c). En especial por la situación que se ha presentado en la industria azucarera nacional: la caída de la productividad en campo y fábrica, los precios internacionales bajos del azúcar, la disminución del consumo interno por la sustitución de sacarosa por jarabes de maíz y edulcorantes no calóricos y la inestabilidad de los precios del petróleo, entre otros.

1.2 Planteamiento del problema

Una oportunidad de diversificación para que la agroindustria azucarera mexicana pueda hacer frente a los problemas que presenta actualmente es el destinar caña a la producción de biocombustibles, principalmente etanol. Aunque la producción de etanol en nuestro país ya se lleva a cabo en algunos ingenios, éste sólo se produce para usos en bebidas alcohólicas, productos farmacéuticos y alimenticios, y como solventes y reactivos industriales, pero hasta ahora no se ha hecho un esfuerzo representativo por aumentar su producción como combustible o etanol anhidro.

A pesar de que la producción de etanol en nuestro país ha bajado en los últimos años, aún se cuenta con la capacidad para producir alcohol. Datos de CONADESUCA (2012) indican que actualmente, la capacidad instalada para la producción de alcohol etílico en México es de 90.05 millones de litros por ciclo, en 6 ingenios del país. Por lo que respecta a la producción de etanol anhidro o para combustible, la capacidad instalada asciende a 46.12 millones de litros.

Dada la situación del mercado externo de azúcar, la capacidad instalada, el apoyo normativo a la producción y al uso de etanol, y un repentino aumento de los precios del petróleo y la gasolina, hacen que los biocombustibles sean los sustitutos más atractivos para los combustibles derivados del petróleo.

La producción de etanol a base de caña de azúcar representa una buena alternativa como combustible en nuestro país si se considera la situación en que se encuentra la creciente demanda en el sector transporte, el agotamiento no lejano de los combustibles fósiles, el cambio climático, y las nuevas políticas hacia el bienestar del medio ambiente.

El determinar la superficie cultivada óptima de caña destinada a la producción de azúcar, puede ayudar a establecer políticas de control de la oferta de este producto, evitar la sobreproducción,

hacer frente a la situación que se tiene con el comercio de Estados Unidos y poder asignar la sobreproducción de caña para otros usos como el etanol combustible.

El diversificar el uso de caña de azúcar para producir etanol desde luego no es tarea fácil hay varios factores que deben tomarse en cuenta, tales como: falta de un adecuado desarrollo financiero, insuficiente base tecnológica y de investigación, debilidad institucional, poca capacidad de gestión, entre otros (Aguilar-Rivera, 2012).

1.3 Objetivos

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar la superficie cosechada óptima de caña destinada para la producción de azúcar desde el punto de vista económico y logístico, tomando en cuenta la cadena productiva desde el sector primario con el cultivo de caña, el industrial y consumo de azúcar. Así como identificar las zonas en las cuales debería reducirse tal superficie para poder diversificar el exceso de producción de caña para otros usos, principalmente el etanol.

1.4 Hipótesis

Existe cierto margen de superficie cosechada de caña que puede ser destinada para la producción de otros productos como el etanol. Ante una disminución en la superficie cosechada total de caña para la producción de azúcar, las zonas que abastecen a los ingenios con mayores costos de producción y de acarreo de materia prima, serán las que más reduzcan su superficie de caña para la producción de azúcar.

1.5 Metodología

Para alcanzar los objetivos y probar la hipótesis se planteó y obtuvo la solución de un modelo de equilibrio espacial aplicado al mercado del azúcar del ciclo azucarero 2014/2015. La formulación del modelo se basó en Takayama y Judge (1971) y la función objetivo del modelo maximiza la ganancia neta. Se consideró la demanda de caña de cada ingenio, así como, la demanda, la oferta y la distribución de la producción de azúcar a nivel nacional y exportaciones. El modelo consideró los 45 distritos de desarrollo productores de caña en el país, 54 ingenios en operación y 12 puntos de salida de las exportaciones.

Se obtuvieron cuatro soluciones del modelo. La primera representa la situación observada en el periodo de análisis (ciclo productivo 2014/2015) y para determinar la superficie óptima de cultivo de caña para la producción de azúcar se probaron tres escenarios considerando una disminución en la producción total nacional de azúcar estándar y refinada. El Escenario 1 consideró una reducción de 10% de la producción total de azúcar, y los Escenarios 2 y 3 una reducción de 15 y 20%, respectivamente. En los tres escenarios la producción de azúcar estándar y refinada en los ingenios se considera como variable endógena, ya que al disminuir la producción total de azúcar, la producción en los ingenios disminuye en un rango que va de la oferta actual hasta poder ser nula, con dicha disminución se calcula de manera indirecta la superficie cosechada para cada escenario.

La solución del modelo fue estimada usando el procedimiento MINOS escrito en el lenguaje de programación GAMS (General Algebraic Modeling Systems).

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

En este apartado se presentan las principales investigaciones relacionados a la diversificación del uso de caña, y en específico la producción de etanol en nuestro país, con diferentes enfoques y metodologías utilizadas.

Aguilar *et al.*, (2009) realizaron una revisión en la que mencionan las principales razones del por qué la diversificación de la caña de azúcar es una buena alternativa dada la viabilidad de la industria azucarera de México, y por el contexto de la crisis generada en su mayor parte por la sustitución comercial del azúcar por Jarabe de Maíz de Alta Fructosa (JMAF). El trabajo determinó que la estrategia de diversificación debe enfocarse al uso del potencial de la caña de azúcar y sus subproductos, empleando tecnologías químicas y biotecnológicas que permitan obtener varios productos y junto a la ingeniería genética convertir la caña de azúcar en la materia prima ideal del siglo XXI. Además se indica que la diversificación, como complemento a la producción de azúcar, mejora la explotación de la caña de azúcar y contribuye a la sostenibilidad de la economía azucarera en México.

Los autores también señalan que garantizar la competitividad de la industria azucarera mexicana requiere de investigación, reformas políticas e inversiones con fines específicos y la reorganización de aspectos clave a lo largo de la cadena productiva de la caña de azúcar; metas que pueden lograrse mediante inversión, reordenación y coordinación entre los actores de la agroindustria.

Con el objetivo de analizar las tendencias y patrones de diversificación y desarrollo relacionados con la industria azucarera mexicana, Aguilar-Rivera (2012) realizó una investigación a partir de datos secundarios y primarios en donde analiza los modelos de diversificación aplicados en diferentes países. En el trabajo se concluyó que la ausencia de un modelo nacional de

diversificación, la falta de conocimiento y de información, constituyen el principal obstáculo para una agricultura de caña de azúcar (sector agrícola) y biofábrica (sector industrial) con producción eficiente y sostenible. Según el autor, la clave para la diversificación del campo cañero y la agroindustria, 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.

En un estudio realizado por Gómez-Merino *et al.*, (2015) indicaron que debido a nuevos panoramas en el mercado mundial de los edulcorantes y los desafíos que representa el cambio climático en México, la caña de azúcar debe diversificar su producción exclusivamente azucarera. En temas tecnológicos, pudiera ser el uso de este cultivo como biofábrica biotecnológica para la producción de bioplásticos, carbohidratos alternativos y proteínas de importancia farmacológica. Además, de su uso como insumo para la generación de bioenergía. Para la industria química y de los alimentos, la caña de azúcar también representa una fuente importante de residuos celulósicos e insumos para la producción de moldeados, abonos orgánicos, alimentos animales y otros productos de interés.

En cuanto a investigaciones relacionadas con la producción de etanol en México, Rivera (2013) utilizó una metodología de sistemas complejos para evaluar la productividad cañera en municipios con ingenios azucareros con el fin de obtención de etanol mediante el proceso de jerarquías analíticas (AHP). Los resultados indicaron que las variables: rendimiento de campo (TCH) y agroindustrial (TSH), acceso a crédito y riego explican el 75% de la capacidad para expandir la productividad cañera para la producción de azúcar y etanol con inconsistencia de 0.07. Del total de municipios, el 28% presenta alta y muy alta capacidad, lo que implica la integración del territorio en forma de cluster o distrito agroindustrial, innovaciones y políticas

públicas diferenciadas para obtener nuevas producciones con base en la caña de azúcar para incrementar el nivel de competitividad.

García-Chávez (2014) realizó un estudio en el cual analizó la situación, la problemática y las alternativas para la producción y el uso del etanol anhidro en México, con un enfoque principal a las condiciones del país, tomando como referencia la información disponible a nivel internacional. El autor analizó y discutió los aspectos económicos y de política pública relacionados con la producción de caña de azúcar para la elaboración de etanol anhidro y su incorporación en mezclas con gasolina. Los resultados indicaron que la producción de etanol anhidro en México es económicamente viable y cuenta con un mercado potencial a nivel nacional e internacional. Sin embargo, se requieren acciones concretas para detonar las inversiones en el campo cañero y en los ingenios azucareros y así poder diversificar el aprovechamiento de la caña de azúcar y elevar su productividad y competitividad.

El autor también menciona que un precio de la caña de 400 pesos por tonelada, permitirá obtener etanol a un costo de 7 pesos por litro. Si se considera un costo de transporte del etanol mezclado, de la planta productora a las terminales y distribución de PEMEX de 50 centavos por litro, la paraestatal podría pagar el etanol a un precio de 8.20 pesos por litro para asegurar un margen de utilidad del 10 % sobre el costo de producción para el productor.

La viabilidad económica de la producción de etanol combustible en nuestro país ha sido probada por diversos autores. López (2014) realizó un estudio con un enfoque de evaluación tradicional y de opciones reales para el establecimiento de una planta de bioetanol, los resultados de la evaluación financiera obtenidos fueron una VAN de 14,218 millones, una TIR igual a 9.39 y un B/C de 2.17, valores que indican sin duda que el proyecto es viable. Para la certidumbre se obtuvo un valor de la opción de expansión de salida de 21.4 millones, esto aplicando la opción, lo cual indica que es conveniente ampliar la producción de bioetanol en algunos años.

Con el objetivo de realizar una evaluación económica, para el establecimiento de una biorefinería de etanol combustible de segunda generación a partir de desperdicios generados en campos cañeros e ingenio azucarero, Cisneros (2016) realizó un estudio empleando un enfoque tradicional y otro de opciones reales. Los resultados indicaron que con la evaluación tradicional se obtuvo un VAN de 55.49 millones de dólares, una TIR de 12.5% y una relación Beneficio/Costo de 1.25, por lo que la biorefinería de etanol sería económica y financieramente viable de establecer. En el caso de la evaluación con opciones reales, hasta el año 20 el VAN sería de 9.26 millones de dólares, lo cual quiere decir que en proyectos con grandes inversiones (307 millones de dólares), la rentabilidad se da a mediano y largo plazo.

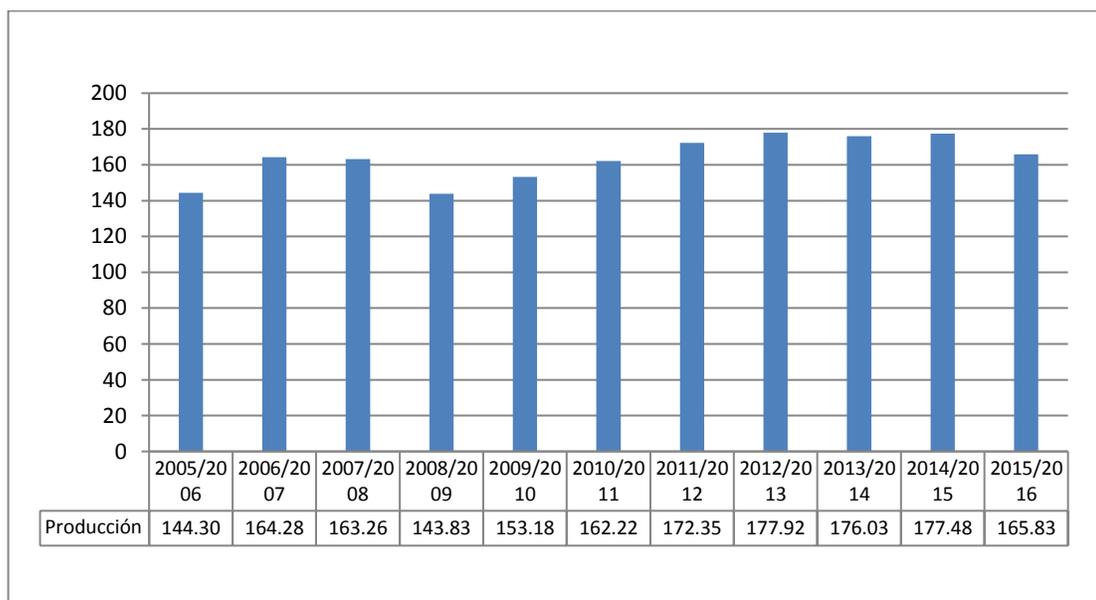
CAPÍTULO III. SITUACIÓN INTERNACIONAL DEL MERCADO DE AZÚCAR

3.1 Producción mundial

En los últimos ciclos, la producción mundial del azúcar ha mostrado un comportamiento cíclico, que evidencia periodos de escasez seguidos de crecientes excedentes de azúcar pero con una tendencia general al alza, esto influye en los precios internacionales que dependen principalmente de lo que ocurra en los principales países productores, consumidores, importadores, exportadores de azúcar y del incremento de la población mundial.

Después de cinco ciclos de superávit en el mercado mundial, en el ciclo 2015/2016 se presentó un déficit de producción que no alcanzó a abastecer el consumo.

Gráfica 3.1. Producción mundial de azúcar (millones de toneladas),
periodo 2005/2006-2015/2016.

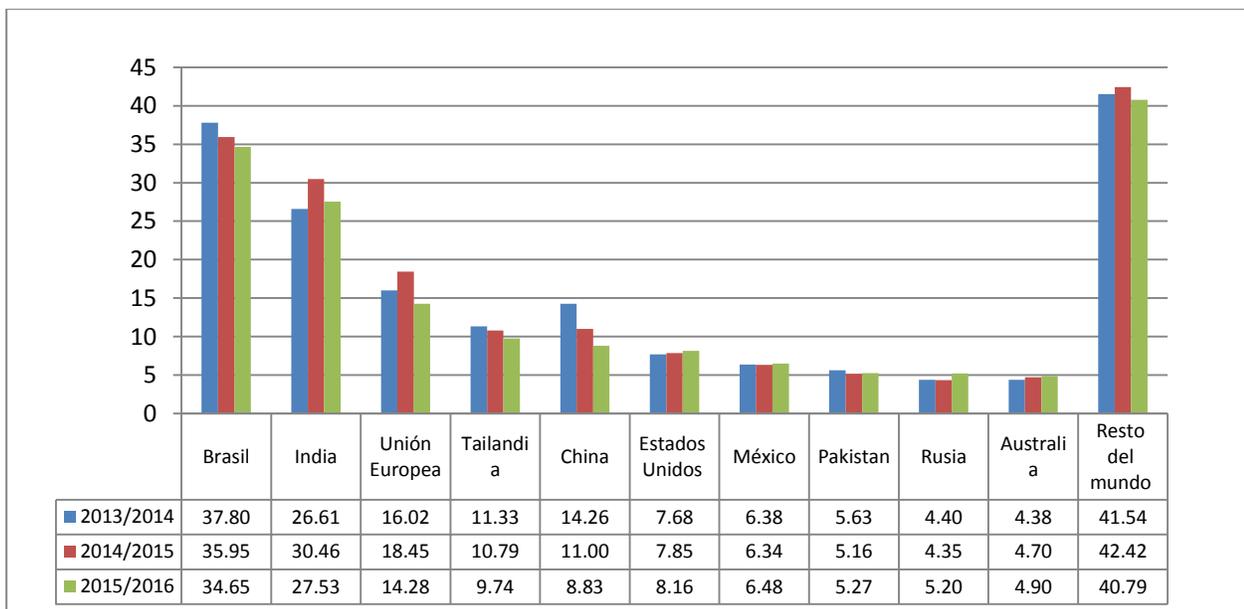


Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2017a).

Entre los ciclos azucareros 2005/2006 y 2015/2016, la producción mundial de azúcar creció a una tasa promedio anual de 1.4%. En el ciclo 2012/2013 se reportó el nivel máximo histórico de 177.9 millones de toneladas y en el último ciclo (2015/2016), alcanzó las 165.85 millones de toneladas (Gráfica 3.1). Aproximadamente en el 80% de la producción mundial de azúcar se utiliza la caña de azúcar como materia prima, en países tropicales con clima caliente, y en el resto 20% se utiliza la remolacha azucarera, en países de la Unión Europea (USDA 2017a).

La disminución en la producción de azúcar para 2015/16 fue el resultado de la reducción en la producción de Brasil y la disminución de superficie sembrada y en los rendimientos esperados en algunos países de Europa, India y China. No obstante, se espera que la producción en algunos países se incremente en los siguientes ciclos lo que parcialmente compensará tal reducción.

Gráfica 3.2. Principales países productores de azúcar (millones de toneladas), tres últimos ciclos productivos.



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2017a).

Los diez principales países productores de azúcar son: Brasil, India, la Unión Europea, Tailandia, China, Estados Unidos, México, Pakistán, Rusia, y Australia; que juntos representaron 75.4% de la producción mundial en el ciclo 2015/2016. Brasil es el mayor productor de azúcar en el mundo con 20.9% de la producción mundial, seguido por la India con 16.6%, la Unión Europea con 8.6%, y Tailandia con 5.9%. México se encuentra en el séptimo lugar con 6.3% de la producción mundial (Gráfica 3.2).

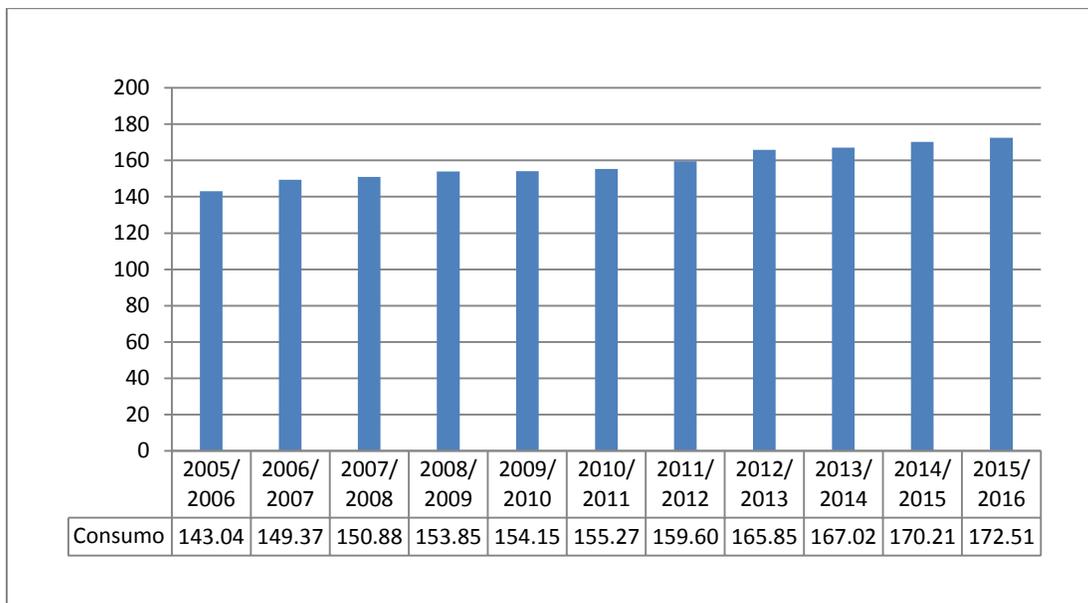
La producción de azúcar en Brasil (principal productor de azúcar de caña) mostró un crecimiento promedio anual de 2.6% entre los ciclos 2005/2006 y 2014/2016. En el ciclo 2015/2016 la producción de azúcar en Brasil fue de 34.65 millones de toneladas, lo que representó el 20.9 % de la producción global; no obstante, a pesar de seguir siendo el principal productor, fue el volumen más bajo desde el ciclo 2009/2010 (USDA, 2017a). Algunos factores que explican la reducción de la producción en los últimos años en este país son: la caída de la inversión por condiciones climáticas adversas, mayores costos de producción debido a la mecanización, aumento de salarios y acceso limitado al crédito. Las tasas de bancarrota subieron porque los ingenios enfrentan crecientes deudas a causa de los rendimientos más bajos. La producción de etanol se ha vuelto más rentable que la producción de azúcar a partir de 2012, situación que se espera continúe en los siguientes años (OCDE-FAO, 2015).

3.2 Consumo mundial del azúcar

El consumo mundial de azúcar es más estable que la producción, durante el periodo 2005/2006-2015/2016 presentó una tasa de crecimiento promedio anual de 1.9%, poco más elevada que en la década anterior, para alcanzar un valor de 172.5 millones de toneladas en ciclo más reciente (Gráfica 3.3), escenario que se debió principalmente, al crecimiento de la población, el ingreso, el

precio y la demanda de productos sustitutos. Se prevé que esa tendencia se mantenga para alcanzar en el 2024 un valor de 214 millones de toneladas (OCDE-FAO, 2015). La creciente preocupación se centra en los problemas de salud debidos al consumo excesivo de azúcar, pero las perspectivas son optimistas respecto del nivel promedio de consumo per cápita. La demanda mundial de azúcar resentirá la influencia de la recuperación del crecimiento económico mundial y del crecimiento ligeramente más lento de la población mundial la cual del 2006 al 2016 presento una tasa promedio anual de 1.2%.

Gráfica 3.3. Consumo mundial de azúcar (millones de toneladas), periodo 2005/2006-2015/2016.

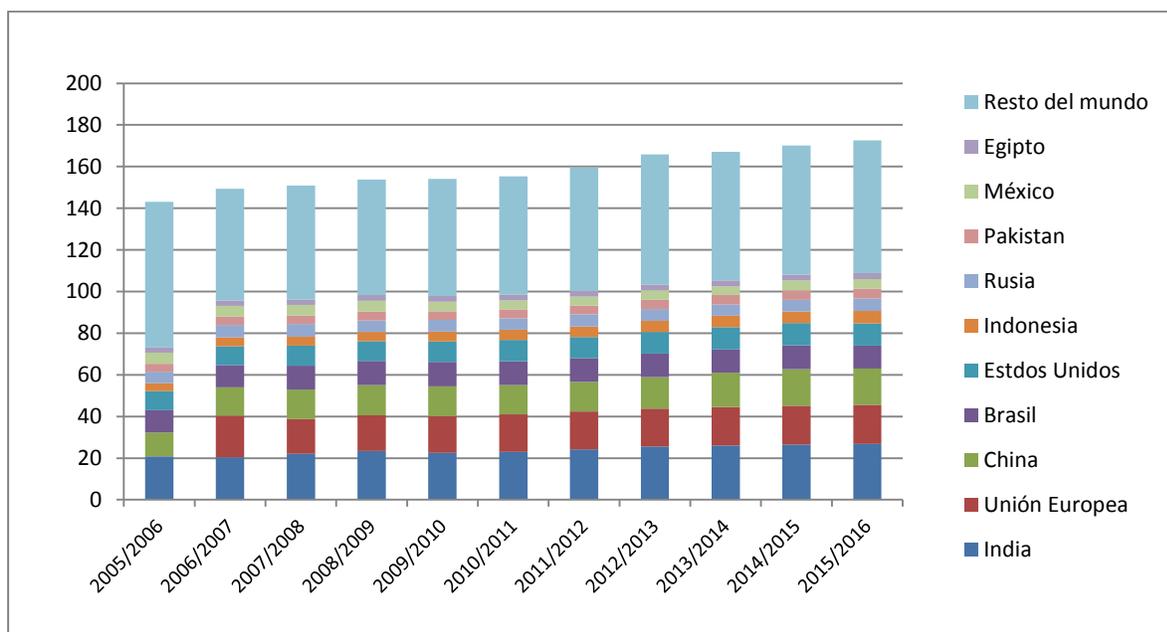


Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2017a).

Los principales países consumidores de azúcar son: India, Unión Europea y China con 26.80, 18.80, 17.50 millones de toneladas, respectivamente; entre los tres concentran el 36.6% del consumo mundial. México se encuentra en el noveno lugar con 2.7% del consumo mundial. Entre los ciclos 2005/2006 y 2015/2016, Indonesia, China e India fueron los países que mostraron el

mayor crecimiento en su consumo con tasas promedio anual de 4.4, 2.5 y 2.5%, respectivamente (Gráfica 3.4), aumento influenciado principalmente por los altos índices de explosión demográfica que presenta la región asiática.

Gráfica 3.4. Principales países consumidores de azúcar (millones de toneladas), periodo 2005/2006-2015/2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2017a).

Estados Unidos, el principal socio comercial de nuestro país, consume 10.8 millones de toneladas de azúcar y produce solo produce 8.16, es decir, presenta un déficit de 2.64 millones de toneladas. Concentra 6.3% del consumo mundial y se ubica en el quinto lugar de los países de mayor consumo de azúcar.

Tomando en cuenta otros edulcorantes, los de base de almidón ocupan alrededor de 11% del consumo total de edulcorantes a nivel mundial. El más común es el Jarabe de Maíz de Alta

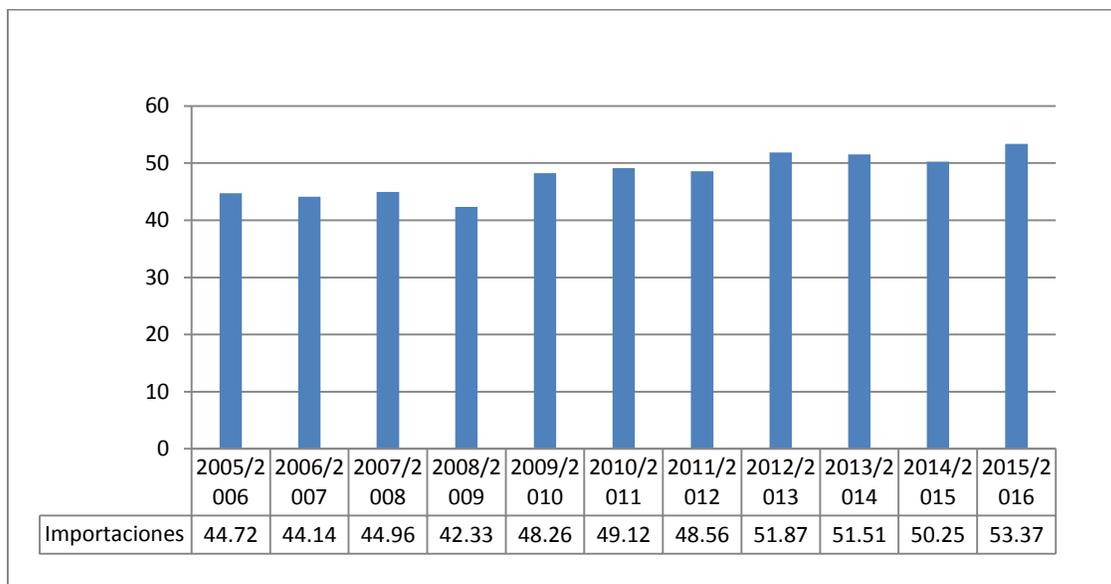
Fructosa (JMAF), el cual se utiliza principalmente en la industria refresquera, sin embargo, su utilización es limitada debido a los costos de transporte que presenta.

3.3 Importaciones mundiales

El azúcar se comercializa en el mercado mundial en dos principales tipos básicos, el azúcar crudo o estándar y el azúcar refinado o blanco. Dentro de cada tipo básico de azúcar, existen diferentes categorías de acuerdo a la calidad, medida por la polarización y el color del azúcar. Especialmente, en el caso de los azúcares blancos hay una tendencia a usar otros criterios adicionales, tales como el tamaño del grano y la marca.

Las importaciones de azúcar están más dispersas que las exportaciones ya que son más países los que importan.

Gráfica 3.5. Importaciones mundiales de azúcar (millones de toneladas), periodo (2005/2006-2015/2016).

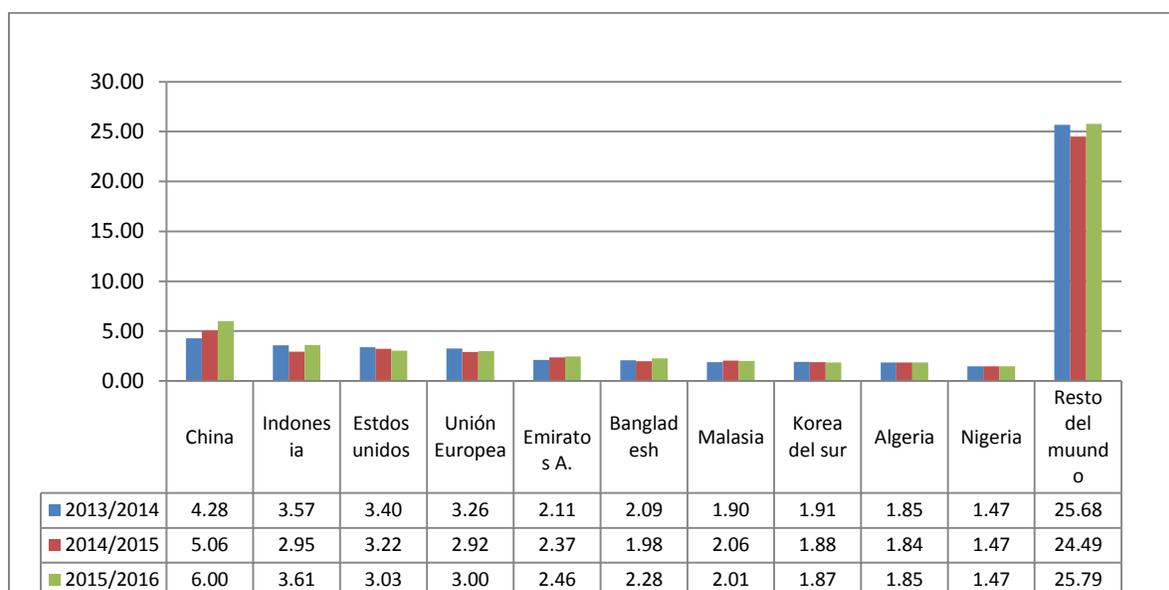


Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2017a).

Actualmente, del total de azúcar producida a nivel mundial, el 30.5% es comercializada entre diferentes países cada ciclo productivo, proporción que se ha incrementado considerablemente en los últimos años, ya que en 1990 era de apenas de 18% (USDA, 2017a).

En el periodo 2005/2006-2015/2016 la tendencia de las importaciones de azúcar a nivel mundial es al alza, con incrementos graduales de 865 mil toneladas por año (Gráfica 3.5). Este comportamiento se debe principalmente al incremento de la demanda de China, Indonesia, la Unión Europea y los Emiratos Árabes.

Gráfica 3.6. Principales países importadores de azúcar (millones de toneladas), tres últimos ciclos productivos.



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2017a).

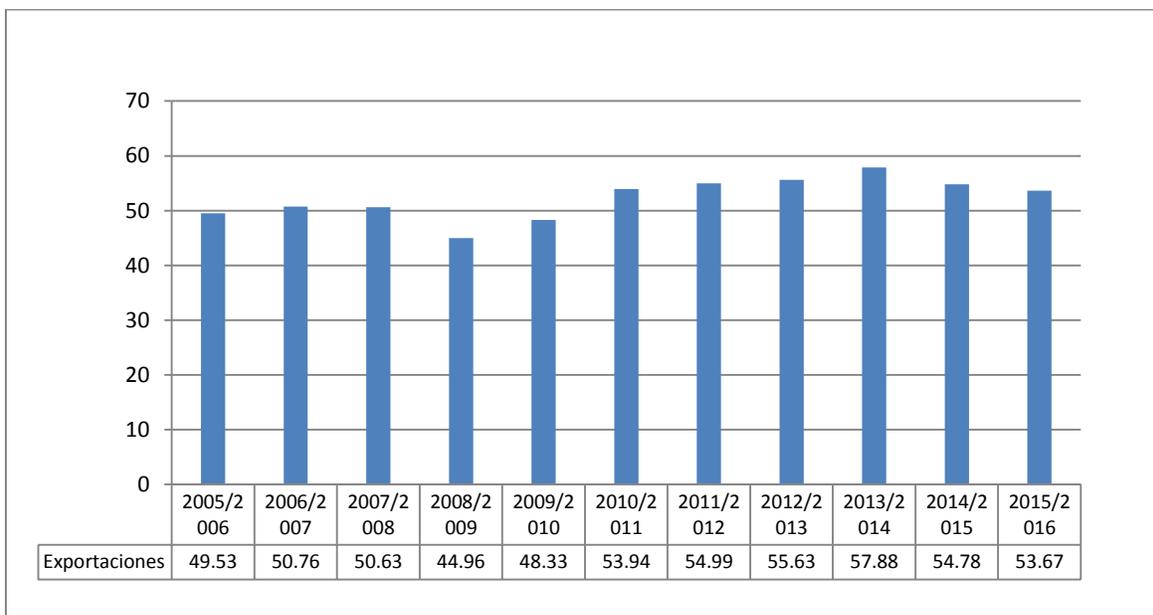
Las importaciones mundiales de azúcar están más dispersas que las exportaciones, ya que en 2015/2016 los diez principales países importadores concentraron en conjunto 51.7% del volumen total. China es el principal importador con el 9.3% de las importaciones mundiales, también

destacan Indonesia con 6.8%, Estados Unidos con 5.7%, la Unión Europea con 5.6% y Los Emiratos Árabes con el 4.6% de las compras de azúcar en el mercado internacional (Gráfica 3.6).

3.4 Exportaciones mundiales

El mercado mundial del azúcar es uno de los más distorsionados, por el conjunto de políticas de protección y de subsidio a la producción y las exportaciones por parte de los principales países productores y consumidores del mundo. A nivel general, se pueden distinguir básicamente, dos tipos de mercados de azúcar: el mercado protegido y el mercado libre (Herberth, 2003).

Gráfica 3.7. Exportaciones mundiales de azúcar (millones de toneladas), periodo (2005/2006-2015/2016).



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2017a).

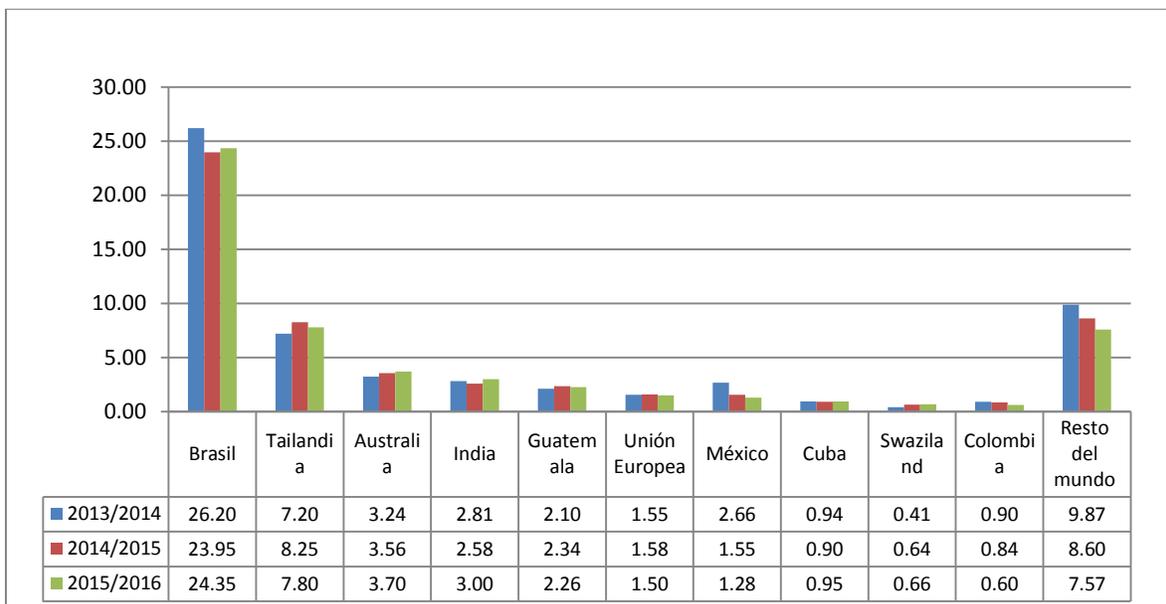
El mercado protegido consiste en acuerdos preferenciales y contratos de largo plazo entre países vendedores y compradores tal como se aplica en Estados Unidos y la Unión Europea. En el

mercado libre se negocian los volúmenes no cubiertos por convenios especiales. Estas transacciones se realizan, preferentemente, en las diferentes bolsas azucareras, entre las cuales se encuentran la de Nueva York, Londres, París y Hong Kong.

En el 2015/2016 se exportaron 53.67 millones de toneladas de azúcar (Gráfica 3.7), que representó un tercio de la producción mundial. Los principales cinco países exportadores fueron Brasil, Tailandia, Australia, India y Guatemala, que en conjunto representaron 76.5% de las exportaciones mundiales (Gráfica 3.8).

El principal país exportador de azúcar es Brasil con el 45.3 % a nivel mundial, dada la importancia que tiene, este país es clave en la influencia de la volatilidad de los precios internacionales. México ocupa el séptimo lugar con 2.5% en las exportaciones mundiales.

Gráfica 3.8. Principales países exportadores de azúcar (millones de toneladas), últimos tres ciclos productivos.

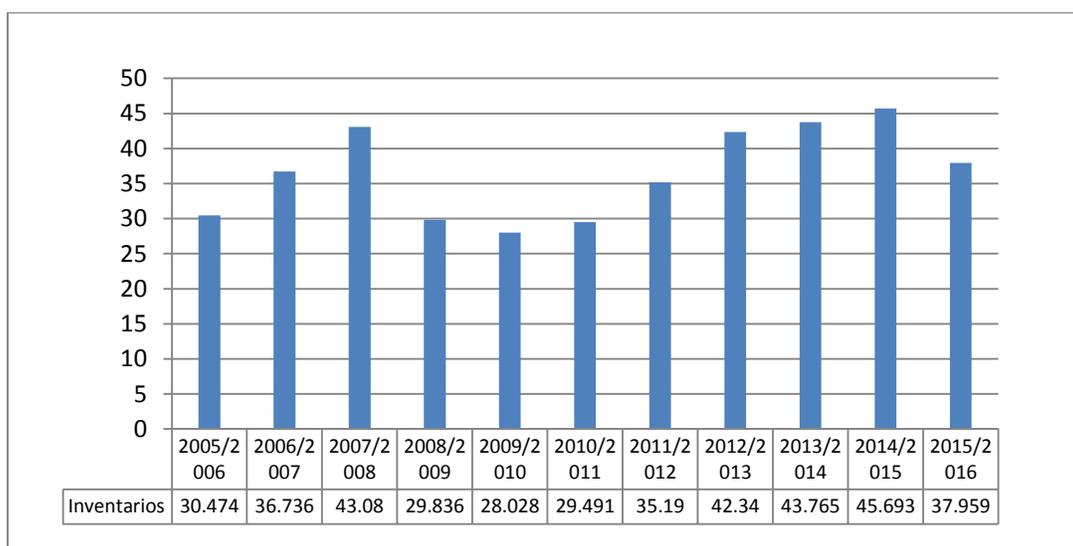


Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2017a)

3.5 Inventarios mundiales

La dinámica en la producción y en el consumo mundial de azúcar, provocó que los niveles de inventarios finales de azúcar presenten marcados altibajos en el periodo 2005/2006-2015/2016 como se observa en la Gráfica 3.9.

Gráfica 3.9. Inventarios mundiales de azúcar (millones de toneladas).

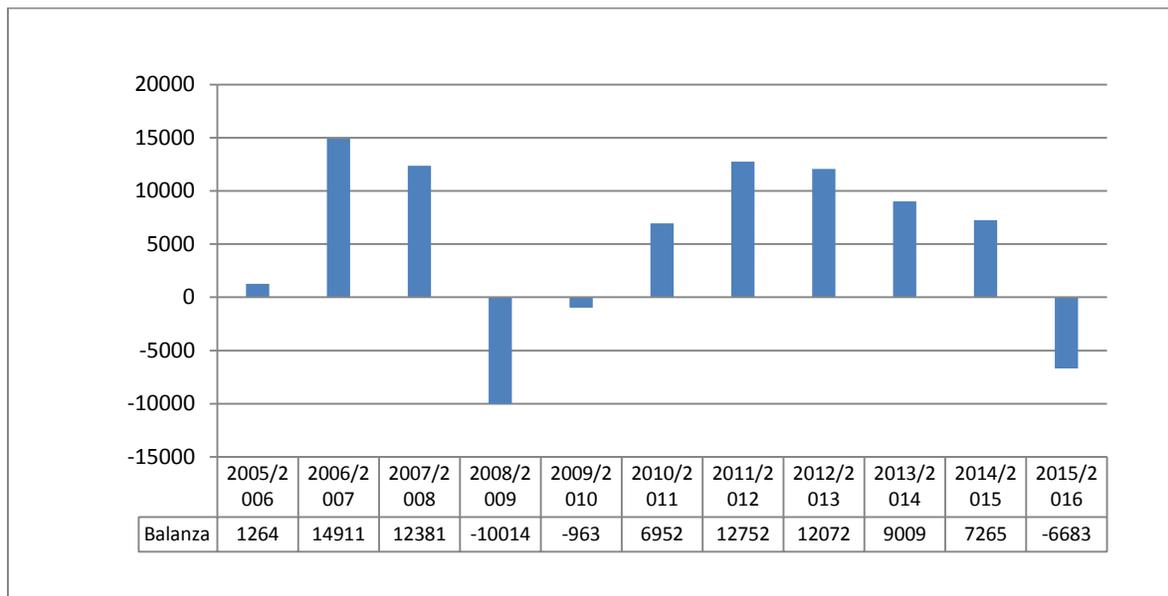


Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2017a).

La baja producción mundial ocasionada principalmente por cuestiones climáticas adversas y que no logró abastecer el consumo en el ciclo 2008/2009 (Gráfica 3.10), provocó que los inventarios mundiales finales se redujeran drásticamente en el mismo y en el siguiente ciclo (2009/2010). En términos absolutos esto significó pasar de 43 en 2007/2008 a 28 millones de toneladas en 2009/2010. A partir de esta situación los inventarios finales mostraron una acumulación en los siguientes 4 años, pero el déficit de producción en el reciente ciclo ocasionó que los inventarios de nuevo bajaran.

Los inventarios de azúcar al finalizar el ciclo productivo 2015/2016 se situaron en 37.95 millones de toneladas, inferiores a los del cierre del ciclo previo que fueron 45.7 millones de ton. Esta disminución de 16.9% se debió principalmente, por el déficit de producción igual a 6.6 millones de toneladas en el último ciclo.

Gráfica 3.10. Balanza producción consumo (miles de toneladas).



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA (2017a).

3.6 Precios internacionales de azúcar

La gran mayoría de las transacciones comerciales internacionales del azúcar se dan a través de contratos basados en los precios cotizados en cada una de las bolsas donde se comercializan los diferentes instrumentos; a continuación se describen los 3 principales tipos de precios internacionales del azúcar.

3.6.1 Contrato No 11. Cotizado en Bolsa de Futuros de Nueva York

Este tipo de contrato es el referencial del mundo para comercializar el azúcar rubia o centrifugada cruda, basada en un promedio de polarización de 96 grados y comerciándose desde 29 países (Argentina, Australia, Barbados, Belice, Brasil, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, El Salvador, Ecuador, Islas Fiji, Antilla Francesa, Guatemala, Honduras, India, Jamaica, Malawi, Mauricius, México, Nicaragua, Perú, Filipinas, Sudáfrica, Swazilandia, Taiwán, Tailandia, Trinidad, Estados Unidos y Zimbabwe), bajo precios FOB (precio libre a bordo), que significa que el costo de transporte y la responsabilidad por los bienes pasa del vendedor al comprador una vez que los bienes son puestos en el barco anclado en el puerto de origen. El azúcar se cotiza en centavos de dólar estadounidense por libra (0.4536 kg) para un contrato de 50 toneladas inglesas (50 toneladas largas, equivalentes a 112,000 lb ó 50,800 kg).

3.6.2 Contrato No. 16 de Bolsa de Futuros de Nueva York.

Al igual que el contrato No. 11, se trata de azúcar crudo centrifugado con un promedio de polarización de 96 grados. El contrato 16 es referente del mercado de Estados Unidos y, en promedio, su valor es mayor que el del contrato 11. Lo anterior, debido a que el contrato 16 es un precio libre a bordo (LAB) o precio CIF en puertos de entrada de ese país.

En México, el Contrato 16 es el referente más utilizado para las operaciones de exportación de azúcar estándar a los EUA. Dicho Contrato se publica diariamente en el mercado de futuros de Nueva York y con éste se realizan operaciones de compra-venta de azúcar crudo en ese país y en su caso, se aplica para operaciones con México.

3.6.3 Contrato N° 5 de la Bolsa de Opciones y Futuros de Londres (LIFFE).

El contrato de futuro N° 5 es un instrumento financiero transado en la Bolsa de Opciones y Futuros de Londres (London International Financial Futures and Options Exchange, LIFFE), mediante el cual se comercializan compromisos de vender o comprar a un precio determinado un tipo estandarizado de azúcar refinada (“white”) de remolacha o de caña, debe presentar un promedio de polarización de 99.8 grados y una humedad máxima de 0.06% y un máximo de 45 unidades de color ICUMSA1. Las cotizaciones de este contrato son diarias y el instrumento es transado en dólares estadounidenses por tonelada.

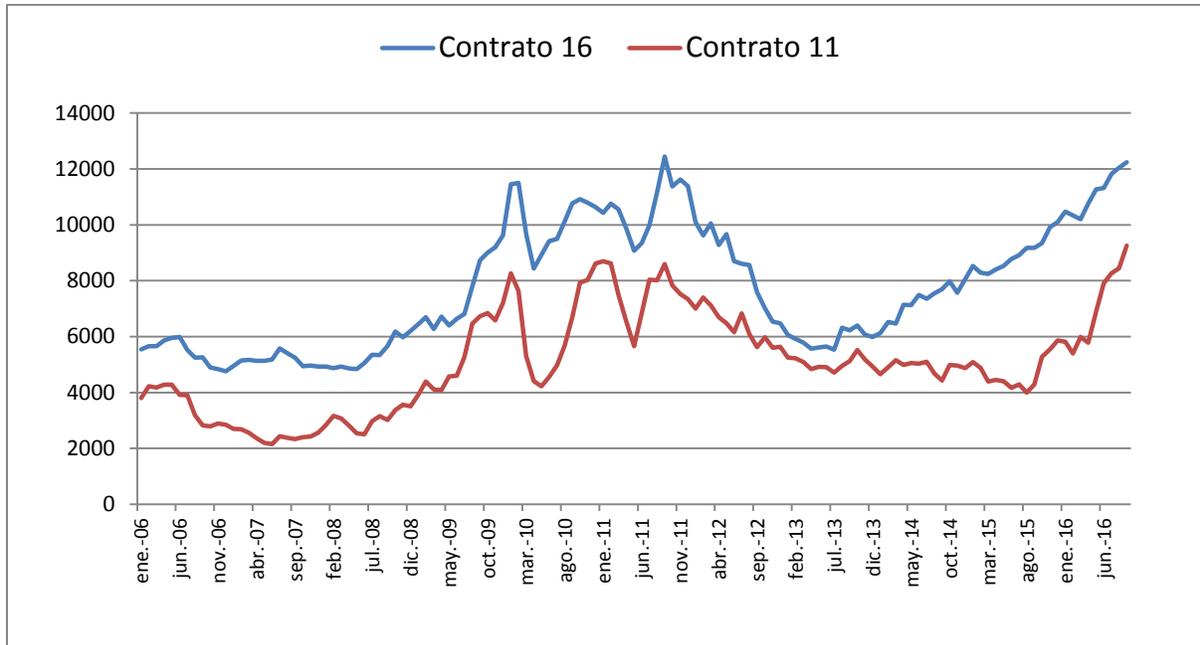
Los puertos en que se entrega la mercadería transada bajo este contrato se encuentran en el este del Mar Mediterráneo, pudiendo ser usados otros puertos alternativos, específicamente señalados por la Bolsa. Aquellos vendedores que escojan un puerto distinto a los especificados para Europa, deberán pagar el valor del flete entre dicho puerto y el puerto donde será entregado el producto. Este tipo de este indicador es poco utilizado en el comercio mexicano.

3.6.4 Comportamiento histórico de los precios internacionales

Los precios internacionales del azúcar muestran una tendencia a la baja a partir del 2011 debido a cuatro sucesivos excedentes globales de producción, pero a partir de finales de 2013, el precio del contrato No. 16 (mercado de Estados Unidos) presentó un repunte importante, mientras que el precio en el mercado mundial (contrato No. 11) continuó con una clara tendencia a la baja (Gráfica 3.11). En los últimos meses, los precios han permanecidos presionados al alza, ya que en el último ciclo, el consumo superó a la producción por lo que las existencias mundiales acumuladas cubrieron parte el déficit del consumo.

En el año 2016 el precio internacional (contrato No. 11) se vió afectado al alza, debido principalmente, a la reducción en la producción de los principales países productores de azúcar en el mundo (Brasil e India), así como la baja en los inventarios mundiales del edulcorante.

Gráfica 3.11. Precios internacionales mensuales de azúcar (pesos/ton).



Fuente: Elaboración propia con datos de ICE (2016).
 Trasformados con el tipo de cambio de INEGI (2016).

CAPÍTULO IV. SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN MÉXICO

4.1 Superficie cosechada de caña de azúcar

En nuestro país, la caña de azúcar se cultiva con éxito en la mayoría de suelos, pero principalmente en aquellos que presentan una textura franco limosa y franco arenosa, con buen drenaje, y adecuado contenido de materia orgánica. Por ser una planta tropical, se desarrolla mejor en lugares calientes y soleados. Cuando la temperatura es alta alcanza su crecimiento vegetativo óptimo. Las superficies cañeras deben ser planas, con pendiente muy ligera que permita la corriente lenta del agua de riego o de lluvia, y al mismo tiempo, permita un adecuado drenaje. Las tierras de ladera no son aptas para este cultivo, pero si no hay otra alternativa, debe darse a los surcos una caída muy leve para que el paso del agua circule lentamente y moje bien el surco sin arrastrar el suelo (SAGARPA, 2015).

A nivel mundial, se destinan más de 27 millones de hectáreas al cultivo de la caña de azúcar, de las cuales México participa con el 2.8%, ocupando el séptimo lugar; muy por debajo de países como Brasil e India que en conjunto acaparan más del 50% de la superficie mundial (FAOSTAT, 2017).

El cultivo de caña de azúcar en México desempeña un papel importante dentro de la dinámica económica y social del país, por su contribución al PIB agropecuario y a la generación de empleos en zonas rurales. Su cultivo se realiza en 266 municipios de 16 estados de la república (en el año 2016 se tuvo superficie cosechada en el Estado de México), los cuales destinan una superficie total de 778.9 mil hectáreas, que representan el 3.7% de la superficie agrícola nacional y que se coloca como la quinta superficie con más hectáreas destinada a la producción de algún

producto sólo después del maíz, pastos y praderas, frijol y sorgo grano con 35.9, 12.3, 7.4, 7.1%, respectivamente (SIAP, 2017).

En cuanto al tipo de tenencia de la tierra destinada a la producción de caña, el Censo Agropecuario 2007, indica que del total de la superficie cosechada nacional, el 72% es ejidal, el 26% es privada y el resto 2% es comunal, pública o de colonia (INEGI, 2007).

La superficie de caña de azúcar cosechada o para industrializar a nivel nacional ha mostrado un dinamismo importante en los últimos once años, ya que creció a una tasa promedio anual de 1.6% del 2006 al 2016, presentando su punto más alto en el año 2014 en el cual se cosecharon 790.5 mil hectáreas que abastecieron a 54 ingenios y que aumentó 1.3% en comparación al ciclo anterior (Infocaña-CONADESUCA, 2017).

El aumento más significativo de la superficie cosechada en los últimos años se presentó en el 2013, la cual incrementó 10.9% en comparación al 2012 (pasando de 703.8 a 780.3 mil hectáreas), aumento motivado principalmente por el incremento en los precios del azúcar registrado durante el periodo 2009-2011, en el que el precio de referencia para el pago de la caña rebasó los 10,200 pesos por tonelada. Esta situación tuvo como consecuencia un excedente de producción de caña en un momento en el que el mercado regional, TLCAN y global, también presentaban superávit.

A partir del ciclo productivo de 2014, la superficie cosechada de caña ha presentado una disminución, pues en el año 2015 (segundo con más superficie cosechada en los últimos 11 años) se tuvo una superficie igual a 778.9 mil hectáreas y para el año 2016 bajó a 778.9 mil (Cuadro 4.1).

En México no se cuenta aún con suficientes mecanismos para diversificar el uso de la caña y así poder destinarla a otros usos en años de sobreproducción de azúcar, lo cual también serviría para sustituir parte de las importaciones en productos como por ejemplo, alcohol o etanol anhidro.

4.1.1 Superficie cosechada de caña de azúcar por entidad federativa

En el año 2016, se cosecharon a nivel nacional 778.9 mil hectáreas de caña de azúcar en 15 entidades federativas. Entre los principales estados con superficie cosechada de caña destacan: Veracruz, San Luis Potosí y Jalisco con 41.6, 11.5 y 9.6% del total nacional, respectivamente; en contraste, los estados de Michoacán, Campeche y Sinaloa fueron los que menos superficie destinaron a la producción de caña con apenas 1.9, 1.9 y 0.4% del total nacional, respectivamente (Cuadro 4.1).

Veracruz es la entidad federativa que más superficie destina a la producción de caña de azúcar, debido a que cuenta con características climáticas propicias para el desarrollo de este cultivo. En el período 2006-2016 contribuyó en promedio con el 40.7% de la superficie cosechada a nivel nacional; caña que se transforma en azúcar en 19 ingenios en operación, establecidos a lo largo del estado. En el mismo periodo, la superficie destinada al cultivo de la caña en la entidad ha incrementado a una tasa promedio anual de 1.7%, muy cercano al crecimiento presentado a nivel nacional de 1.6% (Cuadro 4.1).

En los últimos once ciclos productivos el estado que más ha aumentado la superficie cosechada de caña es Campeche, el cual dobló su superficie destinada a este cultivo, al pasar de 7.8 mil en el 2006 a 14.8 mil hectáreas en el 2016, es decir, presentó una tasa de crecimiento promedio anual de 6.6% (Cuadro 4.1). Esta situación se dio, principalmente, por la privatización y modernización del ingenio La Joya en el 2010, ubicado en el estado, lo que permitió un aumento en la demanda de caña. Éste puede citarse como un caso de éxito de la privatización, ya que hasta antes de ser privatizado, se creía que el ingenio iba directo a la quiebra y con ello la economía local, que beneficiaba a cerca de 30 mil personas (Tribuna, 2016).

Cuadro 4.1. Superficie cosechada por entidad federativa, periodo 2006-2016.

Estados	Años											TCPA (%)
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Miles de Has.											
Veracruz	274.5	276.1	278.6	267.6	268.9	270.9	273.6	310.0	322.3	325.7	323.7	1.7
San Luis Potosí	69.1	65.7	68.0	68.7	66.6	74.7	71.4	84.4	89.5	88.1	89.9	2.7
Jalisco	63.7	65.0	64.8	64.3	62.5	62.9	69.0	75.9	74.3	75.5	74.4	1.6
Oaxaca	41.5	44.5	45.6	40.8	41.9	46.8	47.4	49.7	52.3	53.0	53.9	2.7
Tabasco	26.5	29.3	28.6	28.8	28.7	29.1	32.4	36.3	40.8	38.6	38.0	3.7
Nayarit	29.5	29.5	29.4	26.8	26.1	27.1	28.0	31.3	30.2	27.1	31.3	0.6
Chiapas	26.6	26.9	27.4	28.5	28.9	30.1	30.8	31.1	31.0	31.0	30.5	1.4
Quintana Roo	23.2	22.3	22.7	22.2	21.5	25.7	28.4	29.3	26.1	29.4	30.1	2.7
Tamaulipas	28.1	28.7	29.0	31.0	26.4	28.3	31.7	32.2	31.1	30.4	25.0	-1.2
Colima	11.1	11.4	11.1	12.2	11.9	12.5	15.8	17.9	18.5	18.8	17.8	4.8
Morelos	13.8	14.0	13.9	13.5	14.1	15.6	15.6	16.7	16.5	16.7	16.0	1.5
Puebla	14.1	15.6	15.4	15.5	14.2	15.3	16.0	17.6	18.3	16.0	15.4	0.8
Michoacán	13.7	13.9	14.0	12.3	12.7	10.8	14.6	14.9	15.9	15.2	15.1	1.0
Campeche	7.8	8.4	9.6	9.2	8.4	8.5	9.0	11.2	11.3	14.7	14.8	6.6
Sinaloa	21.0	24.2	24.9	21.5	14.4	15.2	20.2	21.7	12.3	3.5	3.0	-17.7
Total Nacional	664.2	675.4	683.0	663.1	647.4	673.5	703.8	780.3	790.5	783.5	778.9	1.6

TCPA=Tasa de crecimiento promedio

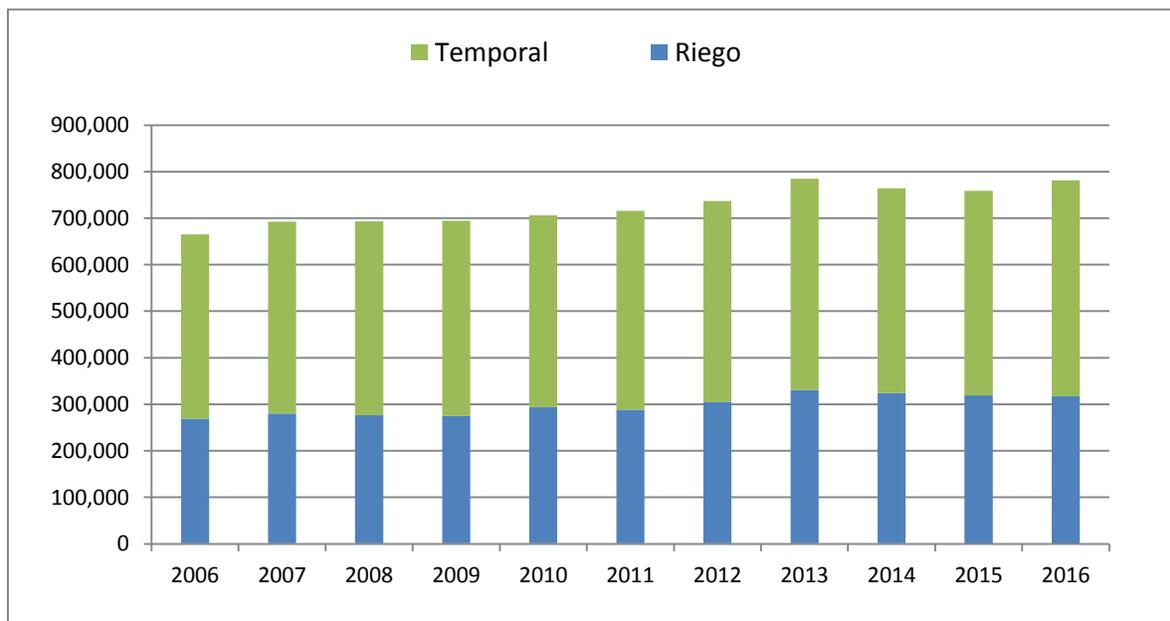
Fuente: elaboración propia con datos de Infocaña-CONADESUCA (2017).

En contraste, el estado que más ha disminuido su superficie cosechada de caña es Sinaloa, al pasar de 21 mil en el 2006 a 3 mil hectáreas en el 2016, lo que significa que ha bajado a una tasa promedio anual de 17.7% en ese periodo (Cuadro 4.1). La baja tan radical se debe principalmente al cierre de los ingenios Los Mochis y Navolato en los últimos años, aunado a que es el estado en el que los productores han recibido el precio más bajo por la venta de la caña de azúcar en los últimos años, además de que su ubicación está en la columna limítrofe de temperatura ideal para este cultivo.

Datos reportados para el año 2016, indican que la superficie cosechada nacional de caña bajo condiciones de riego representó el 40.6 % del total nacional; en tanto, la superficie cosechada bajo condiciones de temporal representó el 59.4 % restante (Gráfica 4.1).

La superficie cosechada nacional de caña bajo riego ha crecido poco en los últimos años, pues se tiene escasa inversión en infraestructura, por lo que se presentan serias deficiencias en la conducción y uso del agua. La mayoría de la superficie de riego corresponde a riego superficial (70.1%), y en menor proporción riego tecnificado (29.9%) en la que predomina el riego por aspersión (PRONAC, 2014).

Gráfica 4.1. Superficie cosechada nacional de caña de azúcar por régimen hídrico (hectáreas), periodo 2006-2016.



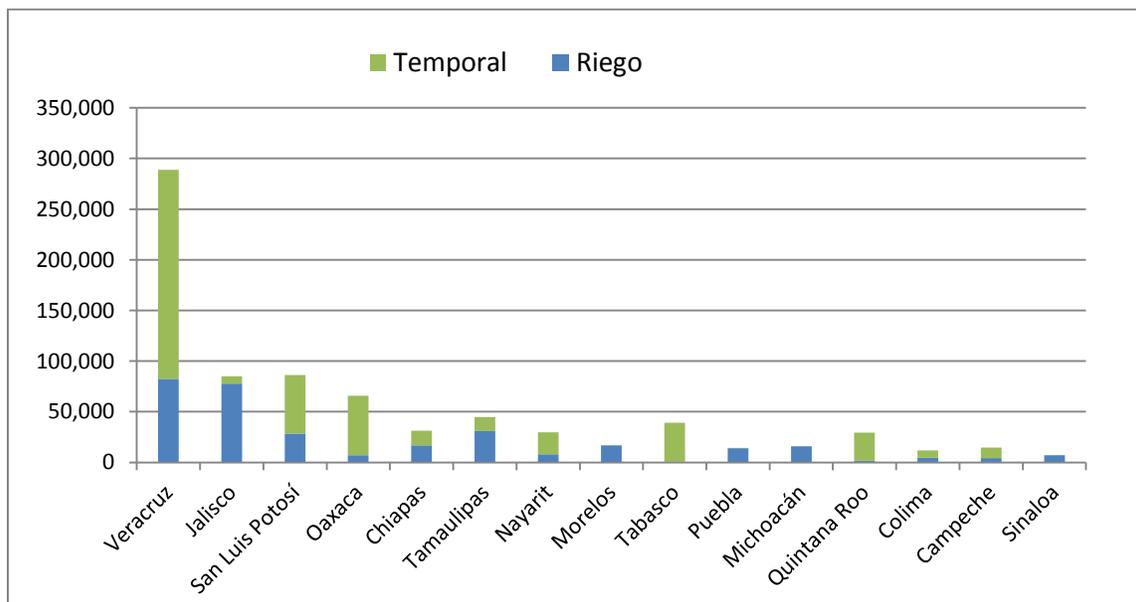
Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017).

La superficie cosechada de caña bajo condiciones de riego ha mostrado un mayor crecimiento en los últimos once años, ya que aumento a una tasa promedio anual de 1.8%, comparada con la tasa de 1.6% que presento la superficie cosechada en condiciones de temporal (Gráfica 4.1).

La superficie de temporal está cada vez más expuesta a los efectos del cambio climático (sequías, inundaciones, entre otros) lo que representa un freno estructural para la productividad.

El bajo crecimiento de la superficie cosechada bajo riego contrasta con los objetivos y estrategias presentados en el PRONAC 2007-2012 a principios del 2007, los cuales pretendían aumentar la productividad en el campo cañero mexicano. Los datos indican que dichos objetivos no se han llevado a cabo o no se han cumplido adecuadamente, tales como, realizar estudios de viabilidad técnica y económica para convertir un total de 76 mil hectáreas de cultivo de caña de temporal a condiciones de riego, aprovechamiento de aguas residuales de los ingenios para riego, etc.

Gráfica 4.2. Superficie cosechada de caña de azúcar por estado y régimen hídrico (hectáreas), año 2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017).

Para el año 2016, las entidades con mayor proporción de superficie cosechada bajo condiciones de riego son: Morelos y Michoacán con el 100% de la superficie cosechada, Puebla con 98%, Jalisco con 91% y Tamaulipas con 69%. En contraste, las entidades con mayor proporción de

superficie cosechada bajo régimen de temporal son: Tabasco con 98%, Quintana Roo con 94%, Oaxaca con 89% y Campeche y Veracruz con 75 %. El resto de entidades tienen una distribución más equitativa respecto a la superficie cosechada en temporal y riego (Gráfica 4.2).

4.1.2 Superficie cosechada de caña de azúcar por distrito de desarrollo

Actualmente, el SIAP (2017) reporta que la caña de azúcar se cultiva en 45 distritos de desarrollo a lo largo de 16 estados del país (dos en Campeche, dos en Colima, cuatro en Chiapas, cinco en Jalisco, cuatro en Michoacán, uno en Morelos, cuatro en Nayarit, dos en Oaxaca, dos en Puebla, uno en Quintana Roo, dos en San Luis Potosí, dos en Sinaloa, dos en Tabasco, dos en Tamaulipas, nueve en Veracruz y uno en el Estado de México). El estado de Veracruz por presentar características climáticas, hidrológicas y de suelo propicias para el buen desarrollo del cultivo de la caña es el único en el que todos sus distritos destinan superficie a la producción de este cultivo.

A nivel nacional, 15 distritos de desarrollo son los que concentran el 77% de la superficie cosechada de caña de azúcar con más de 65 mil hectáreas cada uno, siendo los más importantes: Ciudad Alemán y El Fortín en Veracruz, Ciudad Valles en San Luis Potosí y San Juan Bautista Tuxtepec en Oaxaca, con 12.2, 10.4, 9.3 y 8.3% de la superficie nacional, respectivamente (Cuadro 4.2). Los distritos restantes participan con menos del 6% cada uno. De los 15 principales distritos a nivel nacional, Veracruz tiene 6 de los 9 en el estado, de ahí que el grueso de la producción de azúcar se concentre en esta entidad. De los 30 distritos de desarrollo restantes, 15 presentan entre 5 y 15 mil hectáreas cosechadas de caña cada uno, y 15 cuentan con menos de 5 mil hectáreas.

Cuadro 4.2. Principales distritos con superficie cosechada de caña de azúcar.

Año 2016.

	Estado	Distrito	Sup. cosechada (ha)	%
1	Veracruz	Ciudad Alemán	95,158	12.2
2	Veracruz	Fortín	81,605	10.4
3	San Luis Potosí	Ciudad Valles	72,993	9.3
4	Oaxaca	Tuxtepec	65,133	8.3
5	Tamaulipas	Mante	43,728	5.6
6	Jalisco	Ameca	38,673	5.0
7	Tabasco	Cárdenas	35,095	4.5
8	Veracruz	Pánuco	31,970	4.1
9	Quintana Roo	Chetumal	29,279	3.7
10	Veracruz	La Antigua	22,832	2.9
11	Veracruz	San Andrés Tuxtla	19,564	2.5
12	Morelos	Zacatepec-Galeana	17,022	2.2
13	Jalisco	Ciudad Guzmán	16,458	2.1
14	Nayarit	Tepic	15,667	2.0
15	Veracruz	Jáltipan	15,192	1.9
		Otros	178,563	23.0
		Total Nacional	778,930	100

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017).

4.1.3 Superficie cosechada de caña de azúcar por municipio

El cultivo de la caña de azúcar se realiza en 266 municipios de 16 estados del país, los cuales cuentan con un total de 133,763 unidades de producción, con un tamaño promedio de 6.7 hectáreas cada uno. Del total de unidades de producción de caña de azúcar en el país, 117,680 tiene contrato con un ingenio azucarero, 11,857 con un trapiche y 9,528 no tienen contrato. Los estados de Sinaloa, Colima y Quintana Roo son los que presentan las unidades de producción de

caña más grandes, con superficies de 23.6, 16.9 y 19 hectáreas en promedio cada uno. Puebla, Michoacán y Morelos son los que presentan las unidades de producción en promedio más chicas con 2.8, 3 y 3.2 hectáreas, respectivamente (SIAZUCAR, 2017).

Cuadro 4.3. Principales municipios con superficie cosechada de caña de azúcar, año 2016.

	Estado	Distrito	Municipio	Sup. cosechada (Ha)	%
1	San Luis Potosí	Ciudad Valles	Ciudad Valles	37,693	4.8
2	Quintana Roo	Chetumal	Othón P. Blanco	29,279	3.7
3	Veracruz	Ciudad Alemán	Cosamaloapan de Carpio	24,469	3.1
4	Tabasco	Cárdenas	Cárdenas	22,396	2.9
5	Oaxaca	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	19,745	2.5
6	Veracruz	Ciudad Alemán	Tres Valles	19,706	2.5
7	Oaxaca	Tuxtepec	Acatlán de Pérez Figueroa	18,150	2.3
8	Veracruz	Ciudad Alemán	Tierra Blanca	16,621	2.1
9	Veracruz	Pánuco	Pánuco	15,950	2.0
10	Campeche	Champotón	Champotón	14,444	1.8
11	San Luis Potosí	Ciudad Valles	El Naranjo	14,351	1.8
12	Veracruz	Fortín	Omealca	12,668	1.6
13	Oaxaca	Tuxtepec	San Miguel Soyaltepec	12,600	1.6
14	Tamaulipas	Mante	El Mante	12,561	1.6
15	Veracruz	Jáltipan	Hueyapan de Ocampo	12,092	1.5
		Otros		498,330	63.8
		Total Nacional		781,054	100

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017).

A nivel nacional, más del 50% de la superficie cosechada de caña se concentra en 30 municipios de diferentes estados, con valores que van de los 7 a las 37 mil hectáreas. Al cierre del año 2016, los municipios que cuentan con mayor superficie cosechada de caña son: Ciudad Valles en San Luis Potosí, Othón P. Blanco en Quintana Roo y Cosamaloapan de Carpio en Veracruz con 4.8, 3.7 y 3.1% de la superficie cosechada nacional, respectivamente (Cuadro 4.3).

El estado de Veracruz cuenta con el mayor número de municipios que destinan superficie a la producción de caña con total de 92, seguido de Jalisco con 39 y Puebla y Morelos con 20 cada uno (SIAP, 2017).

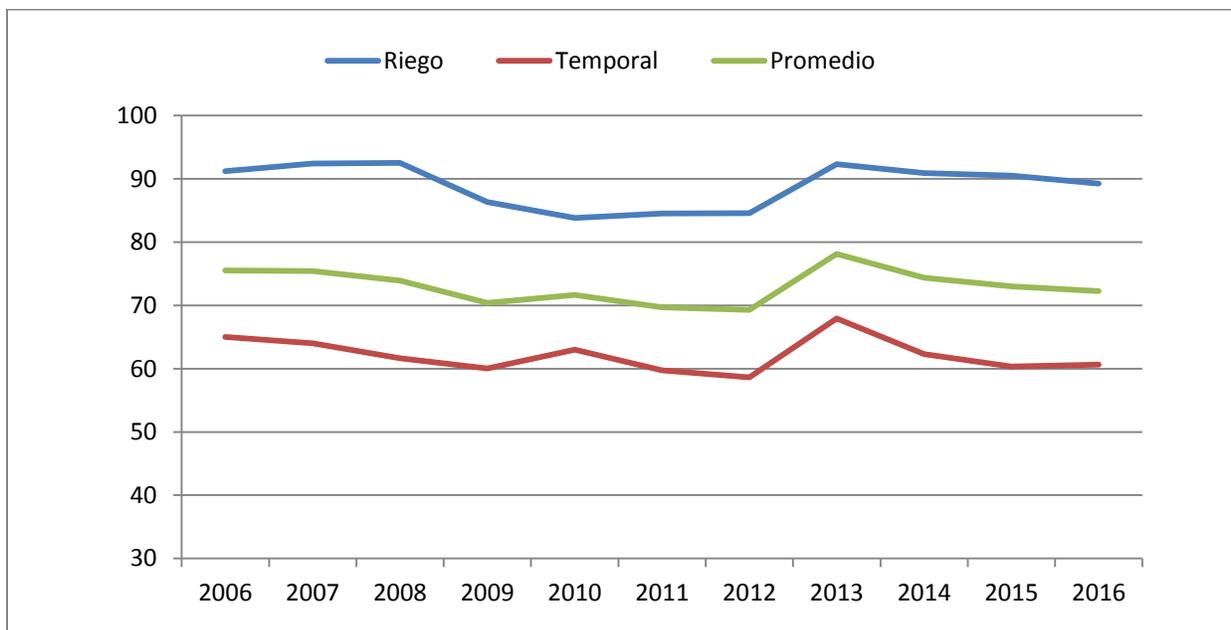
4.2 Rendimiento de caña de azúcar

La productividad del cultivo de caña de azúcar está en función de factores como el régimen de humedad, tipo de suelo, variedades y fertilización, aunque algunos autores plantean que el rendimiento no sólo depende de cuestiones técnicas, sino también se requiere considerar factores que se relacionan con la competitividad territorial como son los servicios disponibles y aspectos sociales (Figuroa-Rodríguez *et al.*, 2015; CONADESUCA, 2015).

La competitividad del campo cañero mexicano con respecto a otros países en términos de rendimiento, presenta un rezago importante, pues a pesar de tener la séptima superficie cosechada de caña más grande a nivel mundial, su rendimiento promedio en campo es apenas de 72.27 ton/ha ocupado el lugar 29, superado por países como Perú, Guatemala y Colombia con 126, 104 y 91 ton/ha, respectivamente. El rendimiento promedio de la caña de azúcar en el mundo es cercano a las 60 t/ha; sin embargo ocho países tienen una producción promedio de más 100 t/ha (FAOSTAT, 2017).

Para nuestro país, el rendimiento promedio de la caña de azúcar durante el periodo 2006-2016 ha presentado fluctuaciones importantes con una disminución de 3.3 toneladas, al pasar de 75.5 a 72.3 ton/ha, mostrando los niveles más altos en los años 2007, 2008 y 2013 (Gráfica 4.3), ocasionados principalmente por las buenas condiciones climáticas que se presentaron en esos años. El rendimiento bajo condiciones de temporal disminuyó en 4.3 toneladas, al pasar de 65.0 a 60.7 ton/ha y la productividad bajo condiciones de riego, disminuyó 2 ton, al pasar de 91.2 a 89.3 ton/ha (Gráfica 4.3).

Gráfica 4.3. Rendimiento promedio nacional de caña de azúcar (ton/ha), periodo 2006-2016.

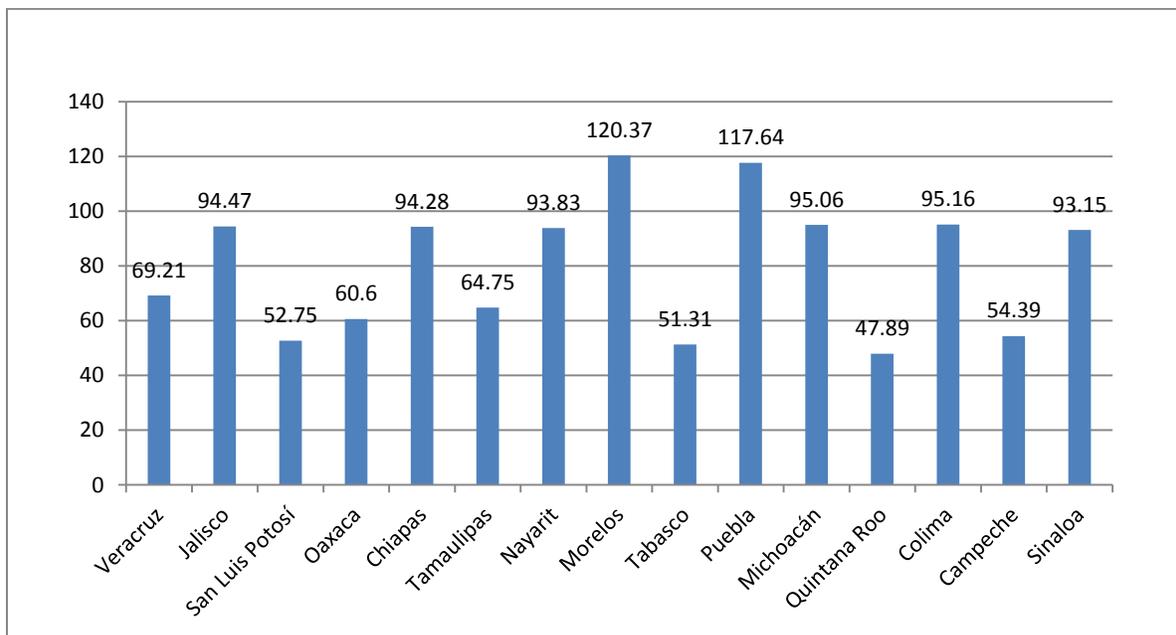


Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017)

Aunque Veracruz presenta gran importancia a nivel nacional dado su volumen de producción de caña de azúcar, su indicador de rendimiento en los campos cañeros se encuentran por debajo de la media nacional de 72.3 ton/ha, con apenas 69 ton/ha.

Los rendimientos están directamente relacionados con la disponibilidad de agua en el cultivo ya que los estados de Morelos y Puebla quienes tienen casi el 100% de su superficie cosechada bajo riego, presentan los rendimientos más altos a nivel nacional con más de 117 ton/ha cada uno; caso contrario a los estados de Tabasco y Quintana Roo que presentan rendimientos menores a 52 ton/ha, los cuales tienen más del 94% de su superficie bajo condiciones de temporal (Gráfica 4.4). Los otros estados prestan rendimientos acorde a su nivel de su superficie bajo condiciones de riego.

Gráfica 4.4. Rendimiento de caña de azúcar por entidad federativa (ton/ha),
año 2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017).

Los municipios que presentan los rendimientos más altos en el cultivo de caña son: Chiahutla, Jolalpan y Huehuetlán El Chico, ubicados en el estado de Puebla, cuyos rendimientos superan las 130 ton/ha, casi el doble del promedio nacional y superiores a los presentados por Perú, país que presenta los mayores rendimientos a nivel mundial con 126 ton/ha (SIAP, 2017). A pesar de

presentarse rendimientos tan altos en estos municipios, esto no se ve reflejado en su producción ya que cada uno destinan menos 150 hectáreas a este cultivo.

4.3 Producción de caña de azúcar

La caña de azúcar representa el cultivo más importante en la producción de azúcar en el mundo aunque también se usa como materia prima para la elaboración de otros productos como el etanol para uso energético, etanol hidratado para motores de explosión, subproductos para la generación de energía eléctrica y como materia prima para alimentación animal.

La producción de caña de azúcar a nivel mundial es de más 1,800 millones de toneladas. Brasil es el mayor productor con 736 millones de toneladas que representa cerca del 40% de la producción mundial, que sumando las cifras de India y China da como resultado que los tres países son responsables de dos tercios de la producción mundial. México ocupa el séptimo lugar con el 3% de la producción mundial (FAOSTAT, 2017).

En México, existen 191,377 productores de caña que dependen de la agroindustria azucarera, de los cuales 75% son ejidatarios, 23% son pequeños propietarios y 2% rentan o son colonos. El 56% de los productores cuentan con un nivel máximo de estudios de primaria, 14% con secundaria, 5% con bachillerato y 6% otro nivel. Los cañeros se encuentran agremiados en tres agrupaciones principales: la Unión Nacional de Cañeros A.C. afiliada a la Confederación Nacional de Productores Rurales (UNC-CNPR), la Unión Nacional de Productores de Caña de Azúcar afiliada a la Confederación Nacional Campesina (UNPCA-CNC) e independientes (CEMA,2016).

La UNC también está afiliada a la Confederación Iberoamericana de Productores de Caña de Azúcar (CIPCA), así como al Organismo Internacional del Azúcar (ISO), a la Asociación

Mundial de Productores de Caña de Azúcar y Remolacha (AMPCAR), y a la Federación Internacional de Productores Agrícolas (FIPA). Organización presente en 15 estados de la República, a través de siete Uniones Estatales, 51 Asociaciones Locales (presentes en cada ingenio del país). Según datos de la zafra 2014/15, la UNC-CNPR, cuenta con padrón de poco más de 67 mil productores, una producción de 24 millones de toneladas de caña y un promedio de 4.5 hectáreas por cañero agremiado (UNC, 2017).

La Unión Nacional de Productores de Caña de Azúcar (UNPCA) de la CNC es la organización que cuenta con el mayor número de productores, que de acuerdo con datos de CEMA (2016) en el ciclo azucarero 2014/2015, esta organización contaba con un padrón de 112 mil productores con tamaño de predio promedio igual a 3.5 hectáreas por cañero agremiado, con presencia en todos los ingenios del país por medio de las organizaciones locales. La UNPCA empezó a operar desde 1977.

Estas dos organizaciones en conjunto son las que manejan casi en su totalidad a los cañeros nacionales, ya que para que un productor pueda procesar su caña en el ingenio debe estar afiliado a alguna de estas dos uniones nacionales por medio de las uniones locales. La función principal de estas organizaciones es velar por los intereses del campo cañero por medio de diferentes acciones como el correcto establecimiento del precio de referencia de azúcar para el pago de caña.

Datos reportados por el SIAP (2017), indican que el crecimiento promedio anual de la producción de caña de azúcar a nivel nacional en el periodo de 2006 a 2016 fue de 1.2 %, lo que representa un incremento total de 6.4 millones de toneladas de caña, aumento ocasionado principalmente por la ampliación de la superficie cultivada, lo que compenso la baja de rendimientos en campo presentados en el mismo periodo. El crecimiento de la producción en los últimos años ha estado asociado a los buenos precios relativos de la caña.

En el año 2013 se presentó el aumento más significativo en la producción de caña, alcanzando más de 61 millones de toneladas, ocasionado por el aumento de la superficie cosechada que creció 10.9% en comparación al año 2012, que a la vez, fue motivado principalmente por el incremento en los precios del azúcar registrado durante el periodo 2009-2011.

A pesar de cierres de ingenios en los últimos años, los datos indican que la producción de caña no ha disminuido, pues se tiene una tendencia hacia la alza.

Al depender de las condiciones biológicas y climáticas, la producción de caña es estacional en el año. En México, la cosecha de la caña inicia en octubre de un año y finaliza en septiembre del siguiente, determinando meses como agosto, septiembre y octubre donde se reduce la disponibilidad de caña para la producir azúcar.

4.3.1 Producción de caña de azúcar por entidad federativa

La producción nacional de caña de azúcar en el 2016, alcanzó un total de 56.45 millones de toneladas. Los principales estados con producción son: Veracruz, San Luis Potosí y Jalisco con 35.4, 14.2 y 8% del total nacional, respectivamente; en contraste, los estados de Colima, Campeche y Sinaloa fueron los que menos producción de caña presentaron con menos de 2% del total nacional, cada uno (Cuadro 4.4). Datos que concuerdan con la superficie cosechada de caña en cada estado.

En los últimos once años, la producción de caña de azúcar ha mostró una tendencia ascendente, sólo se tuvo un revés importante en la Zafra 2009 (Cuadro 4.4) debido a factores como: situaciones climatológicas, principalmente por menor cantidad de lluvia en la mayor parte del país en la época de maduración de la caña, incremento en precios de fertilizantes, que se encareció sobre todo en los meses de junio y julio de 2008 y envejecimiento del campo cañero.

Campeche es el estado que más ha aumentado su producción de caña en los últimos años, alcanzando casi 800 mil toneladas en el 2016. Esta situación se debió principalmente por el aumento en su superficie cosechada, ocasionada por la privatización y modernización en el 2010 del ingenio La Joya ubicado en el estado.

Cuadro 4.4. Producción de azúcar por entidad federativa, periodo 2006-2016.

Estados	Años											TCPA %
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Millones de toneladas											
Veracruz	18.94	18.87	18.16	16.10	18.63	17.37	18.11	21.42	19.14	19.72	19.99	0.5
Jalisco	5.49	6.14	5.97	5.74	6.22	5.56	6.25	7.40	7.54	7.96	8.03	3.9
San Luis Potosí	3.24	3.42	3.82	3.81	3.03	3.56	2.53	4.99	5.04	5.19	4.54	3.5
Oaxaca	3.46	3.65	3.54	3.71	3.61	3.38	3.48	4.73	4.14	2.93	3.98	1.4
Chiapas	2.19	2.45	2.42	2.49	2.63	2.78	2.82	2.93	2.85	2.78	2.94	3.0
Tamaulipas	3.18	3.35	3.20	3.85	2.78	3.55	3.57	3.70	3.52	3.04	2.90	-0.9
Nayarit	1.99	2.47	2.78	2.63	2.75	2.69	2.25	2.30	2.39	2.66	2.80	3.5
Morelos	2.01	2.00	1.67	1.83	1.86	1.96	1.93	2.09	2.03	2.07	2.05	0.2
Tabasco	1.72	1.54	1.41	1.40	1.66	1.44	1.78	1.87	2.21	1.81	2.01	1.6
Puebla	1.55	1.61	1.65	1.78	1.77	1.80	1.78	2.12	1.57	1.63	1.69	0.8
Michoacán	1.35	1.40	1.46	1.32	1.21	1.16	1.19	1.71	1.72	1.63	1.50	1.1
Quintana Roo	1.64	1.51	1.17	0.99	1.35	1.57	1.68	1.89	1.55	1.53	1.40	-1.6
Colima	0.74	0.75	0.75	0.84	1.02	1.28	1.37	1.48	1.46	1.13	1.12	4.2
Campeche	0.27	0.40	0.39	0.37	0.32	0.41	0.43	0.70	0.69	0.76	0.80	11.6
Sinaloa	2.29	2.53	2.69	1.89	1.56	1.25	1.78	1.84	0.82	0.57	0.66	-11.6
Total Nacional	50.06	52.09	51.09	48.76	50.42	49.74	50.95	61.18	56.68	55.40	56.45	1.2

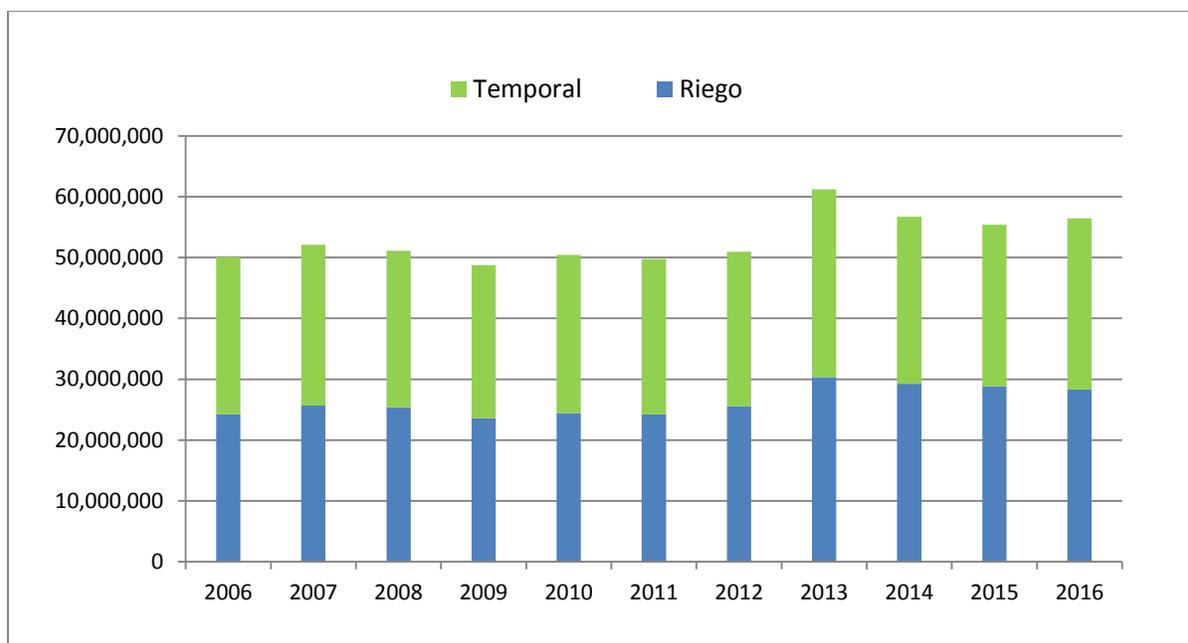
TCPA=Tasa de Crecimiento Promedio Anual.

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017).

La producción de caña de azúcar bajo condiciones de riego en el 2016 fue casi igual a la obtenida en temporal a pesar de que la superficie cosechada en condiciones de temporal fue de 60%, situación que se da por los contrastes presentados en el rendimiento.

La cantidad de caña producida en los últimos once años bajo riego ha aumentado a una tasa promedio anual de 1.6% y bajo temporal ha aumentado menos de 1% (Gráfica 4.5).

Gráfica 4.5. Producción nacional de caña de azúcar por régimen hídrico (ton), periodo 2006-2016.

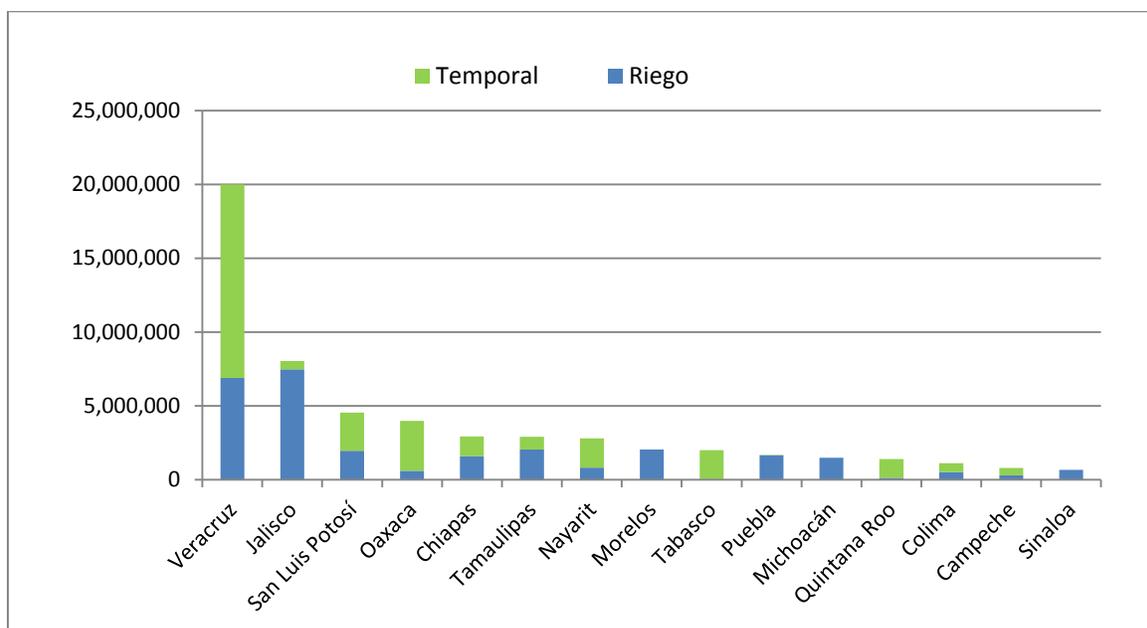


Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017).

Dadas las características de la superficie cosechada y el rendimiento, los estados que obtienen la mayor producción de caña bajo condiciones de riego son: Morelos, Michoacán y Sinaloa con el 100%, Puebla con 99%, Jalisco con 93% y Tamaulipas con 71%. En contraste, las entidades con la mayor producción obtenida bajo temporal son: Tabasco con 98%, Quintana Roo con 94%,

Oaxaca con 89% y Campeche y Veracruz con 75 %. El resto de entidades tienen una distribución más equitativa respecto a la superficie cosechada en temporal y riego (Gráfica 4.6).

Gráfica 4.6. Producción de caña de azúcar por estado y régimen hídrico (toneladas), año 2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017).

4.3.2 Producción de caña de azúcar por distrito de desarrollo

La producción de caña de azúcar se realiza en 45 distritos de desarrollo en 16 estados de la república, pues para el año 2016 se tiene producción en un distrito el estado de México en el que históricamente no tenía producción. En el mismo año deja de producir caña el distrito de los Mochis, Sinaloa; que hasta el 2015 reporto producción.

Los principales distritos de desarrollo productores de caña de azúcar son: El Fortín y Ciudad Alemán en Veracruz, Tuxtepec en Oaxaca y Ciudad Valles en San Luis Potosí con 11.5, 9.1, 7 y 6.2% de la producción nacional, respectivamente (Cuadro 4.5). Situación que no coincide con el

orden de la superficie cosechada debido a los rendimientos que se tiene en los diferentes distritos. En el Fortín, 30 municipios producen caña, en Ciudad alemán 12, en Tuxtepec 10 y en ciudad Valles 7.

Cuadro 4.5. Principales distritos productores de caña de azúcar, año 2016.

	Estado	Distrito	Producción (ton)	%
1	Veracruz	Fortín	6,471,904	11.5
2	Veracruz	Ciudad Alemán	5,123,482	9.1
3	Oaxaca	Tuxtepec	3,937,444	7.0
4	San Luis Potosí	Ciudad Valles	3,517,107	6.2
5	Jalisco	Ameca	3,421,511	6.1
6	Tamaulipas	Mante	2,806,828	5.0
7	Veracruz	Pánuco	2,465,408	4.4
8	Morelos	Zacatepec-Galeana	2,048,863	3.6
9	Jalisco	Ciudad Guzmán	1,989,786	3.5
10	Tabasco	Cárdenas	1,859,468	3.3
11	Veracruz	La Antigua	1,838,113	3.3
12	Puebla	Izúcar de Matamoros	1,441,634	2.6
13	Quintana Roo	Chetumal	1,402,208	2.5
14	Nayarit	Tepic	1,393,594	2.5
15	Veracruz	San Andrés Tuxtla	1,378,969	2.4
		Otros	15,350,504	27.2
		Total Nacional	56,446,822	100

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017).

4.3.3 Producción de caña de azúcar por municipio

En 2016, el 39.0% de la producción nacional de caña de azúcar se concentró en 20 de los principales municipios productores, mientras que 30 de los 266 municipios productores de caña

concentraron el 47% de la producción total. En Colima, Morelos, Nayarit y Veracruz más del 50% de los municipios que conforman la entidad se dedican a la producción de caña de azúcar.

Cuadro 4.6. Principales municipios productores de caña de azúcar, año 2016.

	Estado	Distrito	Municipio	Producción	
				(ton)	%
1	San Luis Potosí	Ciudad Valles	Ciudad Valles	1,911,375	3.4
2	Quintana Roo	Chetumal	Othón P. Blanco	1,402,208	2.5
3	Veracruz	Ciudad Alemán	Cosamaloapan de Carpio	1,241,110	2.2
4	Oaxaca	Tuxtepec	San Juan Bautista Tuxtepec	1,222,010	2.2
5	Tabasco	Cárdenas	Cárdenas	1,176,649	2.1
6	Veracruz	Pánuco	Pánuco	1,169,200	2.1
7	Veracruz	Ciudad Alemán	Tres Valles	1,129,560	2.0
8	Oaxaca	Tuxtepec	Acatlán de Pérez Figueroa	1,084,550	1.9
9	Veracruz	Fortín	Omealca	940,844	1.7
10	Nayarit	Ahuacatlán	Santa María del Oro	916,512	1.6
11	Veracruz	Ciudad Alemán	Tierra Blanca	914,160	1.6
12	Veracruz	Pánuco	El Higo	856,170	1.5
13	Tamaulipas	Mante	Xicoténcatl	848,925	1.5
14	Campeche	Champotón	Champotón	775,360	1.4
15	Nayarit	Tepic	Tepic	768,386	1.4
		Otros		40,089,803	71.0
		Total Nacional		56,446,822	100

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017).

Entre los principales municipios productores de caña de azúcar destacan: Ciudad Valles, San Luis Potosí (3.4%); Othón P. Blanco, Quintana Roo (2.5%); Ciudad Alemán, Veracruz (2.2%); Tuxtepec, Oaxaca (2.2%); Cárdenas, Tabasco (2.1); y Panuco, Veracruz, entre otros (Cuadro

4.6). En quince municipios se produce el 30% del total nacional, lo que sugiere que las políticas para el desarrollo de la agroindustria cañera se deben enfocar en estas zonas para obtener mejores resultados.

4.3.4 Estacionalidad de la producción de caña de azúcar

En la agricultura del país, las siembras y cosechas están directamente relacionadas tanto con las estaciones del año como con los periodos vegetativos de los cultivos. El caso particular de la caña de azúcar, su ciclo productivo inicia en octubre y concluye en septiembre del siguiente año.

Cuadro 4.7. Producción mensual de caña de azúcar,
promedio 2001-2015.

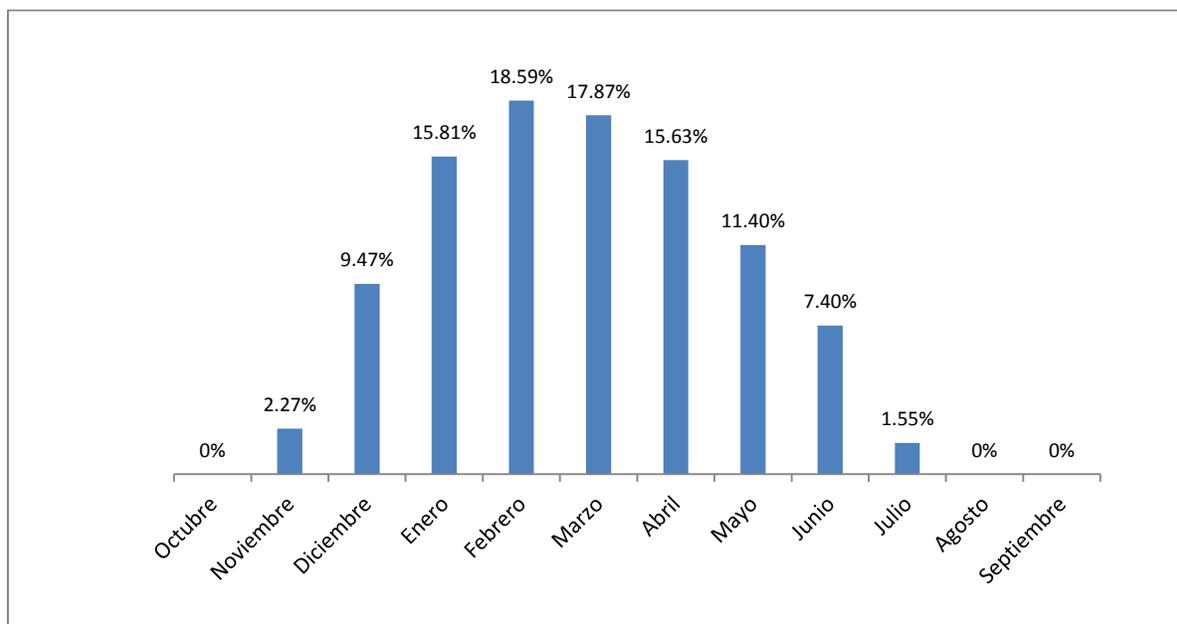
Mes	Producción	Producción	% Mensual
	mensual	acumulada	
Millones de ton			
Octubre	0	0	0
Noviembre	1.33	1.33	2.27
Diciembre	5.53	6.86	9.47
Enero	9.24	16.09	15.81
Febrero	10.86	26.95	18.59
Marzo	10.44	37.39	17.87
Abril	9.13	46.51	15.63
Mayo	6.66	53.17	11.40
Junio	4.32	57.50	7.40
Julio	0.91	58.41	1.55
Agosto	0.00	58.41	0
Septiembre	0.00	58.41	0

Fuente: SIAP (2017).

Anualmente, se producen alrededor de 58 millones de toneladas de caña de azúcar pero es en seis meses donde se obtiene el grueso de producción, pues de diciembre a mayo se produce el 88.7% del total, siendo los meses de enero, febrero y marzo donde se tiene la mayor producción con 15.81, 18.59 y 17.87% del total del ciclo, respectivamente. En octubre, agosto y septiembre no se tiene producción (Cuadro 4.7; Gráfica 4.7).

La marcada estacionalidad en la producción de la caña de azúcar, ocasiona, una fuerte estacionalidad en la producción de azúcar, ya que de agosto a octubre se tiene una producción de caña prácticamente nula; como consecuencia, la demanda nacional de azúcar se cubre con los inventarios acumulados durante los meses de sobreproducción de caña. El azúcar al tratarse de un producto no perecedero, presenta gran ventaja comparado con productos agrícolas ya que permite ser almacenado mucho más tiempo.

Gráfica 4.7. Estacionalidad de la producción de la caña de azúcar.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017)

4.4 Precio medio rural de la caña de azúcar y precios recibidos

En México, el sistema de pago de la caña de azúcar se ha ido adaptando a las condiciones sociales que han existido a lo largo de la historia, actualmente, como en la mayoría de las industrias azucareras a nivel mundial en dónde los productores y los industriales son entidades económicas distintas, el sistema de pago tiene por objeto el compartir las ganancias anuales obtenidas en la industria azucarera (Lejars y Auzouxa, 2010, citado por Schramm-Flores, 2016). Cada eslabón de la cadena productiva ve por sus propios intereses, los cañeros en aumentar su ganancia, mientras que los industriales obtener las mayores utilidades por la venta del azúcar.

Por las características en el cultivo y procesamiento de la caña de azúcar, así como sus implicaciones sociales y las peculiaridades de su mercado, han dado lugar a épocas de auge y crisis en esta agroindustria, circunstancias que han hecho necesaria la intervención directa del gobierno o la aplicación de políticas para tratar de equilibrar y reorganizar al sector.

El ámbito de precios recibidos por los productores de caña, no está exento de la intervención gubernamental ya que en 2005 se promulgó la Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña en la cual se señala que la caña de azúcar es un producto básico y estratégico, además se establece el Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA), instancia que dentro de sus labores destacan: la elaboración del balance nacional azucarero y la determinación de la metodología para fijar el precio de referencia para el pago de la caña en los ciclos azucareros.

Para hacer una distinción de pago entre los ingenios que exportan sus excedentes y los que no lo hacen, el precio de referencia del azúcar estándar para el pago de caña se determina con el

promedio ponderado del precio nacional del azúcar estándar al mayoreo y el precio de exportación de azúcar realizada en el ciclo azucarero que se trate. Asimismo, el precio de la caña se obtiene en función del precio de referencia del azúcar, a razón de 57% del precio de referencia por kilogramo de azúcar base estándar (CONADESUCA, 2014).

Una vez establecido el precio de referencia por el CONADESUCA, la liquidación por parte de los ingenios a los cañeros empieza una vez que ingresan las cañas para ser molidas. El ingenio elabora un calendario de preliquidaciones¹ a cañeros que corresponde a un porcentaje estimado del 80% del tonelaje de cañas entregadas para su molienda por parte de los productores.

A esta preliquidación se le aplican los descuentos de los recursos proporcionados por el ingenio al productor cañero como: pago a cortadores de caña, flete de la caña, préstamos para avío, pago por arreglo de caminos, pago por contratación de cortadores y limpia de zanjas, entre otros. Una vez terminada la Zafra, por los menos 30 días después de haber firmada el acta de terminación de zafra, se deberá de iniciar el pago de la liquidación final, que es el restante 20% de monto obtenido por la entrega de las toneladas de cañas para su industrialización.

Otro aspecto que se toma en cuenta para el pago de la caña es la calidad de la misma al momento de ser entregada al ingenio, medida por los Kilogramos de Azúcar Recuperables Base Estándar (KARBE) que pueden obtenerse de la caña de azúcar. El azúcar recuperable, se refiere al contenido de azúcar teórico que potencialmente contiene la caña al momento de su industrialización. La cantidad de azúcar recuperable depende del contenido de Pol%Caña (polarización en porcentaje de caña o porcentaje de contenido de sacarosa en el jugo), de la Eficiencia Base de Fábrica (EBF) teórica (valor que se acordó a partir de la zafra 1994/95 en 82.37% para todos los ingenios del país), del Factor Fibra (FF) que se encuentra en función del

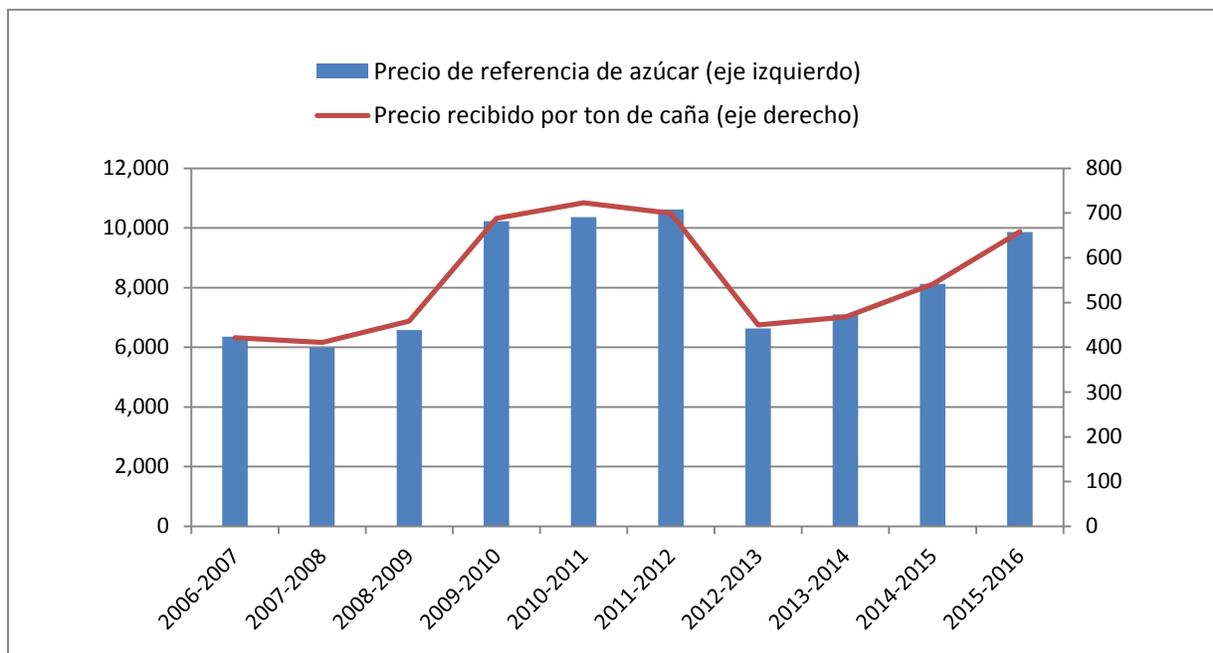
¹ Se preliquida de 18 a 22 días después de haber sido molidas las cañas correspondientes

contenido de fibra de la caña y el Factor Pureza (FP) que se modifica en función de la pureza del jugo mezclado (Schramm-Flores, 2016).

La Gráfica 4.8 muestra cómo se han comportado el precio de referencia de azúcar para el pago de caña y como ha sido la liquidación a los cañeros por parte de los ingenios. Los niveles de precios más altos en los últimos ciclos productivos (comerciales) se han dado en las zafras de 2009/2010 al 2011/2012 en las cuales el precio de referencia de azúcar ha superado los 10,000 \$/ton, lo que a la vez, ocasionó precios de liquidación en promedio a los cañeros de alrededor de 700 \$/ton.

A pesar de que se tuvo una disminución drástica en el ciclo 2012/2013, en los últimos años se ha presentado un repunte importante al punto de casi alcanzar los niveles más altos presentados en Zafras de 2009-2012 con 659 \$/ton de caña en promedio a nivel nacional.

Gráfica 4.8. Precio de referencia de azúcar vs precio promedio nacional recibido por los cañeros, (pesos/ton).



Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA (2016d).

En los estados de Morelos y Puebla, los productores de caña han recibido los pagos más altos por la venta de su producto en las últimas 4 zafras (de 2012/2013 a 2015/2016) y que alcanzaron en el ciclo 2014/2015 valores de 782 y 722 \$/ton de caña, respectivamente. Los estados en donde los cañeros reciben los pagos más bajos son Sinaloa, Campeche y Quintana Roo (Cuadro 4.8).

Cuadro 4. 8. Precio recibido por los cañeros por entidad federativa (pesos/ton).

Estados	Ciclos productivos									
	2006/ 2007	2007/ 2008	2008/ 2009	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016
Morelos	482	458	506	765	796	810	502	559	643	782
Puebla	458	435	482	731	774	789	482	525	597	722
San Luis Potosí	437	445	497	690	792	723	484	499	534	689
Jalisco	434	434	464	714	698	715	473	491	568	688
Nayarit	455	429	466	731	749	762	474	492	556	685
Tamaulipas	433	423	464	676	747	713	500	501	525	678
Oaxaca	425	424	466	672	767	654	451	478	537	655
Colima	420	412	449	678	696	672	425	449	536	652
Veracruz	402	402	450	649	719	667	437	464	528	651
Michoacán	435	418	447	687	689	710	449	489	547	650
Chiapas	418	411	448	681	710	729	453	472	565	641
Tabasco	390	366	458	678	670	664	423	400	486	619
Campeche	452	428	474	701	754	680	429	440	550	617
Sinaloa	339	330	381	605	616	578	384	388	458	577
Quintana Roo	342	351	430	668	674	631	379	368	489	574
Nacional	421	411	459	688	723	700	450	468	541	659

Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA (2016d).

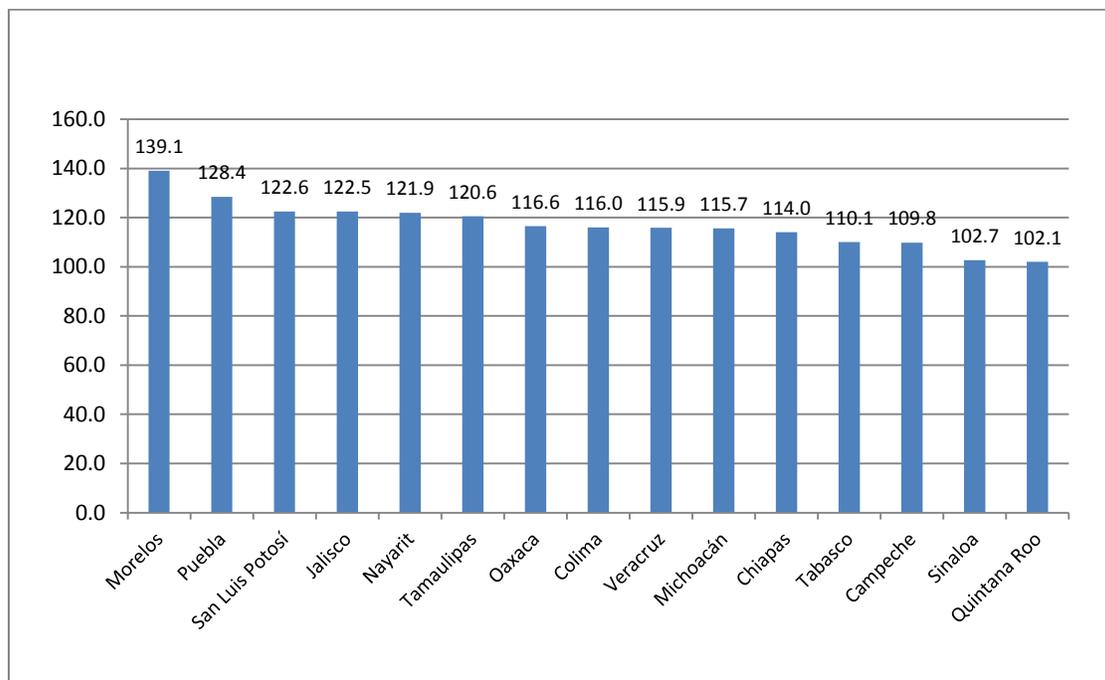
La razón de la marcada diferencia entre los precios en los estados es la calidad de la caña que se produce en ellos, la cual se ve reflejada en el KARBE (Gráfica 4.9). Los pagos son más altos en

las zonas donde se tiene mejor infraestructura de riego, pues en los estados de Puebla y Morelos toda la superficie es cosechada bajo condiciones de riego y en los estados de Campeche y Quintana Roo casi en su totalidad es bajo condiciones de temporal.

Si los productores quieren producir caña de mejor calidad para obtener mejores pagos, deben invertir en mejorar sus procesos de producción e inversión en sistema de riego, de la misma manera en que los ingenios deben invertir en sus procesos si quieren mejorar sus eficiencias.

Algunos de los factores que ocasionaron el aumento en el precio referente de azúcar para el pago de la caña son: el aumento en el tipo de cambio peso/dólar, el aumento en la demanda de azúcar para consumo humano y la disminución de las exportaciones a otros países diferentes de Estados Unidos.

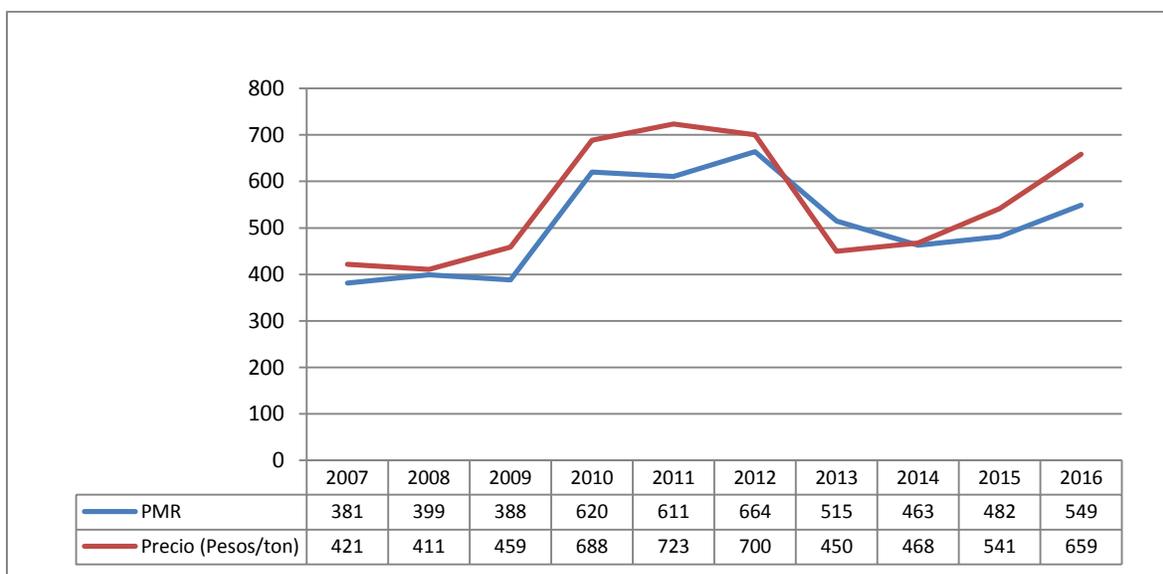
Gráfica 4.9. Kilogramos de Azúcar Recuperables Base Estándar (KARBE) por entidad federativa (kl/ton de caña), Zafra 2015/2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA (2016d).

Debido a que la caña de azúcar es la materia prima para la producción de azúcar, se tienen diferentes tipos de precios dependiendo al estado o a la fase en el que se encuentra el producto, ya sea como producto primario (caña) o como producto transformado (azúcar). En este sentido, los precios que se presenta el azúcar en la agroindustria son: el precio de referencia de azúcar para el pago de caña (establecido por el gobierno), precios al mayoreo y menudeo en centrales de abasto, y precios al consumidor. Precios que a la vez, están sujetos al comportamiento de los precios internacionales del azúcar estándar, los contratos No. 11 y 16 cotizados en la bolsa de Nueva York.

Gráfica 4.10. Precio medio rural vs precio recibido por los cañeros



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2017) y CONADESUCA (2016d).

El precio recibido por los cañeros difiere del precio medio rural (PMR) que reporta el SIAP, pues como se observa en la Gráfica 4.10, el precio que reciben los productores de caña bajo el precio de referencia de azúcar establecido por el gobierno, ha sido mayor que el PMR que reporta el SIAP, en casi los once últimos ciclos productivos analizados. Los dos tipos de precios presentan

un claro incremento en el periodo de 2009 al 2012 para caer estrepitosamente en el año 2013 por la sobreproducción de caña que se presentó ese año. En los últimos años estos precios han presentado una recuperación, pues presentan una tendencia al alza que según analistas se mantendrá en los siguientes años.

CAPÍTULO V. DESTINO DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y PRODUCCIÓN DE AZÚCAR

5.1 La industria del azúcar en México

La industria azucarera en México se ha desarrollado de forma ininterrumpida desde la época de la conquista española, siendo una de las actividades de mayor tradición y trascendencia en el desarrollo histórico del país, convirtiéndose en la actualidad, en una de las agroindustrias más importantes en la economía nacional desde varios puntos de vistas, tales como: la producción de un bien de consumo popular generalizado, la creación de empleos a lo largo del país en el sector primario y de transformación y, su participación en el PIB agropecuario nacional.

El azúcar de caña en México es considerado como un producto necesario para la economía nacional y de consumo popular, el cual forma parte de los seis productos básicos alimenticios, junto con el maíz, frijol, trigo, arroz y café.

5.1.1 Importancia económica de la industria azucarera

Según datos de la Secretaria de Economía (2012), la industria azucarera en el año 2011, generó un total de 2.2 millones de empleos; 440 mil empleos directos en el sector cañero y de transformación (productores cañeros, jornaleros agrícolas, cortadores de caña, transportistas de caña y obreros de los ingenios), 490 mil empleos directos en la industria consumidora y 930 mil empleos indirectos (Cuadro 5.1). Su actividad productiva se desarrolló en 227 municipios de 15 entidades federativas, donde habitan 12 millones de personas y en donde se generó el 11.6% del valor de la producción del sector primario y 2.5 % del PIB manufacturero.

Cuadro 5.1. Empleos en la industria azucarera (miles)

Concepto	Miles
Productores cañeros	164
Jornaleros agrícolas	138
Cortadores de caña	68
Transportistas de caña	34
Obreros (Ingenios)	36
Subtotal	440
Trabajadores en la industria consumidora	490
Empleos directos	930
Empleos indirectos	1,270
Total de empleos	2,200

Fuente: Secretaría de Economía, (2012)

A nivel internacional, México ocupa el séptimo lugar en la producción de azúcar y la zafra constituye la principal forma de vida de muchas poblaciones dedicadas al cultivo de la caña de azúcar. La mayoría de poblaciones ubicadas en el estado de Veracruz, que se dedican durante los seis o siete primeros meses del año casi por completo al corte de la caña de azúcar o zafra, aunque existe maquinaria para realizar esta faena, en la mayor parte del país aún se corta con machete, donde un sólo trabajador puede desmontar hasta 8 o 9 toneladas de caña al día.

La principal característica de los estados productores de caña de azúcar es que se encuentran estrechamente ligados a las actividades agrícolas, toda vez que en ellos se encuentra el 60% del total de unidades económicas agrícolas, cuya principal fuente de ingresos es dicha actividad, además que destinan el 41% de la superficie agrícola para la producción de diversos cultivos, mientras que el resto sólo destina el 18%.

5.1.2 Ingenios azucareros en el país

Una vez que la caña es cosechada en los campos, se trasladada al ingenio azucarero, que es la planta industrial dedicada al procesamiento, transformación e industrialización de la caña y, donde inicia el proceso de obtención de azúcar, que consiste en nueve pasos: corte de la caña, molienda, generación de vapor, calentamiento, clarificación, filtración, evaporación, cristalización, evaporado y secado.

Posteriormente se procede a la refinación, que consiste en la separación de sólidos e impurezas, alcalización, clarificación, decoloración, filtración, evaporación, cristalización, centrifugado y finalmente se seca por medio de corrientes de aire, así el azúcar queda listo para empacarse y salir a la venta.

En nuestro país, la caña de azúcar se utiliza principalmente como materia prima para la producción de azúcar. Del ciclo azucarero del 2011/2012 al 2014/2015, la producción de azúcar se llevó a cabo en 54 ingenios de los 61 que operaban en el 2000. A partir del ciclo 2015/2016 sólo operaron 51 ingenios, distribuidos en 15 estados (uno en Campeche, uno en Colima, dos en Chiapas, seis en Jalisco, tres en Michoacán, dos en Nayarit, tres en Oaxaca, uno en Puebla, uno en Quintana Roo, cuatro en San Luis Potosí, tres en Tabasco, dos en Tamaulipas, dos en Sinaloa, dos en Morelos y diecinueve en Veracruz) (Figura 5.1) en los cuales se transforma la caña cultivada en una superficie mayor a las 778 mil hectáreas en 266 municipios del país (Cuadro 5.2).



Figura 5.1. Ubicación geográfica de los ingenios azucareros en México (Zafra 2015/2016). Fuente: CONADESUCA (2017b).

De los 51 ingenios que operan actualmente, 36 están afiliados a la Cámara Nacional de la Industria Azucarera y Alcohólica (CNIAA), organización que de acuerdo con la Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar representa los intereses de la totalidad de los ingenios del país e integra la Junta Directiva del Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar.

La producción nacional de azúcar reportada por Infocaña-CONADESUCA (2017) para el último ciclo azucarero (2015/2016) fue de 6.1 millones de toneladas, de las cuales 1.8 fue de azúcar refinada, 3.8 de azúcar estándar y 0.37 correspondieron a azúcar blanco especial y azúcar mascabado. Los 5 principales ingenios productores de azúcar son: San Cristóbal y Tres Valles en Veracruz, José Ma. Martínez (Tala) en Jalisco, Atencingo en Puebla, y San Miguel del Naranjo en San Luis Potosí con 4.7, 4.4, 3.9, 3.7 y 3.3% del total nacional, respectivamente. Los ingenios que producen menos azúcar son: Azsuremex-Tenosique en Tabasco, La Providencia y El Carmen en Veracruz y El Dorado en Sinaloa con menos del 0.5% cada uno del total nacional (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2. Ingenios azucareros en operación en México (Ciclo azucarero 2015/2016).

Estado	Ingenio	Azúcar producido (ton)	%	Azúcar refinada (ton)	Azúcar estándar (ton)	Sup. cosechada (has)
Veracruz	San Cristóbal	285,304	4.7%	243,699	41,604	53,825
Veracruz	Tres Valles	271,014	4.4%	271,014	-	36,225
Jalisco	José Ma. Martínez (Tala)	238,871	3.9%	-	238,871	22,471
Puebla	Atencingo	228,797	3.7%	-	228,797	15,382
San Luis Potosí	San Miguel Del Naranjo	202,848	3.3%	90,716	112,132	28,022
Nayarit	Puga	198,511	3.2%	166,028	-	19,287

Veracruz	El Potrero	198,510	3.2%	198,510	-	25,991
Veracruz	El Higo	198,237	3.2%	-	198,237	24,428
Oaxaca	Adolfo López Mateos	189,587	3.1%	189,587	-	28,411
Chiapas	Pujilic (Cia. La Fe)	185,331	3.0%	-	185,331	17,177
Veracruz	Panuco	181,127	3.0%	-	114,263	21,487
Colima	Quesería	162,549	2.7%	-	130,695	17,794
Veracruz	La Gloria	157,848	2.6%	-	157,848	17,426
Veracruz	Central Motzorongo	150,175	2.5%	-	111,289	18,608
San Luis Potosí	Plan De San Luis	149,029	2.4%	148,865	163	21,890
Morelos	Emiliano Zapata	146,412	2.4%	-	146,412	10,797
Jalisco	Tamazula	141,376	2.3%	117,784	23,592	10,530
San Luis Potosí	Alianza Popular	140,597	2.3%	-	140,597	21,636
Nayarit	El Molino	134,637	2.2%	-	134,637	12,029
Jalisco	San Francisco Ameca	134,022	2.2%	-	4,917	13,330
Oaxaca	Pablo Machado (La Margarita)	132,650	2.2%	-	132,650	19,077
Jalisco	Melchor Ocampo	131,183	2.1%	-	131,183	11,111
Quintana Roo	San Rafael De Pucté	129,960	2.1%	-	129,960	30,090
San Luis Potosí	Plan De Ayala	125,551	2.1%	125,551	-	18,321
Veracruz	San Pedro	123,637	2.0%	-	123,637	18,736
Tabasco	Presidente Benito Juárez	118,689	1.9%	62,933	20,865	22,710
Chiapas	Huixtla	116,976	1.9%	-	116,976	13,326
Veracruz	Central Progreso	108,017	1.8%	-	108,017	13,896
Veracruz	El Modelo	106,250	1.7%	-	106,250	12,650
Veracruz	San Nicolás	106,198	1.7%	96,074	6,990	14,981
Veracruz	Constancia	86,034	1.4%	-	86,034	12,656
Tamaulipas	Aarón Sáenz Garza	85,602	1.4%	58,095	27,507	11,461
Jalisco	Bellavista	84,844	1.4%	-	84,844	8,278
Campeche	La Joya	82,428	1.3%	-	62,424	14,821
Morelos	Central Casasano	81,745	1.3%	-	81,745	5,236
Veracruz	Cuatotolapam	80,932	1.3%	-	80,932	13,883
Veracruz	La Providencia, Central	80,328	1.3%	-	80,328	12,094
Michoacán	Santa Clara	75,217	1.2%	-	75,217	6,825
Tamaulipas	El Mante	74,759	1.2%	74,177	583	13,556

Tabasco	Santa Rosalía	70,193	1.1%	-	70,193	11,778
Jalisco	José Ma. Morelos	62,205	1.0%	-	62,205	8,673
Veracruz	San José De Abajo	54,932	0.9%	-	54,932	9,091
Veracruz	San Miguelito	50,698	0.8%	-	50,698	5,931
Oaxaca	El Refugio	49,775	0.8%	-	33,595	6,456
Michoacán	Pedernales	45,584	0.7%	-	45,584	4,171
Veracruz	Mahuixtlan	45,469	0.7%	-	45,469	5,107
Michoacán	Lázaro Cárdenas	39,227	0.6%	31,369	7,560	4,103
Sinaloa	Eldorado	25,769	0.4%	-	25,769	2,984
Veracruz	El Carmen	19,891	0.3%	19,891	-	3,724
Veracruz	La Providencia	16,302	0.3%	-	16,302	2,911
Tabasco	Azsuremex- Tenosique	11,220	0.2%	-	11,220	3,546
Total Nacional		6,117,048	100%	1,894,293	3,849,056	778,930

Fuente: Elaboración propia con datos de Infocaña-CONADESUA (2017).

En la mayoría de los ingenios del país se produce azúcar estándar, pero sólo en 15 de los 51 en operación produce azúcar refinada, en 5 se produce blanco especial y 5 producen azúcar mascabado.

El ingenio San Cristóbal, al ser el que más producción de azúcar tiene a nivel nacional, también posee más superficie cosechada de caña con 53.8 mil hectáreas (6.9% del total nacional). El segundo ingenio con superficie cosechada es Tres Valles, seguido de San Rafael De Pucté con 4.7 y 3.9% de la superficie nacional, respectivamente.

En la actualidad los Ingenios en su totalidad corresponden al sector privado pues en agosto de 2016, el gobierno mexicano vendió las dos últimas fábricas que poseía (El Potrero y San Miguelito, ambos en el estado de Veracruz) al Grupo Beta San Miguel, uno de los principales grupos azucareros en México, el monto de venta se calcula fue de 3,398 millones de pesos (182.71 millones de dólares) (Proceso, 2016).

Con esto se concluyó un largo proceso para privatizar los ingenios azucareros, luego de que en el año 2001 durante el gobierno de Vicente Fox se decretara la expropiación de 27 ingenios, la federación tuvo que enfrentar una serie de litigios que llevaron alrededor de tres años, la cual perdió el gobierno, pues tuvo que devolver 18 a sus dueños originales, y 9 se quedaron bajo su administración mediante el Fondo de Empresas Expropiadas del Sector Azucarero (La Jornada, 2016).

5.2 Producción histórica de azúcar por tipo

En cuestiones técnicas, el azúcar es el producto obtenido por la cristalización de la sacarosa contenida en los jugos de la caña de azúcar, la remolacha o de otras especies vegetales, mediante procesos industriales específicos. En nuestro país se producen cuatro tipos de azúcar en los que se utiliza la caña como materia prima: estándar, refinada, blanco especial y mascabado. El tipo de azúcar depende del grado de polarización y variantes aplicadas en las etapas de clarificación y centrifugación, es decir, cada uno de ellas se distingue por el número de veces que ha sido procesada. El primer nivel o con menor número de procesamiento es el azúcar mascabado y el azúcar refinada es el que presenta un mayor número de tratamientos (CONADESUCA, 2013).

En los últimos ciclos productivos (de 2005/2006 al 2015/2016) la producción promedio de azúcar fue de 5.56 millones de toneladas de las cuales 63.5% fue de azúcar estándar, 31.7% de azúcar refinada, 3.6% de azúcar blanco especial y 1.1% de azúcar de mascabado (Cuadro 5.3). Azucares empleados además del consumo humano directo, por la industria de refrescos embotellados, panificadora y galletas, dulces y chocolates, la fabricación de lácteos, bebidas alcohólicas y alimentos procesados, entre otros (Santillán *et al.*, 2017).

Cuadro 5.3. Producción nacional de azúcar por tipo de las últimas once zafras.

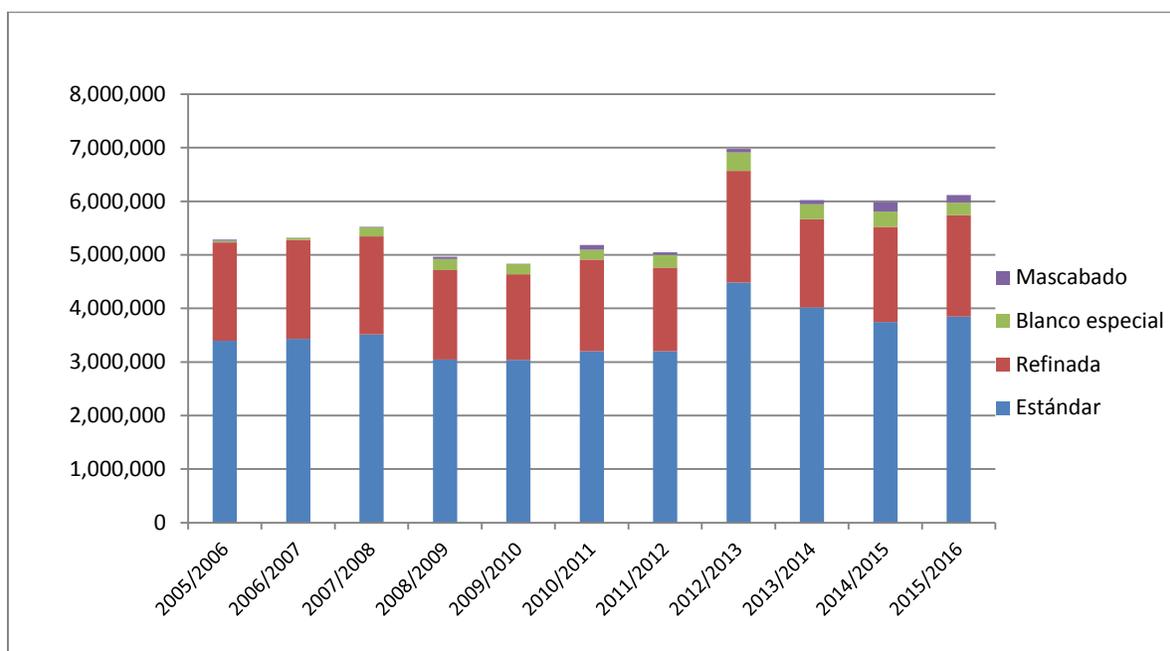
Zafra	Azúcar producida	Estándar	Refinada	Blanco	Mascabado
	total			especial	
Ton					
2005/2006	5,282,090	3,398,811	1,830,907	33,916	18,456
2006/2007	5,314,084	3,431,308	1,844,862	36,152	1,762
2007/2008	5,520,687	3,513,184	1,829,938	165,090	12,474
2008/2009	4,962,495	3,044,514	1,670,555	208,120	39,307
2009/2010	4,825,539	3,037,022	1,602,792	184,921	804
2010/2011	5,183,500	3,200,535	1,708,422	187,498	87,045
2011/2012	5,048,469	3,197,671	1,565,017	239,773	46,007
2012/2013	6,974,799	4,483,533	2,084,484	346,693	60,089
2013/2014	6,021,292	4,017,561	1,645,032	279,808	78,891
2014/2015	5,984,961	3,746,030	1,773,545	285,570	179,816
2015/2016	6,117,048	3,849,056	1,894,293	228,631	145,068
Promedio	5,566,815	3,538,111	1,768,168	199,652	60,884
TCPA	1.48	1.25	0.34	21.02	22.90

TCPA= Tasa de Crecimiento Promedio Anual (%).

Fuente: Elaboración propia con datos de Infocaña-CONADESUCA (2017).

En el ciclo 2012/13, se obtuvo un récord histórico de producción de azúcar, igual a 6.97 millones de toneladas, cifra 38% superior a la obtenida el ciclo anterior, diferencia ocasionada principalmente por el aumento del precio de azúcar en ciclos anteriores, además de la poca planificación en la producción de caña de azúcar, situación que generó un exceso de oferta de azúcar que afectó el precio, tanto del azúcar como de la caña, y por consecuencia, afectó el ingreso de muchas personas del campo y de transformación que participan en la cadena agroindustrial.

Gráfica 5.1. Producción nacional de azúcar por tipo (toneladas).



Fuente: Elaboración propia con datos de Infocaña-CONADESUCA (2017).

En los últimos once ciclos productivos, el crecimiento de la producción por tipo de azúcar es diferente; por un lado, la producción de azúcar estándar aumentó a una tasa promedio anual de 1.2% entre los ciclos 2005/2006 y 2015/2016, pasando de 3.3 a 3.5 millones de toneladas, la producción de azúcar refinada creció apenas a una tasa promedio anual de 0.3% para el mismo periodo, mientras que la producción de azúcar blanco especial y mascabado fueron las que más crecieron con una tasa media anual de 21.0 y 22.9%, respectivamente (Cuadro 5.3; Gráfica 5.1).

5.3 Producción de azúcar por estado

En el ciclo azucarero 2015/2016, de la molienda de 54.18 millones de toneladas de caña se obtuvo una producción de azúcar de 6.1 millones de toneladas. Los estados con mayor producción de azúcar en este ciclo fueron: Veracruz, Jalisco y San Luis Potosí con 2.3, 0.79 y

0.62 millones de toneladas, respectivamente, entre los tres representan el 61% de la producción nacional. Los estados que producen azúcar que menos participaron en la producción de misma fueron: Quintana Roo, Campeche y Sinaloa con 2.1, 1.4 y 0.4% de la producción nacional, respectivamente, con solo un ingenio en operación cada uno (Cuadro 5.4; Gráfica 5.2).

Cuadro 5.4. Producción de azúcar por entidad federativa, ciclo 2015/2016

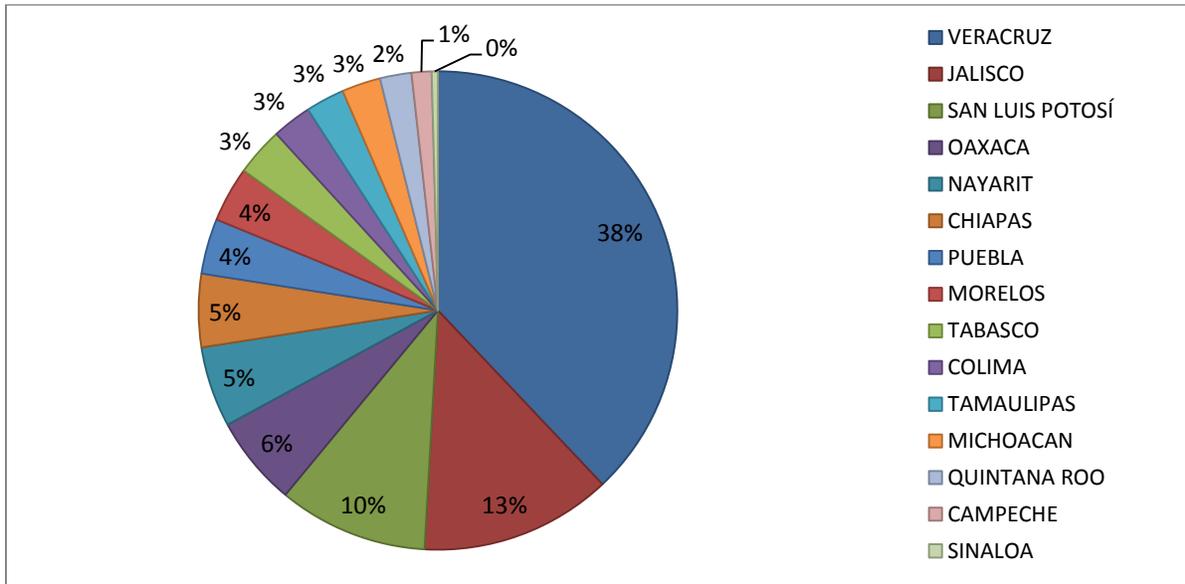
Estado	Ingenios en operación	Prod. de	Caña molida	Rend. en	Ton de azúcar/ ha
		Azúcar	bruta	fabrica	
		Miles de ton		(%)	
Veracruz	19	2,321	20,861	11.13	7.17
Jalisco	6	793	6,762	11.72	10.65
San Luis Potosí	4	618	5,399	11.45	6.88
Oaxaca	3	372	3,298	11.28	6.9
Nayarit	2	333	2,839	11.74	10.64
Chiapas	2	302	2,785	10.85	9.91
Puebla	1	229	1,811	12.63	14.87
Morelos	2	228	1,645	13.87	14.23
Tabasco	3	200	1,959	10.21	5.26
Colima	1	163	1,425	11.41	9.14
Michoacán	3	160	1,399	11.44	10.6
Tamaulipas	2	160	1,613	9.94	6.41
Quintana Roo	1	130	1,335	9.73	4.32
Campeche	1	82	793	10.4	5.56
Sinaloa	1	26	264	9.76	8.64
Total Nacional	51	6,117	54,189	11.29	7.85

Fuente: Elaboración propia con datos de Infocaña-CONADESUCA (2017).

Del total de caña molida para la producción de azúcar en el ciclo 2015/2016, 28.8 millones de toneladas (38.5%) se molieron en los 19 ingenios en operación de Veracruz, en Jalisco se

molieron 6.7 millones en 6 ingenios (12.5%) y en San Luis Potosí 5.4 millones (10%) en 4 ingenios (Cuadro 5.4).

Gráfica 5.2. Participación por estado en la producción de azúcar (Zafra 2015/2016).



Fuente: Elaboración propia con datos de Infocaña-CONADESUCA (2017).

Los rendimientos en fábrica son medidos en porcentaje, es decir, es la proporción de azúcar que se obtiene de la caña molida. El rendimiento promedio en fábrica a nivel nacional es de 11.29% (Cuadro 5.4); rendimientos bajos si se comparan con los rendimientos obtenidos en países como Brasil y Estados Unidos con 13 y 12%, respectivamente (UNICA, 2017; USDA, 2017a).

Los rendimientos obtenidos en fábrica, reflejan ineficiencia con la que operan los ingenios en México, además de la poca inversión y de lo obsoleto de la maquinaria en las fábricas. La brecha de rendimientos en comparación con Estados Unidos y principalmente Brasil, parece no cerrarse, por el contrario, tienden a incrementarse si los ingenios en nuestro país no incorporan mejoras tecnológicas desde la producción de caña para mejorar la eficiencia y extraer una mayor cantidad

de sacarosa, y en fábrica con la adquisición de tecnologías más avanzadas, con lo que la industria azucarera nacional podría situarse en una posición más competitiva a nivel internacional.

Los estados cuyos ingenios presentan los rendimientos en fábrica más altos son: Morelos, Puebla y Jalisco con 13.87, 12.63, y 11.75%, respectivamente (Cuadro 5.4), entidades que poseen una mayor superficie cosechada de caña bajo riego, lo se ve reflejado en la buena calidad de la caña para su molienda.

Según García (1996), los principales factores que determinan el rendimiento en fábrica son: a) el nivel tecnológico usado para la producción de azúcar, medido por el tiempo perdido en fábrica, y b) las características y calidad de la caña reflejado en la cantidad de sacarosa y pureza de jugo mezclado obtenido de la caña.

Otro indicador de eficiencia en la producción de azúcar en los ingenios es la cantidad de azúcar obtenida por hectárea de caña. En el cuadro 5.4 se muestra que para el cierre del ciclo 2015/2016, el rendimiento agroindustrial promedio nacional fue de 7.85 toneladas de azúcar por hectárea; destacando los estados de Puebla y Morelos con más de 14 toneladas de azúcar por hectárea.

5.4 Producción de azúcar por consorcio

En nuestro país actualmente existen 17 consorcios o grupos azucareros del sector privado que se dedican a la producción de azúcar, cada uno con cierto número de ingenios bajo su propiedad en diferentes entidades federativas del país.

El grupo Beta San Miguel es el principal productor de azúcar en el país, con una producción en el ciclo azucarero 2015/2016 de 1.36 millones de toneladas, representando 22% de la producción nacional (Cuadro 5.5), este consorcio entró a la competencia en la industria azucarera mexicana al inicio de la privatización de la industria azucarera en noviembre de 1988, a través de la

adquisición al gobierno mexicano de 4 Ingenios azucareros; actualmente, cuenta con 11 ingenios azucareros que disponen de 176.6 mil hectáreas cosechadas para su abastecimiento, en los estados de Jalisco, Colima, Quintana Roo, San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco y Morelos.

Cuadro 5.5. Producción de azúcar por consorcio (Ciclo 2015/2016).

Consortio	Numero de ingenios	Producción (Miles de ton)	%	Sup. cosechada de caña (miles de has)	Rend. en Campo (Ton/ha)	Rend. en Fabrica (%)
1 Beta San Miguel	11	1,360	22	176.6	66.59	11.59
2 Zucarmex	6	1,074	18	127.0	73.56	11.50
3 Piasa	3	610	10	86.5	62.39	11.42
4 Santos	5	478	8	66.3	62.96	11.44
5 Gpo. Azuc. Mex.	4	423	7	52.3	72.37	11.17
6 Porres	4	422	7	51.5	80.13	10.14
7 La Margarita	3	303	5	41.6	61.91	11.75
8 Saenz	3	302	5	35.5	77.91	10.90
9 Gpo. Azucarero Del Trópico	2	240	4	32.2	69.07	10.79
10 Motzorongo	2	200	3	25.1	74.33	10.73
11 Puga	1	199	3	19.3	88.98	11.57
12 Pantaleón	1	181	3	21.5	73.29	11.50
13 Menchaca	1	135	2	12.0	93.31	12.00
14 Asr Group	1	106	2	15.0	67.75	10.46
15 Perno	1	55	1	9.1	73.29	11.50
16 García González	2	20	0	3.7	65.00	8.22
17 Jiménez Sainz	1	11	0	3.5	37.02	8.55
Total Nacional	51	6,117	100	778.9	69.57	11.29

Fuente: Elaboración propia con datos de Infocaña-CONADESUCA (2017).

El segundo grupo más importante en la producción de azúcar en nuestro país es Zucarmex, el cual es propietario de 6 ingenios, en los que en el último ciclo (2015/2016) se produjeron 1.07 millones de toneladas (18% del total nacional) con la caña cosechada en 127 mil hectáreas con

las que cuenta para su suministro (Cuadro 5.5). Zucarmex cuenta con 4 marcas de azúcar que comercia en el mercado nacional y de Estados Unidos.

El tercer consorcio en cuanto a importancia en la producción de azúcar es Promotora Industrial Azucarera (Piasa), pues a pesar de contar con solo 3 ingenios (Adolfo López Mateos en Oaxaca, Tres Valles en Veracruz y Plan de San Luis en San Luis Potosí), en ellos se producen 610 mil toneladas, es decir, el 10% del total nacional, además cuenta con una superficie cosechable de caña igual a 86.5 mil hectáreas. Siete grupos azucareros cuentan solamente con un ingenio, que en conjunto producen menos del 12% de la producción nacional de azúcar y cuentan con menos de 22 mil hectáreas cosechadas cada uno.

El reducido número de consorcios dueños de los ingenios parecieran actuar como monopsonios en las zonas cañeras, pues son los únicos que compran caña a los productores para su procesamiento. Ingenios que están predispuestos a pagar un precio más bajo por la caña, razón por la cual el gobierno interviene estableciendo el precio de referencia de azúcar para el pago de la caña en cada zafra. .

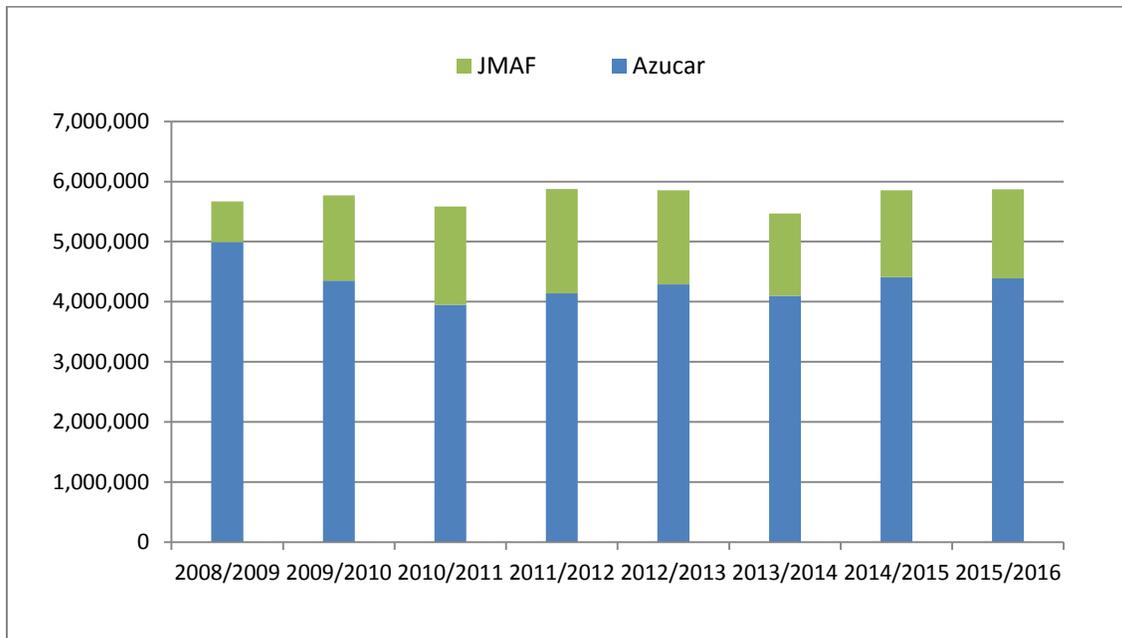
5.5 Consumo nacional de edulcorantes

Los productos sustitutos del azúcar son otros edulcorantes, tanto naturales como artificiales, estos últimos sólo atienden un segmento muy pequeño del mercado; sin embargo, su consumo está creciendo debido a los cambios en los hábitos alimenticios de las personas por cuestiones relacionadas con la salud.

El principal producto competidor y sustituto del azúcar es el jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF), la preferencia del consumidor por los dos bienes está determinada por sus precios. A mediados de los años noventa con la puesta en marcha del TLCAN se sentaron las bases para que

se empezara a importar jarabe, situación que detonó el consumo del JMAF en nuestro país y que poco a poco fue desplazando el azúcar de un segmento significativo de mercado, principalmente, en la industria refresquera.

Gráfica 5.3. Consumo de los dos principales edulcorantes en México (millones de toneladas).



Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA (2016b).

Durante el periodo 2008/2009–2015/2016, el consumo nacional de edulcorantes en México presentó un aumento en términos absolutos de 197.6 mil toneladas; con un crecimiento promedio anual de apenas 0.4%, incremento muy bajo si se compara con el aumento de 1.5% promedio anual de la población en el mismo promedio. A pesar de que el consumo ha sido relativamente constante en los últimos años, la gráfica 5.3 muestra como el jarabe de maíz claramente está ganando terreno en el mercado nacional de este producto.

En el ciclo 2015/2016 el consumo nacional de edulcorantes (azúcar + JMAF) en México se ubicó en 5.87 millones de toneladas, lo que representó el 88.3% de la producción de ese ciclo. Del

consumo total de edulcorantes 75.3 % fue de azúcar y el restante 24.7 % fue de jarabe de maíz. En ese mismo periodo la producción de los dos bienes en el país fue de 6.6 millones de toneladas, correspondiendo un 92.1% al azúcar y sólo el 7.9% al jarabe de maíz (CONADESUCA, 2016a). Dado que México es deficitario en la producción de jarabe de maíz, tuvo que realizar importaciones por 995 mil toneladas principalmente de Estados Unidos para cubrir la demanda del mercado interno.

A continuación se analiza por separado el consumo de los dos principales edulcorantes en nuestro país.

5.5.1 Consumo nacional de azúcar

El consumo nacional aparente de azúcar durante el periodo 2008/2009–2015/2016 ha presentado altibajos con un promedio de 4.33 millones de toneladas anuales, pero con tendencia a la baja, ya que presentó una disminución promedio anual de 1.83%. Para el ciclo azucarero 2015/2016, el consumo nacional aparente de azúcar fue de 4.38 millones de toneladas (20.8 mil toneladas menos que en el ciclo anterior) (Gráfica 5.4), con un consumo per cápita de 36.95 kg/año².

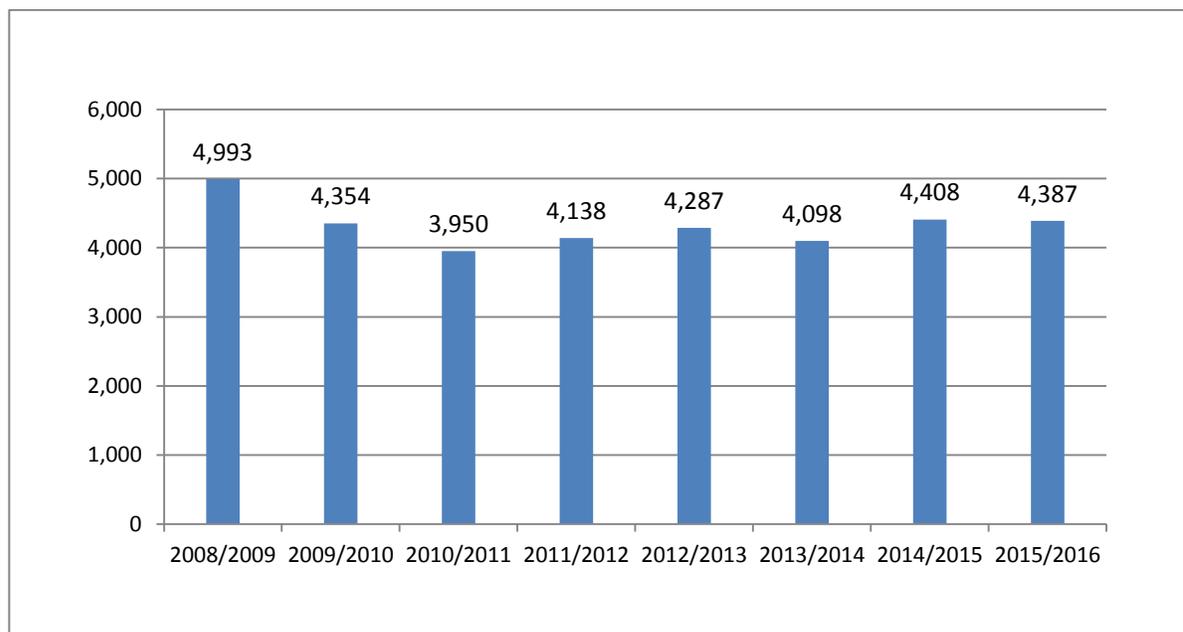
Actualmente, el nivel de producción de azúcar de 6.11 millones de toneladas, asegura el consumo nacional; sin embargo, se debe considerar que casi el 60% de la superficie cultivada de caña es de temporal, por lo que se requiere una mayor inversión en infraestructura de riego para aumentar el rendimiento y así seguir asegurando el abasto nacional.

Uno de los principales factores que explican la disminución del consumo de azúcar en los últimos años es el crecimiento del consumo de jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF), sustituto perfecto del azúcar, principalmente por presentar un menor precio frente al azúcar, además del aumento

² Con una población de 119, 938,473 habitantes en el año 2015, reportada por el INEGI (2017).

en el consumo de edulcorantes no calóricos como aspartame, sucralosa, acesulfame-k, sacarina y ciclamato, fenómeno actual que tomó relevancia en los últimos años.

Gráfica 5.4. Consumo nacional aparente de azúcar (miles de toneladas), periodo 2008/2009 – 2015/2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA (2016b).

Recientemente en nuestro país, el uso del término genérico de la palabra “azúcares”, en la cual se engloba por igual a otros endulzantes y/o edulcorantes que son riesgosos para la salud y que se utilizan en diversos alimentos y bebidas, ha afectado la agroindustria de la caña de azúcar por la confusión que le genera al consumidor, ya que los productos alimenticios no cuentan con un etiquetado claro de los ingredientes que contienen, entendiéndose dicho término únicamente como azúcar de caña (PRONAC, 2014).

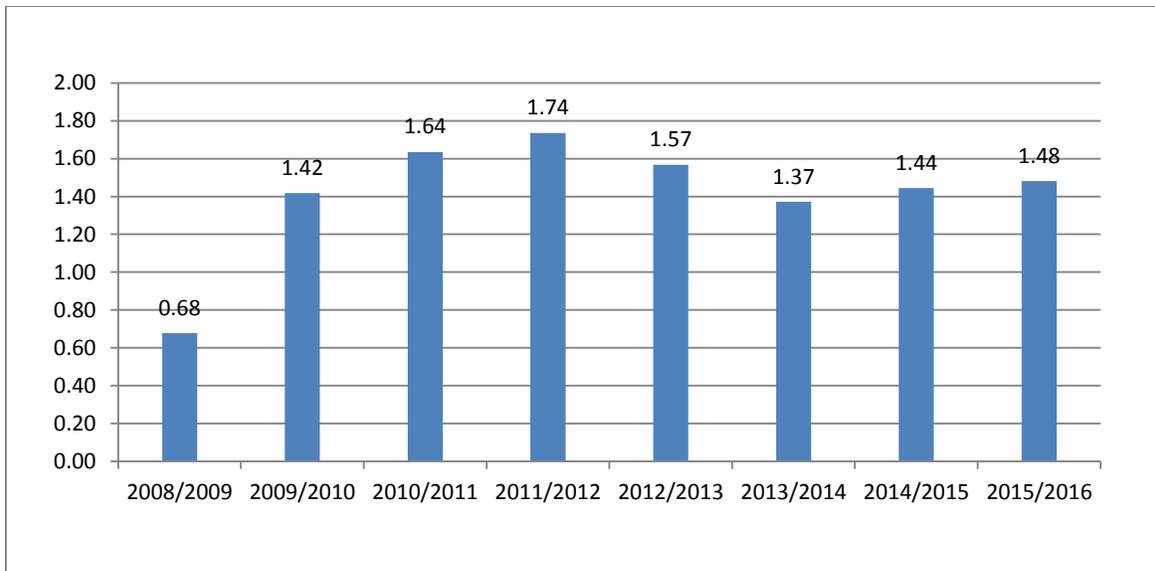
El azúcar también ha tomado otra interpretación por parte del consumidor final, especialmente lo referente a la salud, pues a pesar de que las consecuencias del consumo de azúcares en bebidas y alimentos sigue siendo motivo de estudio, diversos autores han demostrado la relación entre el

consumo de bebidas azucaradas y el sobrepeso y obesidad (Foltz *et al.*, 2011; Moreno y Rodríguez, 2010; Haringtong, 2008); situación por la cual el consumidor trata de cambiar sus hábitos de consumo, como la tendencia a los productos light y sanos.

5.5.2 Consumo nacional de jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF)

A partir del ciclo 2009/2010 la fructosa ha desplazado el consumo nacional de azúcar en promedio con 1.5 millones de toneladas y alcanzó su máximo en 2011/2012 con 1.7 millones de toneladas, de las cuales el 70% de esa fructosa fue importada de Estados Unidos. De 2008/2009 a 2015/2016 el consumo de jarabe se ha incrementado a una tasa promedio anual de 11.8% (Gráfica 5.5).

Gráfica 5.5. Consumo nacional de jarabe de maíz de alta fructosa (millones de ton).



Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA (2016b).

En el ciclo azucarero reciente, el consumo de jarabe de maíz en nuestro país fue de 1.48 millones de toneladas, de las cuales sólo se produjeron internamente 523 mil, por lo que se tuvo que

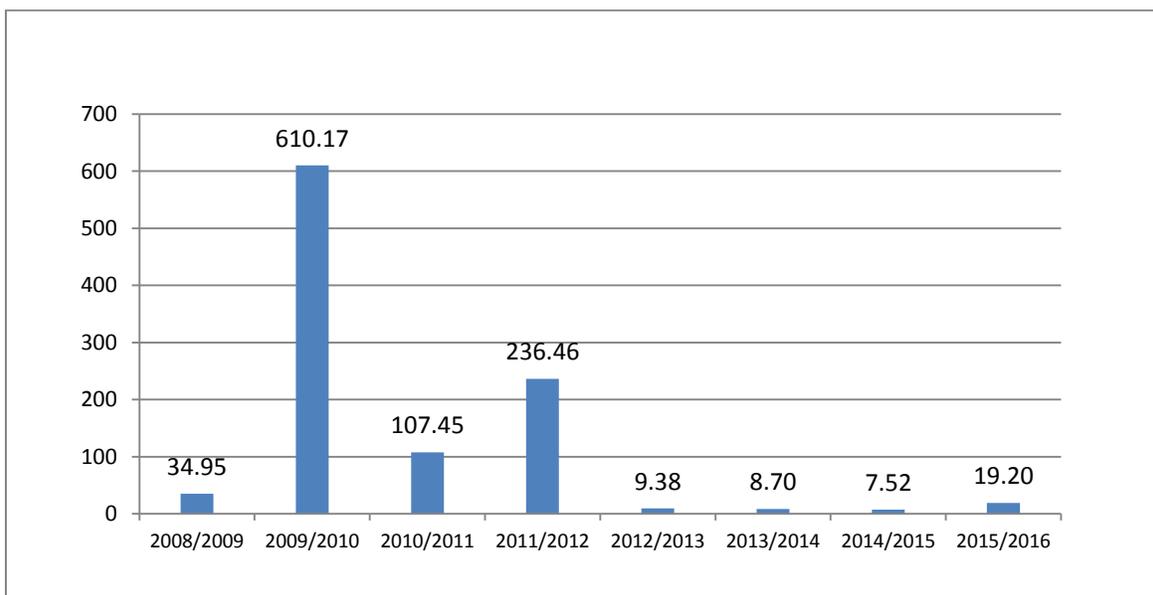
importar 995 mil toneladas. Esta situación muestra una clara dependencia de fructosa proveniente de Estados Unidos por lo que salen a relucir las disputas bilaterales y políticas proteccionistas en el comercio de azúcar y jarabe de maíz entre México y el país vecino del norte.

5.6 Comercio nacional de azúcar

5.6.1 Importaciones

Dado de que México es autosuficiente en la producción de azúcar, no necesita importar este producto; sin embargo, en algunos periodos de baja producción, importa determinada cantidad cuidando que no afecte el mercado interno.

Gráfica 5.6. Importaciones de azúcar por ciclo azucarero (miles de toneladas), periodo 2008/2009-2015/2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA (2016b).

Las importaciones de azúcar que realiza México, se llevan a cabo bajo el amparo de cupos de importación, establecidos por la secretaria de economía, con un arancel preferencial dependiendo del país de origen que se trate. Esto mediante el mecanismo de cupos, con el fin de asegurar el abasto y mantener la estabilidad del precio del azúcar en el mercado interno (para la industria alimentaria y los hogares). Las importaciones de azúcar en México provienen principalmente de países de Centro y Latinoamérica, tales como: Guatemala, Costa Rica, Nicaragua, Brasil, Colombia, entre otros (SIICEX, 2017).

Las importaciones de azúcar realizadas por México en los últimos ocho ciclos productivos son muy variadas, con un máximo muy marcado de 610 mil toneladas en el ciclo 2009/2010 (Gráfica 5.6), ocasionado principalmente por la baja producción nacional de azúcar en el mismo ciclo. A partir del ciclo productivo de 2012/2013, en el que la producción de azúcar alcanzó su punto máximo, las importaciones de azúcar han mostrado una clara tendencia a la baja, con menos de 10 mil toneladas en los ciclos de 2012/2013 al 2014/2015. En el ciclo más reciente, la cantidad importada aumento a 19.2 mil toneladas, cantidad que no es significativa si se compara con los máximos importados a principios del periodo de análisis (Grafica 5.6).

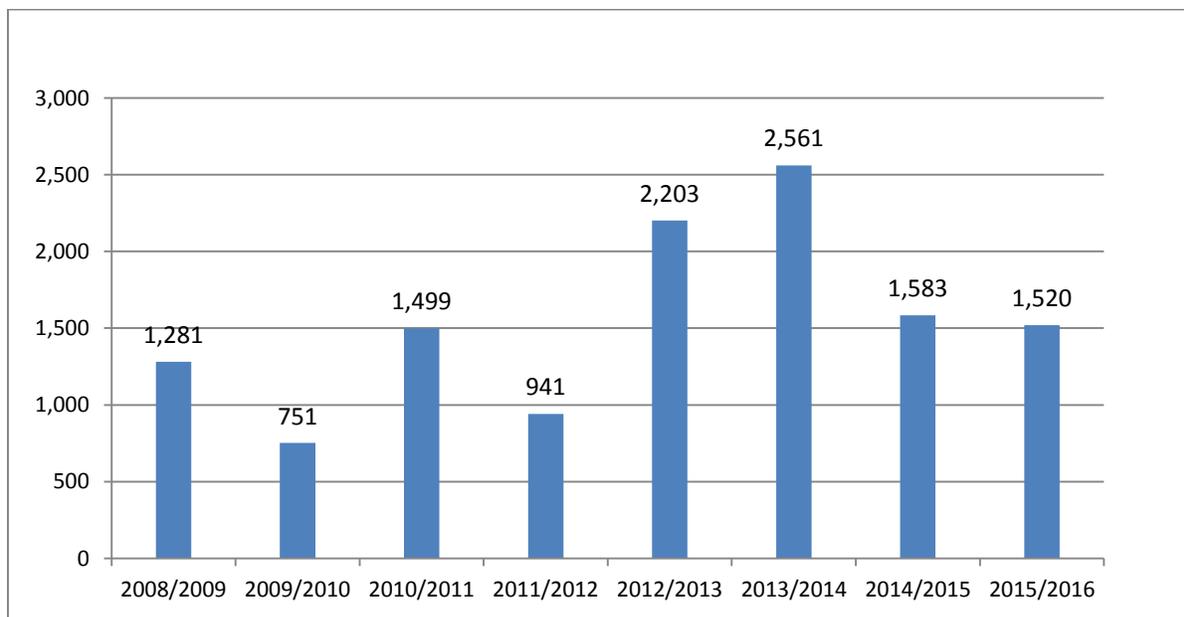
5.6.2 Exportaciones

La agroindustria azucarera en nuestro país cuenta con capacidad para abastecer la demanda interna de azúcar y además presenta excedentes, que históricamente se han exportado al mercado estadounidense. A partir del ciclo 2012/13 el sobreabasto regional ha llevado a la necesidad de incursionar en nuevos mercados; sin embargo, ante precios internacionales bajos del azúcar, se deben considerar alternativas propuestas en el PRONAC (2014), como destinar caña a la producción sustentable de biocombustibles para el mercado nacional, para la producción de

alcohol, así como productos y subproductos, con lo que se aprovecharían los altos niveles de producción de caña de azúcar alcanzados.

La participación del azúcar mexicana en el contexto global se da en un entorno complejo, debido a la alta intervención gubernamental en la mayoría de los países productores de azúcar, pero principalmente de Estados Unidos nuestro principal socio comercial, que a partir de la apertura del TLCAN en 1994 fue más marcada, pues México empezó a importar JMAF, el sustituto perfecto del azúcar, ocasionando una guerra comercial entre los dos países.

Gráfica 5.7. Exportaciones de azúcar por ciclo azucarero (miles de toneladas), periodo 2008/2009-2015/2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA (2016b).

El abasto de producción de azúcar en nuestro país permite exportar un cierto margen dependiendo de la demanda, principalmente del mercado estadounidense. El promedio de exportación en los últimos ocho ciclos productivos es de 1.5 millones de toneladas (85% al mercado estadounidense, 6.5% al resto del mundo y lo demás correspondió a ventas IMMEX),

con máximos en los ciclos 2012/2013 y 2013/2014 superando los 2 millones de toneladas y mínimos en los ciclos 2009/2010 y 2011/2012 con valores de 751 y 941 mil toneladas, respectivamente (Gráfica 5.7).

El margen de exportación en el periodo 2008/2009- 2015/2016 alcanzó su valor máximo en el ciclo 2013/2014 con 2.56 millones de toneladas, (67% con destino al mercado estadounidense, 26% al resto del mundo y la cantidad restante correspondió a ventas IMMEX) (Grafica 5.7; CONADESUCA, 2016b).

El programa IMMEX establecido en noviembre de 2006, es un instrumento mediante el cual se permite importar temporalmente los bienes necesarios para ser utilizados en un proceso industrial o de servicio destinado a la elaboración, transformación o reparación de mercancías de procedencia extranjera importadas temporalmente para su exportación o a la prestación de servicios de exportación, sin cubrir el pago del impuesto general de importación, del impuesto al valor agregado y, en su caso, de las cuotas compensatorias. El azúcar importado temporalmente sólo podrá permanecer en territorio nacional por un plazo de 6 meses para su transformación y exportación (SE, 2010).

En el reciente ciclo azucarero (2015/2016), México exportó 1.52 millones de toneladas, de éstas el 74% tuvo como destino el mercado estadounidense, el 6% al resto del mundo y el 20% fue de ventas IMMEX. Los envíos de azúcar a mercados diferentes del estadounidense alcanzó un valor de 86,367 toneladas; los principales destinos fueron Republica Dominicana (34.6%), Australia (31.3%) y Mauritania en África (20.8%).

En los últimos ciclos productivos los montos de exportación de azúcar mexicana se han visto afectadas por las medidas proteccionistas del gobierno estadounidense respecto a su mercado. En el 2014, se establece un acuerdo de suspensión de investigaciones por dumping y subvenciones en contra de las importaciones del azúcar mexicana entre la Secretaría de Economía y el

Departamento de Comercio de Estados Unidos, en dicho convenio se establece una nueva regulación para determinar los cupos de exportación de azúcar mexicana a los Estados Unidos.

El monto del cupo total de cada ciclo azucarero sería determinado en toneladas métricas valor crudo con base en el mínimo de las siguientes dos variables:

- I. El volumen del excedente de oferta de México, determinado por el CONADESUCA, y
- II. Las necesidades del mercado³ de Estados Unidos.

El cupo total de exportación (CT_t) de cada ciclo azucarero sería determinado por la siguiente fórmula:

$$CT_t = \min\{ X_t, Y_t \} * \alpha$$

Dónde:

CT_t = Cupo Total en tiempo t

X_t = Límite de exportación a Estados Unidos, con base en la publicación del WASDE en el tiempo t .

Y_t = Excedente de Oferta calculado por el CONADESUCA en el tiempo t .

α = Porcentaje de necesidades de Estados Unidos (establecidas en el Acuerdo de Suspensión).

La suma del volumen de azúcar refinada no podía rebasar el 53% del cupo total, además se establecieron precios mínimos de exportación; 26 centavos por libra para el azúcar refinado y 22.25 centavos por libra para el azúcar estándar (ITA, 2014).

³Son iguales a 1.135 del uso total, menos los inventarios iniciales, menos la producción de azúcar de caña y remolacha, menos las importaciones bajo arancel-cupo, menos importaciones bajo otros programas de importación determinado.

El 95% del cupo establecido se asigna entre ingenios que hayan reportado al CONADESUCA su producción de azúcar del ciclo azucarero inmediato anterior, además deberán estar dentro de los reportes de avance de producción de azúcar y caña de azúcar que publica el CONADESUCA. El 5% se asigna entre nuevos entrantes, quienes no acrediten producción de azúcar en el ciclo inmediato anterior, pero que en los registros del CONADESUCA hayan reportado producción en ciclos previos.

Este acuerdo ha sido perjudicial para la industria nacional pues a partir que entró en vigor, las exportaciones han disminuido; hasta antes del tratado, en la zafra 2013/3014 se exportaron 2.5 millones de toneladas, en comparación a las zafras 2014/2015 y 2015/2016 donde se exportaron 1.58 y 1.52 millones de toneladas, respectivamente, es decir, más de 50% en reducción (Gráfica 5.7). Reducciones ocasionadas principalmente por la disminución de los cupos de exportación a Estados Unidos; ya que cayeron 179.3 mil toneladas al pasar de 1,162,604 toneladas en 2014/15 a 983,247 en 2015/16 (DOF, 2015b; DOF 2015c).

A principios del 2017, se empezó una nueva disputa por el comercio del azúcar entre México y Estados Unidos, el gobierno estadounidense inició una revisión administrativa para la anulación del acuerdo de 2014, argumentando que México solo podía exportar el 40 % del cupo asignado en los primeros seis meses del ciclo, lo cual no se había cumplido por parte de nuestro país. Ante tal situación, México optó por cancelar temporalmente los permisos previos de exportación establecidos en el 2014 (Barrera, 2017; La Razón, 2017).

El acuerdo al que llegaron ambos países en junio de 2017, fue que México reduciría la exportación de azúcar refinada de 53 a 30% y el 70% sería azúcar cruda, además, se modificaron los precios mínimos para la exportación de este producto de México a Estados Unidos.; los precios mínimos del azúcar sin refinar aumentarían de 22.25 a 23 centavos por libra, mientras que para la refinada pasarían de 26 a 28 centavos por libra (Expansión, 2017).

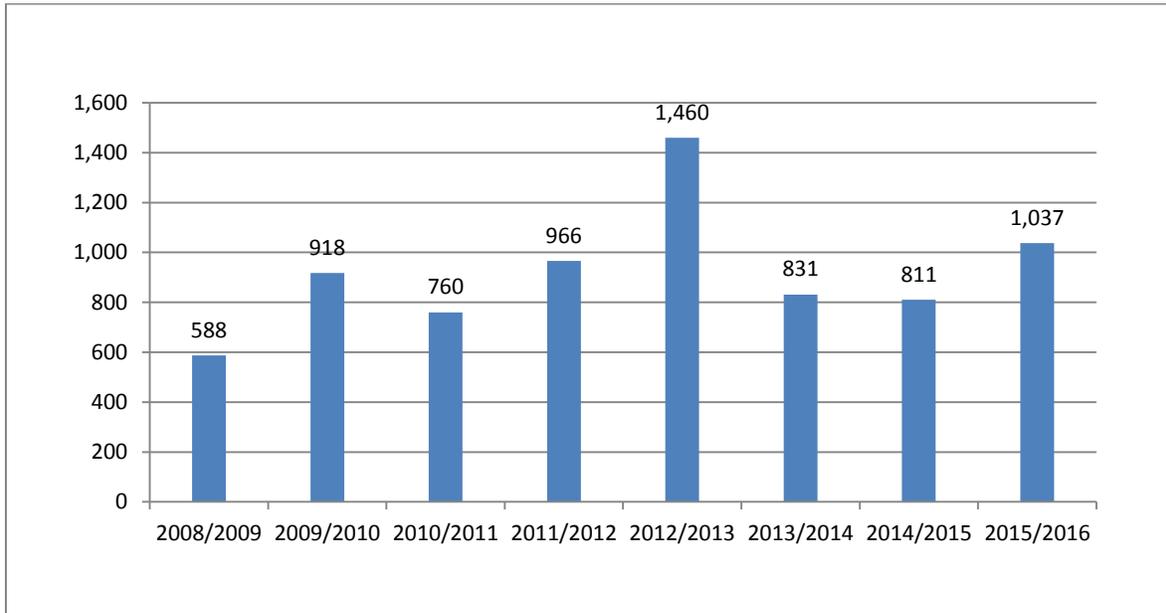
Actualmente México exporta cierta cantidad de azúcar cruda fuera del cupo establecido por Estados Unidos. Esto bajo el programa de Re-Exportación de aquel país, destino final Resto del Mundo, el cual consiste en usar el azúcar sin refinar proveniente de otros países, para producir azúcar refinada dentro de del territorio estadounidense a fin de exportarla o utilizarla en la fabricación de productos de exportación.

5.7 Inventarios nacionales de azúcar

Dada la estacionalidad de la producción y la uniformidad del consumo de azúcar, se requiere almacenar cierta cantidad para abastecer los periodos de escasez del producto. Inventarios que además pueden servir para la recuperación del precio en el corto plazo y reducir el efecto de la volatilidad en el mercado por los efectos de los precios internacionales.

En los últimos ocho ciclos productivos, los inventarios nacionales finales en promedio han sido iguales a 921 mil toneladas. En el ciclo atípico 2012/2013, el superávit provocado por el incremento en la producción de azúcar derivado del aumento en las hectáreas sembradas de caña en años anteriores y el buen clima, saturó al mercado interno con inventarios muy por arriba de los que se demandaron, llegando a 1.46 millones de toneladas, lo cual llevó a una caída en el precio del azúcar que, en consecuencia, afectó el precio de la caña. Después de dos caídas consecutivas, los inventarios se recuperaron en 2015/2016 alcanzando un valor de 1.03 millones de toneladas (Gráfica 5.8).

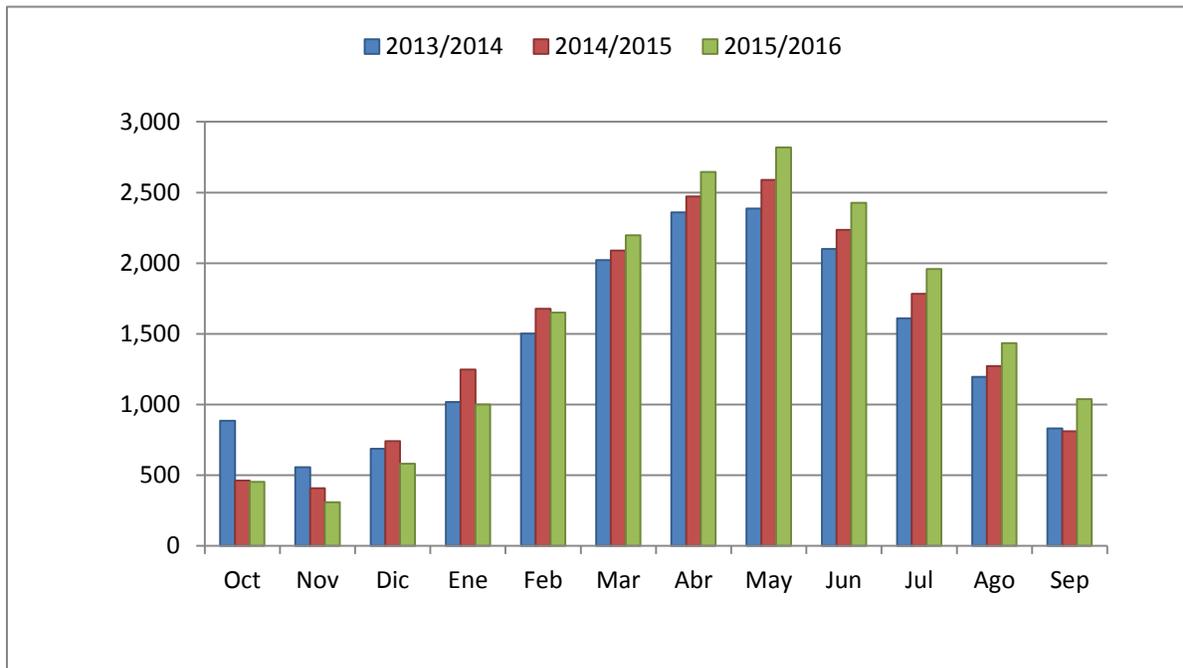
Gráfica 5. 8. Inventarios finales de azúcar (miles de toneladas), periodo 2008/2009-2015/2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA (2016b)

Al depender de las condiciones biológicas y climáticas, la producción de caña y de azúcar es estacional en el año, lo que se ve reflejado en los inventarios mensuales. En los meses de febrero a julio, los inventarios aumentan considerablemente por la producción obtenida, y en meses como agosto, septiembre, octubre y noviembre se reducen por la baja producción de azúcar, en estos meses la demanda se satisface con la existencia almacenada en los meses de producción alta. En los meses que se tiene los mayores inventarios son en abril y mayo, que en la última zafra superaron las 2.5 millones de toneladas (Gráfica 5.9).

Gráfica 5.9. Inventarios mensuales de azúcar de los tres últimos ciclos productivos (miles de toneladas).

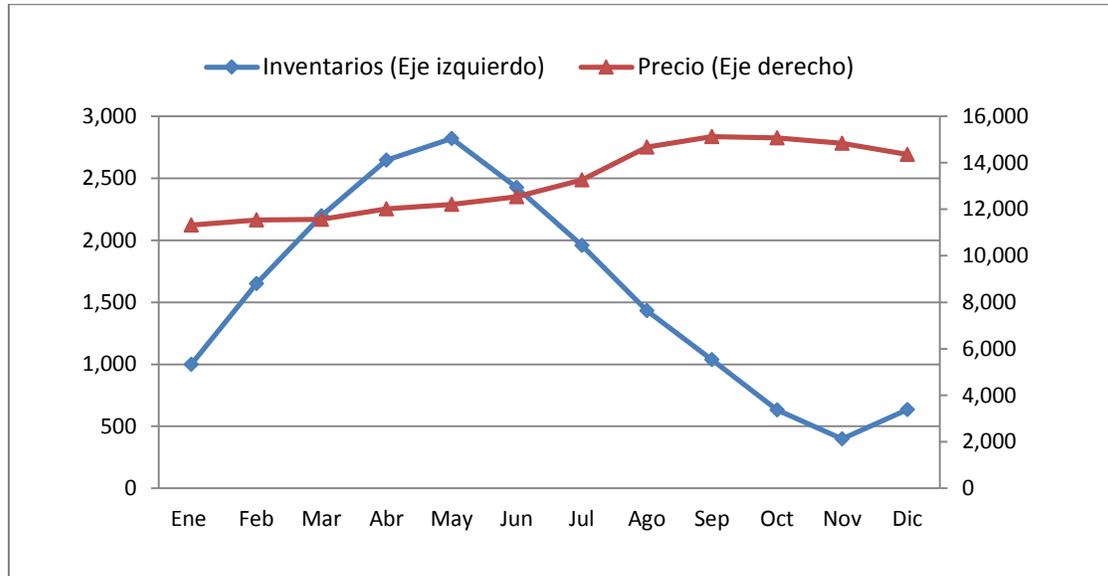


Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA (2016b)

Además de la estacionalidad en la producción de azúcar, los inventarios también afectan el comportamiento de los precios nacionales como se observa en la Gráfica 5.11; en los últimos meses del año, cuando los inventarios disminuyen se observa un alza en los precios al mayoreo de azúcar en las centrales de abastos del país, por lo que un manejo adecuado de los inventarios podría ayudar a revertir la volatilidad de los precios en el mercado nacional.

Gráfica 5.10. Inventarios mensuales (miles de ton) vs Precios al mayoreo del azúcar (\$/ton).

Año 2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA (2016b) y SNIIM (2016).

5.8 Precios nacionales del azúcar

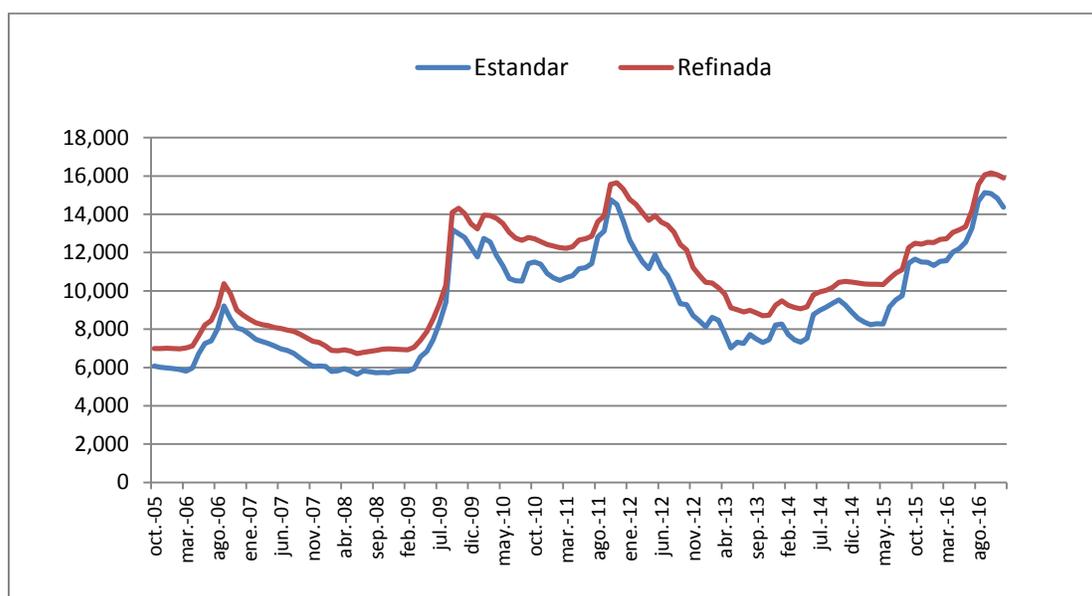
Los precios nacionales del azúcar están altamente relacionados a los precios internacionales. Cuando el precio internacional presenta fluctuaciones, debido principalmente a factores climáticos y de mercado que afectan la oferta de azúcar ocasionando periodos de superávit y de déficit mundial, también se ven reflejados en los precios del mercado local.

Como ya se revisó en capítulos anteriores, durante la zafra 2011/2012, los precios altos incentivaron un incremento en la superficie ocupada por caña de azúcar, trayendo como consecuencia una mayor producción de azúcar; sin embargo, para el siguiente ciclo 2012/2013 el exceso de inventarios nacionales y el superávit mundial resultó en la caída de los precios nacionales e internacionales.

5.8.1 Precios al mayoreo de azúcar

En nuestro país, el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) es el organismo encargado de llevar a cabo el monitoreo de los precios del azúcar en las centrales de abastos de todo el país. Información que toma en cuenta el CONADESUCA para establecer el precio de referencia del azúcar para el pago de caña a los productores.

Gráfica 5.11. Precios nominales mensuales al mayoreo de azúcar en el mercado nacional (pesos/ton), periodo 2006-2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de SNIIM (2016).

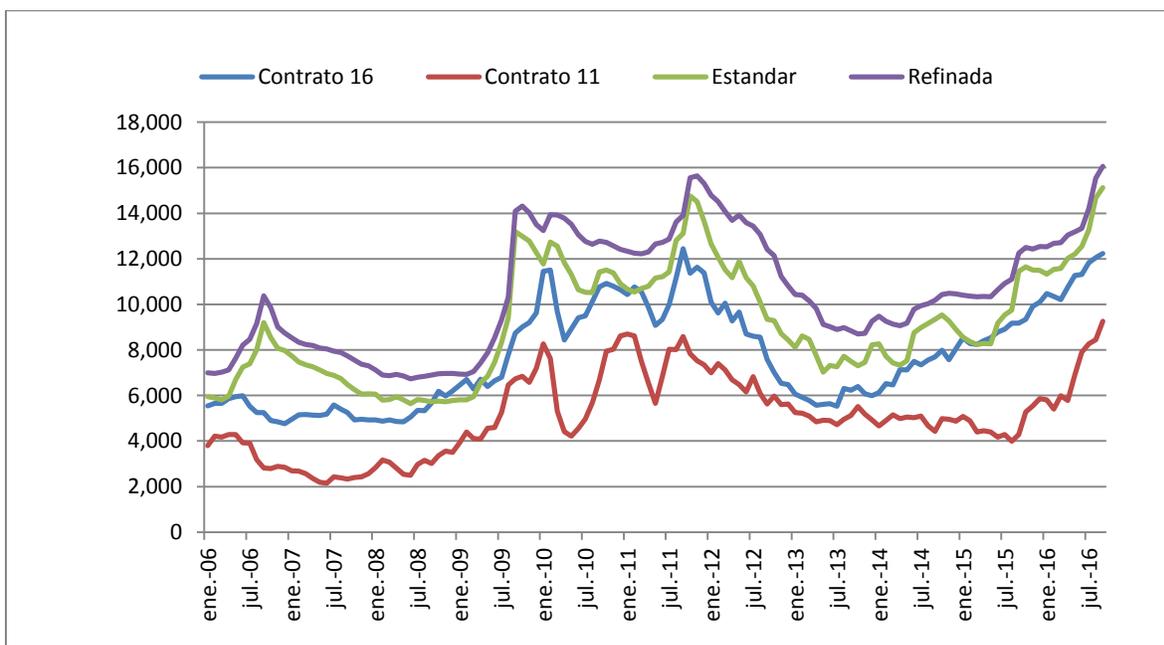
En el periodo de 2005 al 2016, los precios nacionales al mayoreo de azúcar estándar y refinada presentaron mucha volatilidad, con picos de crecimiento y decrecimiento muy marcados en todo el periodo. En septiembre de 2006 se presentó un incremento muy pronunciado en los precios, rebasando los 10 mil pesos/ton tipo refinada, los siguientes 2 años presentaron una caída importante, hasta llegar a 6 mil pesos para el mismo tipo de azúcar, para recuperarse nuevamente

y presentar un nuevo máximo a finales del año 2009. En los siguientes 2 ciclos productivos, de 2009 a 2011 se presentó la máxima volatilidad sin una tendencia clara (Gráfica 5.11).

En los últimos años, los precios nominales del azúcar refinada han mostrado una clara tendencia al alza con un aumento de 185% de octubre de 2013 al mismo mes de 2016 al pasar de 8,703 a 16,157 \$/ton, y un aumento de 206% en el caso del azúcar estándar de 7,304 a 15,075 \$/ton (Gráfica 5.11), situación que beneficia a los cañeros e intermediarios pero que claramente perjudica el consumidor.

Los precios internacionales del azúcar (medidos por los contratos Número 11 y 16) son por lo general más bajos que los nacionales (Gráfica 5.12). Los precios internacionales mostraron una tendencia a la baja desde 2011, debido a cuatro sucesivos excedentes globales de producción y como consecuencia el precio nacional también presentó la misma tendencia a la baja la cual llegó a su punto más bajo a finales del 2013 (Gráfica 5.12).

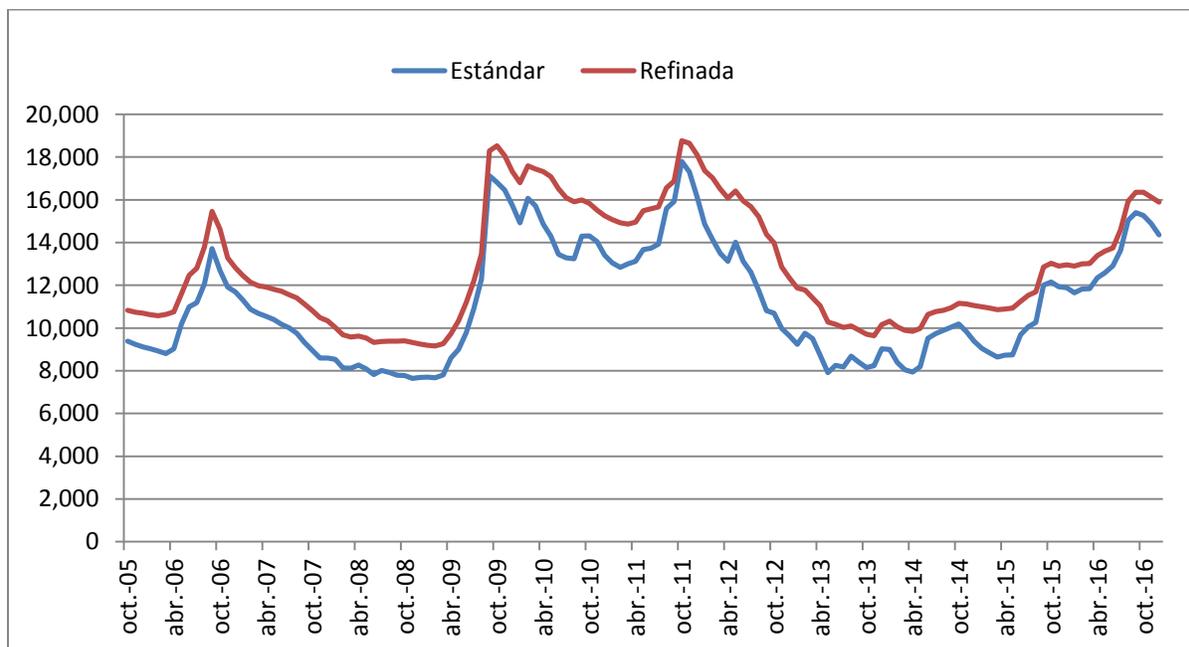
Gráfica 5.12. Precios nacionales vs internacionales del azúcar (pesos/ton).



Fuente: elaboración propia con datos de SNIIM (2016).

Para tener una perspectiva más clara del comportamiento de los precios al mayoreo del azúcar en el mercado nacional en la Gráfica 5.13 se presentan los precios reales descontados con el Índice Nacional de Precios al Consumidor (precios constantes de 2016) del mismo periodo analizado anteriormente. Como se aprecia en la gráfica, los precios reales muestran gran volatilidad, con máximos de más de 18 mil pesos/ton de azúcar refinada y de más de 17 mil en el caso del azúcar estándar a finales del 2009 y 2011. A pesar de la gran volatilidad de los precios reales del azúcar en el periodo de análisis, éstos rondan los 12,800 \$/ton para azúcar refinada y 11,100 \$/ton el azúcar estándar. La diferencia entre los dos tipos de precios de azúcar al mayoreo en las centrales de abastos del país es en promedio de 15.5%.

Gráfica 5.13. Precios reales mensuales al mayoreo de azúcar en el mercado nacional (pesos/ton), periodo 2006-2016.

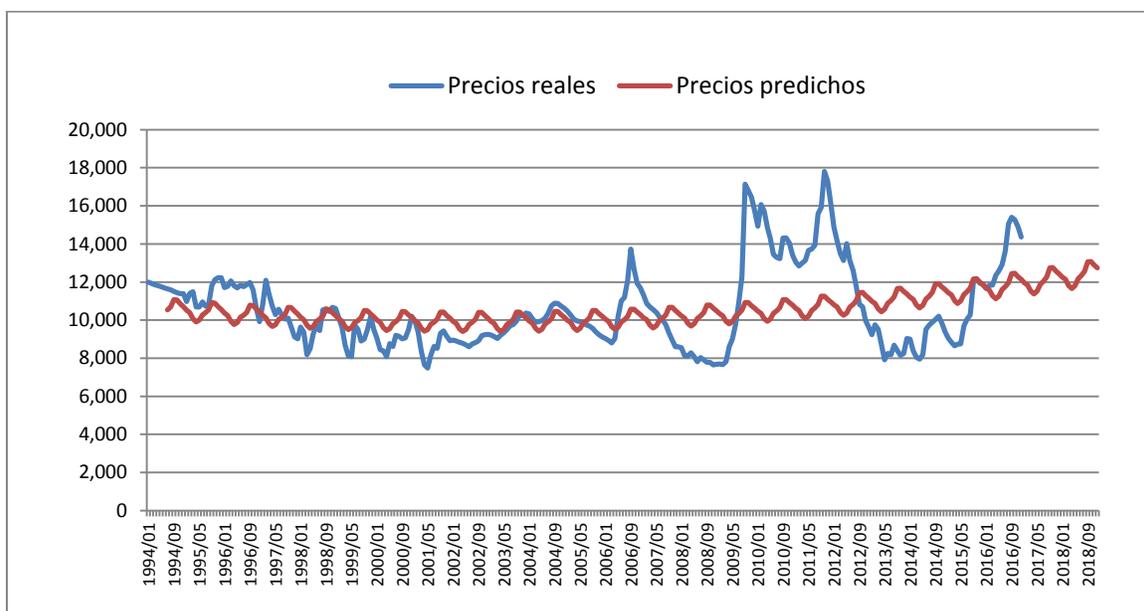


Fuente: Elaboración propia con datos de SNIIM (2016).

Se espera que los precios se mantengan al alza en el siguiente periodo principalmente por el conflicto que se tiene con el mercado estadounidense, por la falta de acuerdos entre México y Estados Unidos para continuar con el libre comercio de azúcar a nuestro vecino del norte.

Para apreciar mejor la tendencia de los precios, se realizó el cálculo de los índices de precios del azúcar estándar con datos mensuales de enero de 1994 a diciembre de 2016. Los resultados se muestran en la Gráfica 5.14, en la se pueden apreciar los resultados y las proyecciones realizadas de dos años en donde claramente se observa la tendencia a la alza de los precios reales hasta el 2018.

Gráfica 5.14. Precios reales contra precios predichos tomando en cuenta los índices de precios.



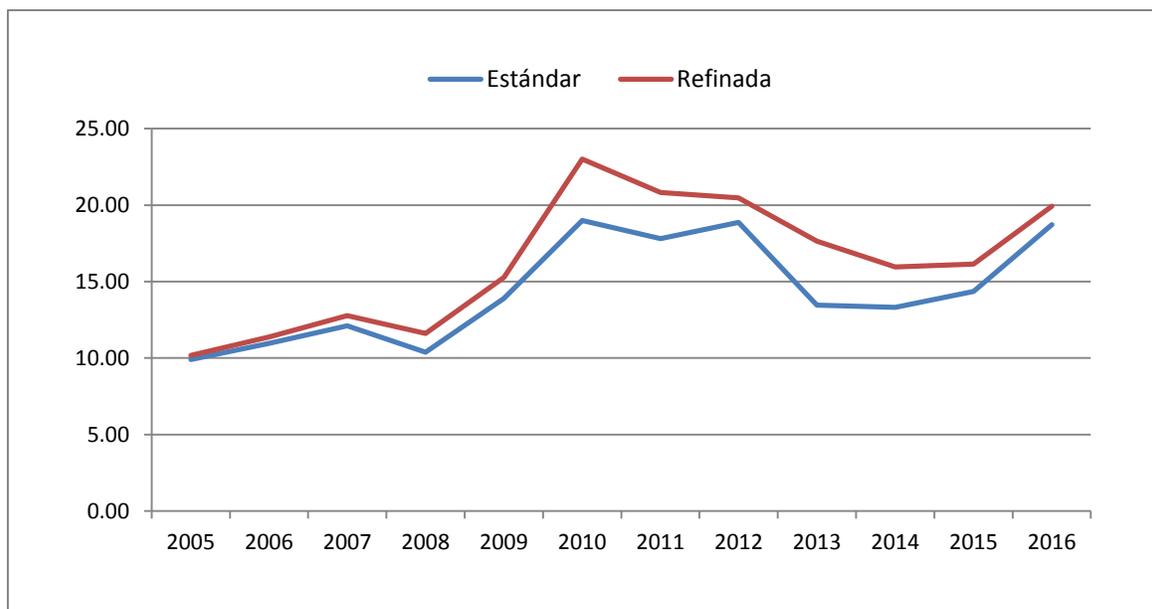
Fuente: elaboración propia con datos de SNIIM (2016) y cálculos de índices.

5.8.2 Precios al consumidor de azúcar

Los precios nominales del azúcar para el consumidor final en los centros comerciales presentan un comportamiento similar a los precios al mayoreo en las centrales de abastos. Con máximos en el año 2010 de 23 \$/kg de azúcar refinada y 19 \$/kg de azúcar estándar, para volver a caer en 2013 y a partir de ahí se tiene un repunte importante hasta la fecha (Gráfica 5.15).

Cómo se observa en la Gráfica 5.15, los precios al menudeo en supermercados reaccionan lentamente a los cambios en los precios al mayoreo, por lo general un ajuste en los precios al mayoreo se ve reflejado en el precio a los consumidores hasta un mes después.

Gráfica 5.15. Precios al consumidor por tipo de azúcar en el mercado nacional (pesos/kg), periodo 2006-2016.



Fuente: Elaboracion propia con datos de PROFECO (2016).

La brecha que se tiene entre los precios al mayoreo o en centrales de abastos y los precios al consumidor en supermercados es muy marcada, pues en el periodo 2005-2016 en promedio fue

de 61% para el azúcar estándar y 57% para azúcar refinada. La diferencia más grande se presentó en el año 2007 con 77% en caso de azúcar estándar y 61% en azúcar refinada. Para los últimos años el margen se ha disminuido a 42 y 39% para el azúcar estándar y refinada, respectivamente.

5.9 Usos alternativos de la caña de azúcar

La caña de azúcar es un cultivo del cual se pueden obtener diversos productos, subproductos y coproductos de utilidad en diversas industrias como la agrícola, la pecuaria, la alimenticia, la química y la farmacéutica. De acuerdo con Aguilar *et al.*, (2009), del cultivo de la caña es posible obtener etanol, melazas, vinazas, cachaza, energía eléctrica y valor, papel y cartón, biogás, celulosa, tableros, furfural, xilitol, acolchados y aislantes térmicos, moldeados, mejoradores del suelo, azúcares fermentables, edulcorantes, forrajes, mieles secas, rones, etanol anhidro, alcohol hidratado, aguardientes, ácido cítrico, ácido láctico, bioplásticos, solventes, levaduras y glicerol, entre otros.

Según Suárez (2005) citado por Aguilar *et al.*, (2009), en relación a su composición, el desarrollo de derivados, desde el punto de vista de sus materias primas, complejidad tecnológica y valor agregado del producto final, se puede caracterizar en cuatro generaciones de productos, cuyos límites y alcances están fijados en forma convencional.

- 1) La primera generación corresponde al uso directo de los subproductos o de derivados, con un bajo nivel de procesamiento de las materias primas y/o subproductos originales.
- 2) La segunda generación la integran las producciones que utilizan como materia prima subproductos y coproductos del proceso azucarero; se caracterizan por tecnologías de baja y media complejidad y dan lugar a derivados de características propias.

- 3) La tercera generación es la de productos obtenidos por la transformación química y biotecnológica de derivados de la segunda generación y el azúcar, que dan lugar a nuevos productos con propiedades que los diferencian de la materia prima que les dio origen y parten de tecnologías de mediana y alta complejidad.
- 4) La cuarta generación pertenece a los productos obtenidos a partir de subproductos derivados de segunda y tercera generación, dando lugar a productos de alto valor agregado, precursores o productos de otros procesos. Parten de tecnologías químicas y bioquímicas de alta complejidad.

A pesar de que la caña de azúcar se puede utilizar como materia prima para la producción de un sinnúmero de productos dependiendo del grado de transformación, solo cinco se producen en México: azúcar (por mucho el principal producto), alcohol, melazas, bagazo para cogeneración de energía en los ingenios azucareros y bagazo para papel.

5.9.1 Producción de Etanol o Alcohol Etílico

El alcohol etílico con cierta cantidad de agua se obtiene de la fermentación de productos naturales como la caña de azúcar, maíz, remolacha, sorgo dulce, entre otros, al eliminar dicha agua mediante la destilación en forma de agua residual, se obtiene una concentración de alcohol al 96% de pureza con poca humedad llamado alcohol anhidro o etanol anhidro; comúnmente empleado como biocombustible de vehículos especialmente modificados para usarlo sin necesidad de desnaturalizarlo. El etanol anhidro se utiliza actualmente en varios países para oxigenar la gasolina, con el objetivo de aumentar el octanaje, reducir las emisiones y mejorar el medio ambiente (Cárdenas, 2010).

La manera más simple de producir etanol es mediante la fermentación de biomasa con contenido de azúcar directamente convertible en etanol (de primera generación). En Brasil y otros países tropicales que actualmente producen etanol, la principal materia prima utilizada es la caña de azúcar. En Estados Unidos el etanol se produce principalmente a partir de féculas de maíz y en países europeos se utiliza trigo y remolacha azucarera.

El etanol anhidro se puede mezclar con la gasolina en porcentajes de hasta 20% sin tener que modificar el diseño de los autos. Además, el etanol al mezclarse con la gasolina ayuda a aumentar el desempeño del motor, por tener un mayor octanaje (120) que la gasolina por sí sola (98) (EIA, 2017).

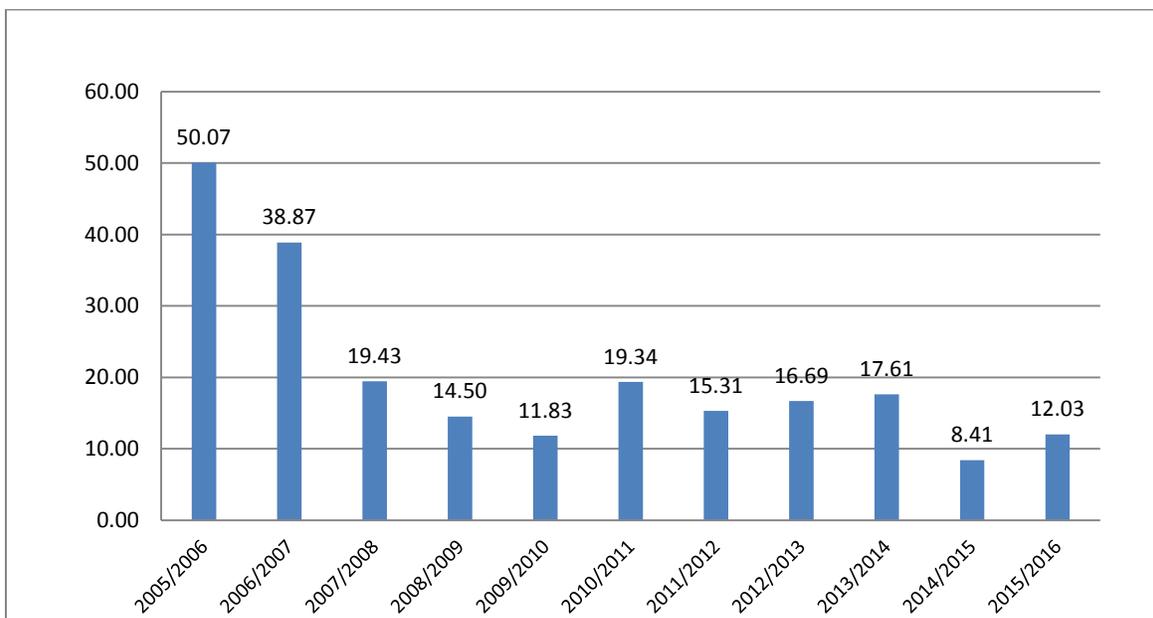
La producción de etanol a nivel mundial en el 2016 fue de 100.6 mil millones de litros. Los principales países productores son Estados Unidos, Brasil y La Unión Europea con 58, 27 y 5 mil millones de litros, respectivamente; entre los tres representan el 90% de la producción mundial (RFA, 2016).

En la actualidad, Brasil es el principal productor de etanol a partir de la caña de azúcar y un claro caso de éxito en la producción de este producto como combustible, con muchos años de experiencia y que motivado principalmente por las crisis internacionales de azúcar y petróleo, estableció el Programa Nacional del Alcohol (PROALCOHOL) en la década de los 70s. A través del PROALCOHOL, el gobierno federal financió la recuperación del déficit existente en la producción azucarera, así como también revirtió la situación vivida por el sector cañero, permitiéndole expandirse con la producción de alcohol carburante. En el éxito alcanzado por Brasil, ha sido fundamental la compra y manejo del etanol por parte de la paraestatal PETROBRAS, además de que los productores de caña de azúcar buscan otras salidas mejor remuneradas que la exportación de azúcar (Mateus de Almeida, 2012)

En el 2016, en Brasil se consumieron 26.2 mil millones de litros de etanol carburante, de los cuales 44% fue etanol anhidro (mezclado con gasolinas, en proporciones que oscilan entre 20 y 25%) y 56% fue etanol hidratado (etanol puro 100%), para vehículos que cuentan con tecnología total flex fuel, los cuales pueden funcionar con 100% gasolina, 100% etanol o con cualquier tasa de combinación entre ambos (UNICA, 2017).

Aunque la producción de etanol en nuestro país se lleva a cabo desde hace varios años en algunos ingenios, éste sólo se produce para usos en bebidas alcohólicas, productos farmacéuticos y alimenticios, y como solvente y reactivo industriales, pero hasta ahora no se ha hecho un esfuerzo representativo por aumentar su producción como combustible.

Gráfica 5.16. Producción nacional de alcohol (millones de litros),
ciclos 2005/2006-2015/2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de Infocaña-CONADESUCA (2017).

La producción de alcohol en México ha mostrado una marcada disminución, ya que en el periodo 2005/2006–2015/2017, bajó en términos absolutos, 38.04 millones de litros, con una disminución

promedio anual de 13.3% (Gráfica, 5.16). En la última zafra (2015/16) sólo se produjeron 12 millones de litros en tres ingenios del país (Pujilic con el 50%, Tamazula con el 35% y Aarón Sáenz Garza con el 15%,) por lo que existe potencial para incrementar la producción. La disminución de la producción se explica principalmente por las importaciones de alcohol a un precio inferior, al costo de producción nacional, así como por los impuestos con los que se gravaba al producto elaborado en el país, lo que volvió inviable a esta industria.

En el año 2012, de los ingenios azucareros que existían en México, dieciocho contaban con una destilería para la producción de etanol, y solamente ocho producían alcohol (Ingenios La Concepción, San José de Abajo, San Nicolás, Constanica, Puljitic, Tamazula, Calipan e San Pedro). Producción que se destinaba a satisfacer la demanda de bebidas alcohólicas y de la industria química (SENER, 2012).

Datos de CONADESUCA (2012), indican que actualmente la capacidad instalada para la producción de alcohol etílico en México es de 90.05 millones de litros por zafra en 6 ingenios del país (Pujilic en Chiapas, Tamazula en Jalisco, San Nicolás, Aarón Sáenz, Constanica y La Gloria en Veracruz). Por lo que respecta a la producción de etanol anhidro o para combustible, la capacidad instalada asciende a 46,12 millones de litros por zafra, en los ingenios La Gloria y San Nicolás en Veracruz y en la Alcoholera Zapopan en Jalisco. En términos generales, la producción de este biocombustible en México es prácticamente nula.

La poca producción de etanol en nuestro país a partir de caña de azúcar, representa una desventaja ante países como Brasil, que lleva más de treinta años aplicando una política de bioenergía tendiente a lograr la seguridad energética, emprendiendo para ello el fomento de investigación, tecnología y operación.

En nuestro país se han hecho esfuerzos con el establecimiento de leyes, programas y estudios para promover la producción de etanol combustible, tales como la ley de Promoción y Desarrollo

de los Bioenergético de 2008, el Programa de Introducción de Bioenergéticos de la Secretaría de Energía, el Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico PROINBIOS 2009-2012, etc.

Actualmente, el marco jurídico y regulatorio, así como los lineamientos de política pública parecen ser insuficientes y algunos hasta contradictorios para promover y desarrollar la producción y uso de etanol como combustible ya que en el 2016 se estableció la norma 016-CRE-2016 expedida por la Comisión Regulatoria de Energía, la cual prohíbe el uso de etanol en las áreas metropolitanas de Monterrey, Guadalajara y el Valle de México, zonas donde se encuentran el grueso de la demanda de este biocombustible, además de que en el resto del territorio nacional solo se podía utilizar un máximo de 8.5% en volumen de etanol como oxigenante (DOF, 2016). Una modificación realizada a dicha norma en 2017 permite el uso del etanol de hasta el 10% de mezcla en las zonas consideradas resto del país, excluyendo las zonas metropolitanas más importantes (DOF, 2017).

Según estimaciones del IICA (2007), indican que para poder sustituir el 10% de la mezcla de etanol como oxigenante en las gasolinas del territorio nacional, sería necesario establecer 656.6 mil hectáreas de caña de azúcar para la producción de este biocombustible, lo que indica que con la aprobación del nuevo porcentaje de mezcla aprobado, también es necesario eliminar la prohibición del uso del etanol en las zonas metropolitanas más importantes del país, para poder detonar la demanda, por consiguiente la producción del etanol anhidro.

En cuanto a la demanda, PEMEX es el único organismo facultado para comercializar y realizar la mezcla de etanol con la gasolina, por lo que cualquier política que promueva el uso de este biocombustible debe tomarse en cuenta la labor que realiza la paraestatal.

Del lado de la producción, los lineamientos de política para fomentar la producción de etanol debe tomar en cuenta las condiciones de los productores primarios ya que directamente participan

en la industria azucarera un total de 191 mil cañeros en dos grande organizaciones, que en promedio poseen entre 3.5 y 4.5 hectáreas. Se deben llevar a cabo acciones para mejorar su competitividad debido a que la materia prima tiene una participación muy alta en la estructura de costos de la producción del etanol anhidro.

A pesar de la situación que presenta la producción de etanol de caña en México, el panorama no es tan desalentador si se considera la situación en que se encuentra el mercado externo de azúcar, la capacidad instalada, el apoyo normativo a la producción y al uso de etanol, un repentino aumento de los precios del petróleo y el continuo aumento en el precio de la gasolina, hacen que los biocombustibles sean los sustitutos más atractivos para los combustibles derivados del petróleo. La creciente demanda en el sector transporte, el agotamiento no lejano de los combustibles fósiles, el cambio climático, la insuficiente producción de alimentos y las nuevas políticas hacia el bienestar del medio ambiente, hacen que la producción de etanol a base de caña de azúcar represente una buena alternativa como combustible en nuestro país .

5.9.2 Producción de melaza

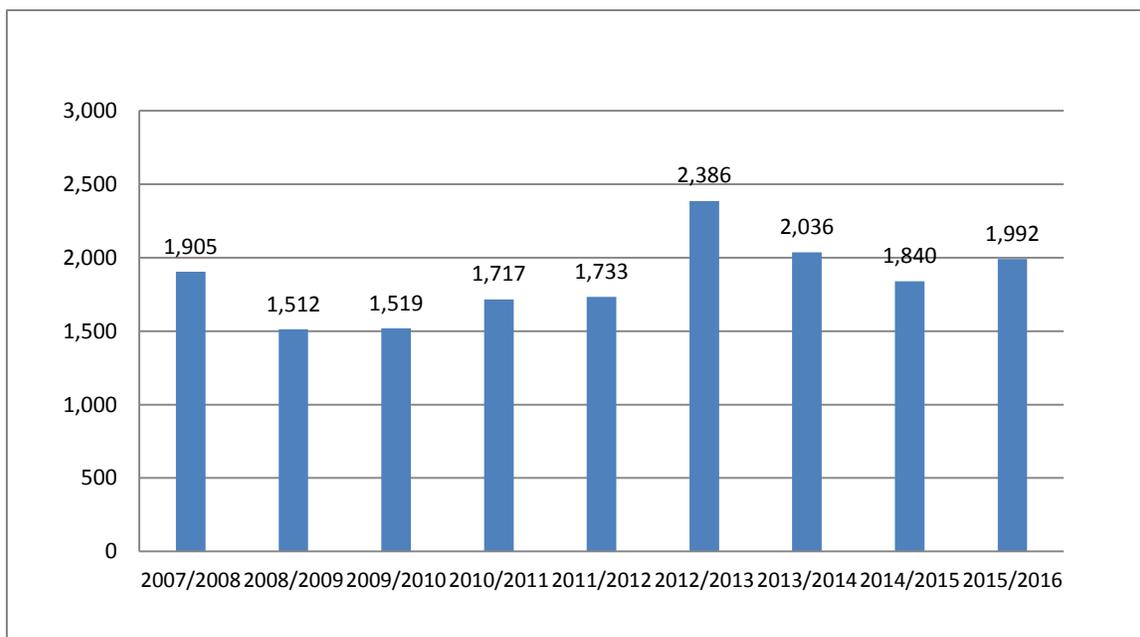
La melaza es un subproducto obtenido de la cristalización final del azúcar, del que no se puede obtener más azúcar por métodos físicos. Se elabora mediante la cocción del jugo de la caña de azúcar hasta la evaporación parcial del agua que éste contiene, formándose un producto meloso semi-cristalizado. Su aspecto es similar al de la miel de abeja aunque de color parduzco muy oscuro, prácticamente negro. El sabor es dulce, agradable y según los expertos, cuanto más oscura sea, más sabor y nutrientes tendrá (Financiera Rural, 2011; CONADESUCA, 2016e).

Los usos a los que se destina la melaza o miel final son múltiples, entre los dos principales se tiene la obtención de alcohol y su utilización como suplemento en la alimentación de ganado

rumiante a base de pastoreo o forrajes con poco contenido proteico y alimenticio. La melaza, tiene un alto contenido de azúcares y es un insumo de bajo costo, por lo que es una buena alternativa para productores pecuarios.

En el uso de alimentación pecuaria, la melaza contiene una gran cantidad de azúcares concentrados que son una fuente energética que cubre los requerimientos en la elaboración de los piensos, los cuales son base de su alimentación. Las propiedades de palatabilidad y olor agradable para los bovinos, hacen que los niveles de ingestión de los rumiantes se incrementen, incluso en combinación con otros alimentos de olor desagradable que pueden ser rechazados, como algunos cereales, la urea y los minerales, entre otros (CONADESUCA, 2016e).

Gráfica 5.17. Producción nacional de melaza (miles de toneladas), periodo 2005/2006-2015/2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de Infocaña-CONADESUCA (2017).

En México, la producción de melaza en el periodo de 2007/2008 a 2015/2016 ha aumentado 4.7%. La menor producción se tuvo en la zafra 2009/2010, con 1.51 millones de toneladas, y la

mayor en la zafra 2012/2013, con 2.38 millones de toneladas (Gráfica 5.17). Actualmente se producen 1.99 millones de toneladas de melaza diferentes ingenios azucareros del país.

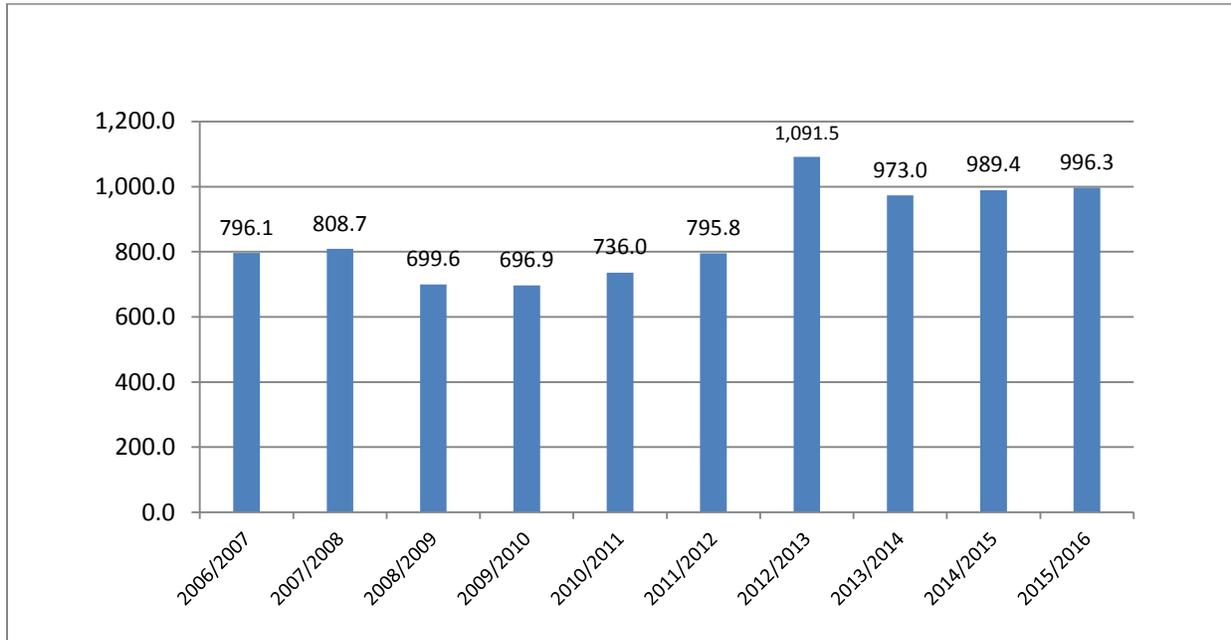
5.9.3 Generación de energía eléctrica

En los ingenios azucareros del país, actualmente, se utiliza el bagazo de la caña como combustible en las calderas que generan el vapor que necesitan las turbinas para el accionamiento de generadores eléctricos, molinos, bombas centrífugas, ventiladores, etc.; y el vapor de escape se destina al proceso de fabricación de azúcar.

Por medio de la cogeneración se puede obtener energía eléctrica y/o mecánica y de la energía térmica aprovechable en los procesos industriales a partir de una misma fuente de energía primaria. En los ingenios se emplea el bagazo de caña como fuente de energía para la cogeneración, con lo que se disminuye el consumo de combustibles fósiles como el petróleo en los procesos industriales, por lo que se tiene un uso más eficiente de los recursos y por consiguiente, una disminución en la emisión de contaminantes.

Como lo muestra la Gráfica 5.18, en los últimos ciclos productivos ha tomado más impulso la generación de energía eléctrica en los ingenios del país, reduciendo drásticamente el consumo de petróleo y de electricidad comprada a la CFE. En la última zafra la producción de energía eléctrica en los ingenios ascendió a 996.3 GWh (gigawatt-hora) que represento el 96% de la energía total consumida en la industria (CONADESUCA ,2016d).

Gráfica 5.18. Cogeneración de energía eléctrica en los ingenios azucareros (GWh), periodo 2006/2007-2015.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA (2016d).

En algunos de los 51 ingenios azucareros que operaron en el ciclo azucarero 2015/2016, el consumo de petróleo se redujo hasta lograr una mejor eficiencia energética para la elaboración de azúcar. Más de 20 ingenios reportan cero en su consumo de petróleo, y otros seis emplearán en el corto plazo exclusivamente bagazo de caña para su producción eléctrica, dentro y fuera de zafra. Algunos ingenios presentan excedentes de electricidad, misma que comercializan a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) durante los primeros meses del año.

En lo que refiere al consumo de energía para su operación, la industria azucarera cuenta con los elementos necesarios para ser autosustentable pues al utilizar los residuos o subproductos (como el bagazo) obtenidos de la cosecha y de la molienda para generar energía se reduce considerablemente el consumo de petróleo; sin embargo, aún queda pendiente solventar el detalle

de la recolección y el transporte de dichos residuos, ya que siguen siendo éstas las principales razones por las cuales las zonas cañeras no hacen uso de este recurso.

CAPÍTULO VI. FORMULACION DEL MODELO

Para alcanzar los objetivos y probar la hipótesis planteada se formuló y obtuvo la solución de un modelo de equilibrio espacial, aplicado al mercado del azúcar a nivel nacional en la zafra 2014/15. La formulación del modelo se basó en Takayama y Judge (1971), en el cual la función objetivo del modelo maximiza la ganancia neta de la industria azucarera. A continuación se describe los elementos y fuentes de información que se consideraron en el modelo de programación.

6.1 Formulación del modelo de equilibrio espacial

La estructura económica del modelo supone que existen varias regiones productoras de caña de azúcar como fuentes de materia prima, ingenios como plantas procesadoras de caña para la obtención de azúcar, regiones consumidoras nacionales y fronteras y puertos de exportación de azúcar. Las regiones productoras de caña (materia prima) están conectadas con los ingenios, y éstos a la vez, están conectados con las regiones consumidoras nacionales y puertos de exportación de azúcar a través de costos de transporte. Los costos de transporte son independientes del volumen, lo que indica la inexistencia de economías de escala (Maddala y Miller, 1991).

6.1.1 Elementos del modelo

El modelo consideró los 45 distritos de desarrollo productores de caña en el país, 54 ingenios en operación, 32 zonas de consumo nacional y 12 puntos de salida de las exportaciones.

Cuadro 6.1. Zonas productoras de caña utilizadas en el modelo.

Estado	Distrito de desarrollo productor de caña (<i>h</i>)				
Campeche	Campeche	Champotón			
Chiapas	Comitán	San Cristóbal de las Casas	Tapachula	Tuxtla Gutiérrez	
Colima	Colima	Tecomán			
Jalisco	Ameca	Ciudad Guzmán	El Grullo	Tomatlán	Zapopan
Michoacán	Apatzingán	Pátzcuaro	Uruapan	Zamora	
Morelos	Zacatepec-Galeana				
Nayarit	Ahuacatlán	Compostela	Santiago Ixcuintla	Tepic	
Oaxaca	Cañada	Tuxtepec			
Puebla	Izúcar de Matamoros		Tehuacán		
Quintana Roo	Chetumal				
San Luis Potosí	Ciudad Valles	Ebano			
Sinaloa	Culiacán	La Cruz	Los Mochis		
Tabasco	Cárdenas	Emiliano Zapata			
Tamaulipas	González	Mante			
Veracruz	Ciudad Alemán	Coatepec	Fortín	Jáltipan	La Antigua
	Martínez de la Torre	Pánuco	San Andrés	Tuxtla	Veracruz

Como zonas productoras de caña, se utilizaron los 45 distritos de desarrollo productores de caña en el país, los cuales abastecen a los diferentes ingenios azucareros: dos en Campeche, dos en Colima, cuatro en Chiapas, cinco en Jalisco, cuatro en Michoacán, uno en Morelos, cuatro en Nayarit, dos en Oaxaca, dos en Puebla, uno en Quintana Roo, dos en San Luis Potosí, tres en Sinaloa, dos en Tabasco, dos en Tamaulipas y nueve en Veracruz (Cuadro 6.1).

Para la transformación de la caña y producción de azúcar, se tomaron en cuenta 54 ingenios azucareros que operaron en el ciclo 2014/2015, ubicados a lo largo del país; uno en Campeche, dos en Colima, dos en Chiapas, seis en Jalisco, tres en Michoacán, dos en Nayarit, tres en

Oaxaca, dos en Puebla, uno en Quintana Roo, cuatro en San Luis Potosí, tres en Tabasco, dos en Tamaulipas, dos en Sinaloa, dos en Morelos y veinte en Veracruz (Cuadro 6.2)

Cuadro 6.2. Ingenios azucareros tomados en cuenta en el modelo.

Estados	Ingenios usados en el modelo (<i>i</i>)				
Campeche	La Joya				
Colima	Quesería				
Chiapas	Pujilic (Cia. La Fe) Huixtla				
Jalisco	Bellavista	José Ma. Ameca	Morelos	Melchor Ocampo	
	San Francisco		José Ma. Martínez (Tala)		Tamazula
Michoacán	Lázaro Cárdenas	Pedernales	Santa Clara		
Morelos	Casasano (La Abeja)		Emiliano Zapata		
Nayarit	Puga	El Molino			
Oaxaca	Adolfo López Mateos	El Refugio	Pablo Machado (La Margarita)		
Puebla	Atencingo	Calipám			
Quintana Roo	San Rafael de Pucté				
San Luis Potosí	Alianza Popular	Plan De Ayala	Plan De San Luis	San Miguel Del Naranjo	
Sinaloa	Los Mochis	El Dorado			
Tabasco	Azsuremex – Tenosique	Santa Rosalía	Presidente Benito Juárez		
Tamaulipas	Aarón Sáenz Garza	El Mante			
	San José De Abajo	Cuatotolapam	El Modelo	El Potrero	La Providencia
Veracruz	Constancia	El Carmen	El Higo	La Gloria	Mahuixtlan
	San Miguelito	San Pedro	San Cristobal	Central Motzorongo	Central Progreso
	Nuevo San Francisco	Pánuco	San Gabriel	San Nicolás	Tres Valles

Para el consumo de azúcar estándar y refinada, se consideró a los 31 estados y la CDMX como zonas consumidoras nacionales de azúcar estándar y refinada, siendo sus capitales los puntos de referencia para los costos de transporte. En cuanto a las exportaciones, el modelo considero 12 principales puntos de salida de las exportaciones: Veracruz, Coatzacoalcos, Tampico y Progreso

en el Golfo; Ciudad Hidalgo y Lázaro Cárdenas en el Pacífico; y Ciudad Juárez, Mexicali, Nogales, Piedras Negras, Nuevo Laredo y Matamoros en el Norte.

Dado que la producción de la caña, azúcar y el consumo se llevan a cabo en diferentes zonas, el traslado de la caña a los ingenios y el azúcar producido en los ingenios a las zonas consumidoras genera forzosamente un costo de transporte. El modelo considera el costo de acarreo de la caña (materia prima) de las zonas productoras a los ingenios y el costo de transporte de azúcar (producto final) por camión y ferrocarril a las zonas consumidoras nacionales y puntos de salida de las exportaciones.

Se tomó en cuenta un coeficiente de transformación de caña a azúcar en el modelo, ya que se necesita diferente cantidad de caña para producir azúcar. Dicho coeficiente es diferente en todos los ingenios del país, ya que depende de la calidad de la caña y del nivel tecnológico de la planta transformadora.

6.1.2 Representación matemática del modelo

Definiendo: $h(h=1,2\dots H=45)$ zonas productoras de caña de azúcar, $i(i=1,2\dots I=54)$ ingenios productores de azúcar estándar y refinada, $j(j=1,2\dots J=32)$ mercados nacionales consumidores de azúcar estándar y refinada, $e(e=1,2\dots E=12)$ fronteras y puertos de salida de las exportaciones de azúcar estándar y refinada, la representación matemática del modelo es:

$$\begin{aligned} \text{Max}Z = & \sum_{j=1}^J [p_j y_j] + \sum_{e=1}^E [p_e y_e] - \sum_{h=1}^H [c_p x_h] - \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^I [c_{hi}^x x_{hi}] \\ & - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J [c_{ij}^c x_{ij}^c] - \sum_{i=1}^I \sum_{i=1}^I [c_{ij}^f x_{ij}^f] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& - \sum_{i=1}^I \sum_{e=1}^E [ct_{ie}^c x_{ie}^c] - \sum_{i=1}^I \sum_{i=1}^I [ct_{ie}^f x_{ie}^f] \\
& - \sum_{i=1}^I \sum_{e=1}^E [ct_{ie}^m x_{ie}^m] - \sum_{i=1}^I \sum_{i=1}^I [sct_{ie}^m x_{ie}^m]
\end{aligned} \tag{1)$$

La función objetivo está sujeta a las siguientes restricciones:

$$\sum_{i=1}^H [x_{hi}] \leq x_h \tag{2)$$

$$\sum_i [x_{hi}] = ctr_i x_i \tag{3)$$

$$\sum_{j=1}^J [x_{ij}^c] + \sum_{j=1}^J [x_{ij}^f] + \sum_{e=1}^E [x_{ie}^c] + \sum_{e=1}^E [x_{ie}^f] \leq x_i \tag{4)$$

$$\sum_{i=1}^I [x_{ij}^c] + \sum_{i=1}^I [x_{ij}^f] \geq y_j \tag{5)$$

$$\sum_{i=e}^E [x_{ie}^c] + \sum_{e=1}^E [x_{ie}^f] \geq y_e \tag{6)$$

$$x_{hi}, x_i, \dots, x_{ie}^f \geq 0 \tag{7)$$

donde p_j es el precio promedio al consumidor de azúcar estándar y refinada en la región j ; y_j es la cantidad consumida de azúcar estándar y refinada en j ; p_e es el precio internacional del azúcar estándar y refinada en la región e ; y_e es la cantidad de azúcar estándar y refinada exportada por e ; cp_i es el costo de producción del azúcar estándar y refinada en el ingenio; x_i es

la producción de azúcar estándar y refinada en el ingenio i ; ctr_i es el coeficiente de transformación de caña a azúcar; ct_{hi} son los costos de acarreo de caña de los distritos de desarrollo h a los ingenios i ; x_{hi} son los envíos de caña de h a i ; ct_{ij}^c son los costos de transporte por camión de los ingenios i a las zonas consumidoras; x_{ij}^c son los envíos de azúcar estándar y refinada por camión de i a j ; ct_{ij}^f son los costos de transporte por ferrocarril de i a j ; x_{ij}^f es la cantidad de azúcar enviada por ferrocarril de azúcar estándar y refinada de i a j ; ct_{ie}^c son los costos de transporte por camión de los ingenios i a las zonas puntos de exportación e ; x_{ie}^c son los envíos por camión de azúcar estándar y refinada de i a e ; ct_{ie}^f son los costos de transporte por ferrocarril de i a e y; x_{ie}^f son los envíos de azúcar estándar y refinada por ferrocarril de i a e .

La ecuación 1 representa la función objetivo del modelo y maximiza ganancia neta, la cual es igual a los ingresos por la venta del azúcar estándar y refinada tanto en el mercado doméstico como las exportaciones, menos los costos de producción de azúcar, menos los costos de acarreo de la caña de las zonas productoras a los ingenios, menos los costos de transporte de azúcar por camión y ferrocarril de los ingenios a los mercado doméstico y exportaciones.

La función objetivo está sujeta a seis restricciones. La ecuación 2 indica la distribución de caña de las zonas productoras h hacia los ingenios i . La ecuación 3 indica que la cantidad enviada de caña de las zonas productoras h hacia los ingenios i debe ser igual a la cantidad de azúcar producida multiplicada por el coeficiente de transformación caña-azúcar. La ecuación 4 indica cómo se distribuye por camión y ferrocarril la producción de azúcar estándar y refinada de los ingenios i a las zonas consumidoras nacionales y exportaciones j y e . Las ecuaciones 5 y 6 indican cómo se abastecen las diferentes zonas nacionales consumidoras de azúcar j y las

exportaciones e , a través de recepciones de azúcar proveniente de los ingenios i por camión y ferrocarril. Por último, la restricción 7 establece las condiciones de no negatividad.

6.1.3 Escenarios

Se obtuvieron cuatro soluciones del modelo. La primera representa la situación observada en la zafra 2014/15. Para determinar la superficie óptima de cultivo de caña se realizaron tres escenarios, considerando una disminución en la producción total nacional de azúcar estándar y refinada. El escenario 1 consideró una reducción de 10 % en la producción total de azúcar, y los escenarios 2 y 3 una reducción de 15 y 20 %, respectivamente.

En los tres escenarios la producción de azúcar estándar y refinada en los ingenios se considera como variable endógena. Al disminuir la producción total de azúcar, la producción en los ingenios disminuye en un rango que va de la oferta actual hasta poder ser cero.

6.2 Cálculo de la disminución de la superficie cosechada de caña

Con la disminución de la producción de azúcar en los ingenios obtenida en el modelo, se calculó de manera indirecta la superficie cosechada para cada escenario de la siguiente manera:

$$SC_i = \frac{CM_i}{R_i} \quad 8)$$

dónde para cada ingenio i :

- SC_i es la superficie cosechada en hectáreas
- CM_i es la cantidad de caña molida en toneladas para la producción de azúcar
- R_i es el rendimiento en campo en toneladas por hectárea.

6.3 Datos y fuentes de información

Para obtener la solución del modelo se obtuvo información sobre las principales variables relacionadas con el mercado de azúcar a nivel nacional en el ciclo azucarero 2014/15.

6.3.1 Producción de caña de azúcar

La información sobre producción de caña para cada distrito de desarrollo fue obtenida del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016a) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Se tomó en cuenta la suma de la producción mensual, iniciando en octubre de 2014 y finalizando en septiembre de 2015.

6.3.2 Coeficiente de transformación de caña a azúcar

El coeficiente de transformación de caña a azúcar se calculó con el rendimiento en fábrica reportado por Infocaña-CONADESUCA (2016). Ya que el rendimiento en fábrica está dado en porcentaje, es decir es la proporción de azúcar que se obtiene por la cantidad de caña procesada, se realizó la conversión de la cantidad de caña en términos absolutos para obtener una tonelada de azúcar.

6.3.3 Produccion y precios de azúcar al consumidor

Los datos sobre producción de azúcar estándar y refinada a nivel de ingenio se obtuvieron de CONADESUCA (2016a). Los precios promedio al consumidor de azúcar estándar y refinada en las 32 ciudades del país provinieron del SNIIM (2016).

6.3.4 Los costos de producción de azúcar

Los costos de producción de azúcar fueron proporcionados por los ingenios. Según la información brindada los costos de producción representan el 71 por ciento del precio de venta del azúcar a pie de ingenio. Para calcular el precio del azúcar a pie de ingenio, se tomó en cuenta el precio del azúcar al mayoreo en las centrales de abastos y se le restaron los costos de transporte.

6.3.5 Consumo nacional de azúcar

Debido a que no existen datos del consumo estatal de azúcar estándar y refinada, éstos se estimaron de la siguiente manera: a) El consumo estatal de azúcar estándar del periodo de análisis se obtuvo al multiplicar el consumo nacional de azúcar estándar por la participación de cada estado en la población; b) El consumo estatal de azúcar refinada se obtuvo al multiplicar el consumo nacional total de azúcar refinada por la participación de cada estado en el valor de la producción de la industria de refrescos y galletas. La información para estimar el consumo provino de CONADESUCA (2016a), INEGI (2009) e INEGI (2010).

6.3.6 Exportaciones de azúcar

La cantidad exportada de azúcar estándar y refinada provino de CONADESUCA (2016a). Las exportaciones distribuidas por puerto de salida se obtuvieron del SIAP (2016b). Para calcular el precio de exportación en pesos se usó el tipo de cambio reportado por BANXICO cuyos datos fueron proporcionados por CONADESUCA (2016a).

6.3.7 Precio de exportación de azúcar

El precio internacional que se usó en el modelo para las exportaciones corresponde al contrato Número 16, cotizado en la bolsa Nueva York (ICE, 2016), el cual es el referente más utilizado para las operaciones de exportaciones mexicanas de azúcar estándar a los Estados Unidos. Dicho precio corresponde al Incoterm CIF, lo que significa que el azúcar es puesto en un puerto de entrada de los Estados Unidos., es decir, el exportador cubre los gastos de transporte y seguro. Actualmente existe un Acuerdo de Suspensión llevado a cabo a finales del 2014 entre México y Estados Unidos donde se establecieron precios mínimos de exportación de azúcar mexicana, estos precios mínimos son de 26 centavos por libra para el azúcar refinada y 22.25 centavos para el azúcar estándar (ITA, 2014). Para determinar un precio más representativo que reciben los exportadores de azúcar se le descontó el flete y seguro marítimo a los precio del contrato 16, dicha información se obtuvo del USDA (2017b), WFR (2017) y Freight Insurance Center (2017).

6.3.8 Costos de acarreo de caña

Los costos de acarreo de la caña se obtuvieron del Sistema de Información de Costos de Producción de Caña de Azúcar del Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (Si-Costos-CONADESUCA, 2016) y de información proporcionada directamente en los ingenios.

6.3.9 Costos de transporte de azúcar

Los costos de transporte de azúcar se calcularon utilizando matrices de distancias que conectan los ingenios con las zonas consumidoras y puntos de salida de las exportaciones. El modelo considera el camión y ferrocarril como medios de transporte. Se tomó un factor fijo y un factor variable que depende de la distancia. Para el ferrocarril, la información sobre los factores fijo y variable provinieron de la SCT (2016). En el caso de camión, el factor fijo y variable para estimar el costo de transporte se estimó usando una función donde el costo de transporte fue la variable dependiente y la distancia la independiente; la información necesaria para estimar dicha función provino de empresas transportistas dedicadas al comercio de azúcar.

La solución del modelo fue estimada usando el procedimiento MINOS escrito en el lenguaje de programación GAMS (General Algebraic Modeling Systems).

CAPÍTULO VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ingresos, costos y ganancia de la industria azucarera a nivel nacional observados y bajo los escenarios, se presentan en el Cuadro 7.1. Para el ciclo azucarero 2014/15, los dos principales productos elaborados con caña (materia prima propia en la industria azucarera) lo constituyeron el azúcar estándar y la refinada que en conjunto representaron 92% del total de la producción de azúcares, superando los 43 mil millones de pesos en ingresos por ventas nacionales y más de 12 mil millones por exportaciones. Los costos totales ascendieron a 43,395 millones de pesos, de los cuales 37,641 (86.7%) fueron de costos de producción y materia prima, 3,039 (7.0%) de acarreo de caña, 1,867 (4.3%) de costos de transporte por ventas del azúcar en territorio nacional y 848 (2%) de costos de transporte por exportaciones. La ganancia de la industria superó los 12 mil millones de pesos.

Bajo los escenarios, es decir, disminuciones graduales de la producción nacional de azúcar en 10, 15 y 20%, la ganancia apenas disminuye en 0.78, 1.6 y 2.6% respectivamente, esto debido a que, aunque se reducen los ingresos por exportaciones en 37.8, 56.8 y 75.7%, respectivamente en cada escenario, también se reduce los costos de producción, costos de acarreo de la materia prima y costos de transporte de exportación (Cuadro 7.1).

Cuadro 7.1. Ingresos, costos y ganancia de la industria azucarera en México bajo diferentes escenarios, millones de pesos.

Indicador	Zafra 2014/15	La producción de azúcar disminuye en:		
		10 %	15 %	20 %
Ingreso por ventas nacionales	43,479	43,479	43,479	43,479
Ingreso por exportaciones	12,395	7,704	5,358	3,012
Costos de producción	37,641	33,825	31,919	30,036
Costos de acarreo de caña	3,039	2,569	2,381	2,200
Costos de transporte en el mercado nal.	1,867	1,901	1,901	1,901
Costos de transporte de exportaciones	848	507	356	200
Ganancia de la industria	12,479	12,382	12,278	12,154
Cantidad de caña usada (miles de ton)	53,599	47,939	45,085	42,383
Exportaciones (miles de ton)	1,581	983	683	384

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la solución del modelo.

En el Cuadro 7.2 se presenta la producción de azúcar observada y en los diferentes escenarios de cada uno de los 16 ingenios que disminuyen su producción, los restantes 38 no presentaron ningún cambio por lo que sólo se presentan englobados en la categoría de otros. Los datos observados en la zafra 2014/15 indican que se tuvo una oferta nacional de azúcar igual a 5.98 millones toneladas, siendo los ingenios San Cristóbal, Tres Valles y Tala (José Ma. Martínez) los que presentaron la mayor producción con 281.8, 272.8 y 270.8 mil toneladas, respectivamente. La suma de producción de los ingenios que no presentaron cambio fue de 4.04 millones de toneladas (67.5% del total nacional). La superficie nacional destinada al cultivo de caña fue de 783.5 mil hectáreas (Cuadro 7.3).

En el escenario 1 se asume que la producción total de azúcar disminuye 10 % (de 5.98 a 5.38 millones de toneladas). En nueve ingenios se reduciría la producción, de los cuales San Cristóbal y San Nicolás en Veracruz y, Plan de Ayala en San Luis Potosí presentarían la mayor reducción en términos absolutos con 276.0, 97.5 y 85.2 mil toneladas, respectivamente (Cuadro 7.2). La disminución puede deberse a los altos costos de acarreo de caña y lo alejado que se encuentran de las zonas de consumo aumentando los costos de transporte.

Bajo este mismo escenario, la superficie cosechada de caña destinada para producción de azúcar a nivel nacional disminuiría en 12.2% (de 783.5 a 687.6 mil ha) (Cuadro 7.3); siendo las regiones de Ciudad Alemán, Jáltipan y San Andrés Tuxtla en el estado de Veracruz (zonas que abastecen al ingenio de San Cristóbal) las que más disminuirían su superficie cosechada, pasando de 50.2 a 1 ha (98% de disminución). Otras zonas que disminuirían su superficie cosechada de caña para la producción de azúcar serían el Fortín en Veracruz y Ciudad Valles en San Luis Potosí con reducciones de 13 y 14.5 mil hectáreas, respectivamente. A nivel estatal, Veracruz presenta la mayor disminución de superficie cosechada igual a 76.4 mil hectáreas (80 % de la reducción nacional). De los ingenios afectados en este escenario, los que reducen menos su producción y por lo tanto su superficie cosechada destinada a la producción de azúcar son La Joya en Campeche y San Rafael Pucté en Quintana Roo con 600 y 300 ha, respectivamente.

Bajo el primer escenario, se tienen 95.9 mil hectáreas cosechadas de caña que pueden ser destinadas para la producción de otro producto como lo es el etanol combustible.

De los nueve ingenios que modifican su producción y por tanto su superficie, dependen 33,443 productores y 15, 726 cortadores de caña (CEMA, 2016), los cuales se verían beneficiados ante una diversificación de la materia prima.

Cuadro 7.2. Determinación de los ingenios que deben reducir la producción d azúcar ante una diversificación de los usos de la caña.

Miles de toneladas.

Ingenio	Producción de azúcar			Disminución de la producción			Cambio respecto al modelo base			
	Base	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
	Miles de toneladas						%			
La Joya, Camp.	86.7	83.4	83.4	36.1	3.3	3.3	50.6	3.8	3.8	58.3
Pujiltic, Chis.	201.9	201.9	178.1	178.1	0.0	23.8	23.8	0.0	11.8	11.8
Lázaro Cárdenas, Mich.	42.4	23.7	23.7	23.7	18.7	18.7	18.7	44.2	44.2	44.2
Santa Clara, Mich.	75.1	51.4	51.4	0.0	23.6	23.6	75.1	31.5	31.5	100
Puga, Nay.	189.3	189.3	189.3	186.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	1.7
S. R. de Pucté, Q.R.	146.2	144.9	144.9	144.9	1.3	1.3	1.3	0.9	0.9	0.9
Plan de Ayala, S.L.P.	110.9	25.7	29.7	52.8	85.2	81.2	58.1	76.8	73.2	52.4
Plan de San Luis, S.L.P.	136.0	136.0	69.8	42.7	0.0	66.2	93.4	0.0	48.7	68.6
Santa Rosalía, Tab.	55.1	55.1	55.1	55.1	0.0	0.0	0.0	0.05	0.05	0.05
El Modelo, Ver.	113.9	86.8	86.8	26.2	27.0	27.0	87.6	23.7	23.7	77.0
San Pedro, Ver.	119.2	119.2	119.2	0.0	0.0	0.0	119.2	0.0	0.0	100
San Cristóbal, Ver.	281.8	5.8	0.0	0.0	276.0	281.8	281.8	98.0	100	100
Constancia, Ver.	82.2	16.3	0.0	0.0	65.9	82.2	82.2	80.1	100	100
El Carmen, Ver.	24.0	24.0	0.0	0.0	0.0	24.0	24.0	0.0	100	100
El Higo, Ver.	180.6	180.6	13.5	0.0	0.0	167.2	180.6	0.0	92.6	100
San Nicolás, Ver.	97.5	0.0	0.0	0.0	97.5	97.5	97.5	100	100	100
Otros	4,042.4	4,042.4	4,042.4	4,042.4	0.0	0.0	0.0	0	0	0
Total	5,985.0	5,386.5	5,087.2	4,788.0	598.5	897.7	1,197.0	0.1	0.15	0.2

E1= escenario 1; E2= escenario 2; E3= escenario 3.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la solución del modelo.

Al suponer una reducción en la producción nacional de azúcar de 15% (escenario 2), es decir, dejar de producir 897.7 mil toneladas de azúcar, como se observa en el Cuadro 2, trece ingenios reducirían su producción de los cuales resaltan san Cristóbal, el Higo y San Nicolás (ubicados en el estado de Veracruz) con disminuciones de 281.8, 167.2 y 97.5 miles de toneladas, respectivamente. Estas disminuciones se deben principalmente a que los ingenios San Cristóbal y El Higo se encuentran alejados de los principales centros de consumo, y a pesar de estar cerca de los puertos de exportación al disminuir las exportaciones por falta de oferta ya no es tan rentable seguir produciendo. En el caso del ingenio de San Nicolás, están presentes los altos costos de acarreo de caña, esto debido a que está ubicado en una zona montañosa.

En el caso de la superficie cosechada nacional de caña para la producción de azúcar bajo el escenario 2, en el Cuadro 7.2 se puede observar que disminuye 17.6% (de 783.5 a 645.5 mil ha), es decir, es posible destinar la caña producida en 138.1 mil hectáreas para su diversificación. El estado de Veracruz presenta la mayor disminución con 107 mil hectáreas y los distritos de desarrollo que reducirían su superficie cultivada para producir azúcar serían Veracruz, Ciudad Alemán, Jáltipan, San Andrés Tuxtla, Fortín y Pánuco; zonas que abastecen de materia prima a los ingenios El Modelo, San Cristóbal, Constancia, El Carmen, El Higo y San Nicolás.

Bajo el segundo escenario, 46.6 mil productores y 24.4 cortadores de caña se verían influenciados por una disminución de superficie cosechada de caña destinada para la producción de azúcar.

En el escenario 3 se asume una reducción en la producción total de azúcar de 20%; ubicándose en 4.78 millones de toneladas. Tal disminución se ve reflejada en diez y seis ingenios de los cuales siete dejarían de producir (6 en Veracruz y 1 en Michoacán) pues el modelo arroja una producción de cero (cuadro 7.2). En términos absolutos los ingenios san Cristóbal, El Higo y San Nicolás son los que más dejarían de producir con 281.8, 180.6 y 97.5 mil toneladas en disminución, respectivamente.

Cuadro 7.3. Disminución de la superficie de caña para producir azúcar en México en varios escenarios.

Miles de hectáreas.

Ingenio	Superficie				Disminución en la superficie			Cambio respecto al modelo base			DDR que disminuyen su superficie en uno o varios escenarios
	Base	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	
	Miles de ha							%			
La Joya, Camp.	14.7	14.1	14.1	6.1	0.6	0.6	8.5	3.8	3.8	58.3	Campeche (E1y E2) Champotón (E3)
Pujilic, Chis.	17.1	17.1	15.1	15.1	0.0	2.0	2.0	0.0	11.8	11.8	San Cristóbal (E2 y E3)
Lázaro Cárdenas, Mich.	4.7	2.6	2.6	2.6	2.1	2.1	2.1	44.2	44.2	44.2	Apatzingán (E1, E2, E3)
Santa Clara, Mich.	7.1	4.8	4.8	0.0	2.2	2.2	7.1	31.5	31.5	100	Apatzingán (E1, E2 y E3) Zamora (E3)
Puga, Nay.	28.7	28.7	28.7	28.2	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	1.7	Ahuacatlán (E3)
S. R. de Pucté, Q.R.	30.6	30.4	30.4	30.4	0.3	0.3	0.3	0.9	0.9	0.9	Emiliano Zapata (E1,E2 y E3)
Plan de Ayala, S.L.P.	18.9	4.4	5.0	9.0	14.5	13.8	9.9	76.8	73.2	52.4	Ciudad Valles (E1,E2 y E3) Ebano (E1,E2 y E3)
Plan de San Luis, S.L.P.	20.6	20.6	10.6	6.5	0.0	10.0	14.2	0.0	48.7	68.6	Ciudad Valles (E2 y E3)
Santa Rosalía, Tab.	13.0	13.0	13.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Cárdenas (E1, E2 y E3)
El Modelo, Ver.	12.1	9.3	9.3	2.8	2.9	2.9	9.3	23.7	23.7	77.0	La Antigua (E3) Veracruz (E1, E2 y E3)
San Pedro, Ver.	18.6	18.6	18.6	0.0	0.0	0.0	18.6	0.0	0.0	100	San Andrés Tuxtla (E3)
San Cristóbal, Ver.	50.2	1.0	0.0	0.0	49.2	50.2	50.2	98.0	100	100	Ciudad Alemán (E1,E2 y E3) Jáltipan (E1,E2 y E3) San Andrés Tuxtla (E1,E2 y E3)
Constancia, Ver.	14.0	2.8	0.0	0.0	11.3	14.0	14.0	80.1	100	100	Fortín (E1, E2 y E3)
El Carmen, Ver.	4.1	4.1	0.0	0.0	0.0	4.1	4.1	0.0	100	100	Fortín (E2 y E3)
El Higo, Ver.	24.6	24.6	1.8	0.0	0.0	22.8	24.6	0.0	92.6	100	Pánuco (E2 y E3)
San Nicolás, Ver.	13.0	0.0	0.0	0.0	13.0	13.0	13.0	100	100	100	Fortín (E1, E2 y E3)
Otros	491.5	491.5	491.5	491.5	0.0	0.0	0.0	0	0	0	Fortín (E1, E2 y E3)
Total	783.5	687.6	645.5	605.1	96.0	138.1	178.4	12.2	17.6	22.8	Fortín (E2 y E3)

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la solución del modelo.

La superficie cultivada óptima de caña destinada a la producción de azúcar en este escenario es igual a 605.1 mil hectáreas (Cuadro 7.3) pues al dejar de producirse azúcar la superficie cosechada de caña también se reduce, dicha reducción es igual a 178.4 mil ha con respecto a la situación base. Veracruz es el estado que más reduciría su superficie cosechada en 133.8 mil ha (75% de la reducción total), disminución que se ve reflejada en ocho de los nueve distritos productores. Dichos distritos son: La Antigua, Veracruz, San Andrés Tuxtla, Ciudad Alemán, Jáltipan, Fortín y Pánuco. El segundo estado sería San Luis Potosí con 24.1 mil hectáreas y disminuciones en los distritos de Ciudad Valles y Ébano. El total de productores y cortadores de caña influenciados bajo este escenario serían 59.5 y 29.1 mil, respectivamente, agentes involucrados directamente en los trece ingenios que modifican su producción de azúcar.

CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este apartado se presentan las conclusiones derivadas de la presente investigación, así como las recomendaciones que se proponen para la aplicación de dichos resultados y el mejoramiento de la situación del problema estudiado.

8.1 Conclusiones

1. El cultivo de caña de azúcar en México desempeña un papel importante dentro de la dinámica económica y social del país, por su contribución al PIB agropecuario, a la generación de empleos en zonas rurales y la alimentación.
2. La agroindustria azucarera que utiliza la caña como materia prima anualmente genera alrededor de 440 mil empleos directos en la producción de caña, 490 mil empleos en la fase de transformación y 1,270 miles de empleos indirectos. Su actividad productiva se desarrolla donde habitan 12 millones de personas y en donde se genera el 11.6% del valor de la producción del sector primario.
3. La caña de azúcar se cultiva en 266 municipios de 16 estados de la república, los cuales destinan una superficie total de 778.9 mil hectáreas, que representan el 3.7% de la superficie agrícola nacional, lo que la coloca como la quinta superficie con más hectáreas destinada a la producción de un cultivo.
4. A nivel mundial se destinan más de 27 millones de hectáreas al cultivo de la caña de azúcar. México ocupa el séptimo lugar con el 2.8% de participación, por debajo de Brasil e India que en conjunto acaparan más del 50% de la superficie mundial.

5. Los estados con mayor superficie cosechada de caña de azúcar son: Veracruz, San Luis Potosí y Jalisco con 41.6, 11.5 y 9.6% del total nacional, respectivamente.
6. La producción de caña de azúcar a nivel mundial es de más de 1,800 millones de toneladas. Brasil es el mayor productor con cerca del 40% de la producción mundial, que sumando las cifras de India y China da como resultado que los tres países son responsables de dos tercios de la producción mundial. México ocupa el séptimo lugar con el 3% de la producción mundial.
7. La producción nacional de caña de azúcar es de 56.45 millones de toneladas. Los principales estados productores son: Veracruz, San Luis Potosí y Jalisco con 35.4, 14.2 y 8% del total nacional,
8. La caña de azúcar representa el cultivo más importante en la producción de azúcar en el mundo aunque también se usa como materia prima para la elaboración de otros productos como el etanol para uso energético, etanol hidratado para motores de explosión, subproductos para la generación de energía eléctrica y como materia prima para alimentación animal.
9. La producción nacional de azúcar en el último ciclo (2015/2016) fue de 6.1 millones de toneladas, de las cuales 1.8 fue de azúcar refinada, 3.8 de azúcar estándar y 0.37 correspondieron a azúcar blanco especial y azúcar mascabado.
10. Los estados con mayor producción de azúcar son: Veracruz, Jalisco y San Luis Potosí con 2.3, 0.79 y .062 millones de toneladas, respectivamente; entre los tres representan el 61% de la producción nacional.
11. La ganancia de la industria azucarera en México supera los 12 mil millones de pesos. 43 mil millones de pesos en ingresos por ventas nacionales y más de 12 mil millones por

exportaciones. Los costos totales, ascienden a 43,395 millones de pesos, de los cuales 37,641 (86.7%) fueron de costos de producción y materia prima, 3,039 (7.0%) de acarreo de caña, 1,867 (4.3%) de costos de transporte por ventas del azúcar en territorio nacional y 848 (2%) de costos de transporte por exportaciones.

12. El abasto de producción de azúcar en nuestro país permite exportar cierto margen que depende principalmente de la demanda del mercado estadounidense, la cual es cada año más reducida. El promedio de exportación en los últimos ocho ciclos productivos es de 1.5 millones de toneladas.
13. En los últimos ocho ciclos productivos, los inventarios nacionales finales en promedio fueron de 921 mil toneladas, sin embargo desde el Acuerdo de Suspensión en 2014 con Estados Unidos, aumentaron en tres ciclos consecutivos para alcanzar en 2015/2016 un valor de 1.03 millones de toneladas.
14. En México, la caña de azúcar se utiliza aparte del azúcar y en menor medida para la producción alcohol, melazas, bagazo para cogeneración de energía en los ingenios azucareros y bagazo para papel.
15. La situación que se tiene con el mercado estadounidense por el azúcar mexicano y el JMAF, la creciente demanda en el sector transporte, el agotamiento no lejano de los combustibles fósiles, el cambio climático, el continuo aumento de la gasolina y las nuevas políticas hacia el bienestar del medio ambiente hacen que la producción de etanol a base de caña de azúcar represente una buena alternativa como combustible en nuestro país.
16. La capacidad instalada a nivel nacional para la producción de alcohol etílico es de 90.05 millones de litros por zafra en 6 ingenios del país. La capacidad instalada para la producción de etanol anhidro o para combustible asciende a 46,12 millones de litros por

zafra, en los ingenios La Gloria y San Nicolás en Veracruz, además de la Alcoholera Zapopan en Jalisco.

17. De los escenarios planteados en el modelo, bajo el escenario 1 (reducción de 10% de la producción nacional de azúcar), nueve ingenios reducirían su producción de azúcar, de los cuales San Cristóbal y San Nicolás en Veracruz y, Plan de Ayala en San Luis Potosí presentarían la mayor reducción en términos absolutos con 276.0, 97.5 y 85.2 mil toneladas, respectivamente. Bajo este mismo escenario, la superficie cosechada de caña óptima para la producción de azúcar sería de 687.6 mil hectáreas, siendo las regiones de Ciudad Alemán, Jáltipan y San Adres Tuxtla en el estado de Veracruz las que más reducirían su superficie.
18. Al suponer una reducción en la producción nacional de azúcar de 15% (escenario 2), trece ingenios reducirían su producción de los cuales resaltan San Cristóbal, el Higo y San Nicolás (en Veracruz) con disminuciones de 281.8, 167.2 y 97.5 miles de toneladas, respectivamente. En el caso de la superficie cosechada nacional de caña óptima destinada a la producción de azúcar sería de 645.5 mil hectáreas. En Veracruz se presentaría la mayor disminución de superficie cosechaa con 107 mil hectáreas y los distritos de desarrollo con mayor reducción serían Veracruz, Ciudad Alemán, Jáltipan, San Andrés Tuxtla, Fortín y Pánuco.
19. Bajo el escenario 3 (reducción del 20% de la producción de azúcar), dieciséis ingenios desunirían su producción de los cuales siete dejarían de producir azúcar. En términos absolutos los ingenios san Cristóbal, El Higo y san Nicolás son los que más dejarían de producir con 281.8, 180.6 y 97.5 mil toneladas en disminución, respectivamente. La superficie cultivada óptima de caña destinada a la producción de azúcar sería igual a

605.1 mil hectáreas, Veracruz es el estado que más reduciría su superficie cosechada en 133.8 mil ha (75% de la reducción total), disminución reflejada en ocho de los nueve distritos productores.

20. Ante una disminución en la producción total de azúcar, ingenios ubicados en los estados de Veracruz y de San Luis Potosí serían los que más reduciría su producción de azúcar y por consiguiente su superficie destinada a la producción de caña.

21. Dados los resultados obtenidos en el modelo, se tiene una gran cantidad de suficiente cosechada de caña que actualmente se destinada a la producción de azúcar que puede ser diversificada para la producción de otro producto como lo es el etanol. La característica que comparten estas zonas es que tienen costos de acarreo de materia prima muy elevados.

8.2 Recomendaciones

1. Un esfuerzo por controlar la superficie cultivada de caña destinada a la producción de azúcar por parte de los agentes encarados de política agrícola, podría reducir la sobreproducción del edulcorante que se tiene en ciertos meses, evitando la volatilidad de los precios, reducir la dependencia del mercado estadounidense así como poder destinar la superficie restante para la diversificación de productos tales como los biocombustibles en específico el etanol, y gracias a la megadiversidad que se tiene en nuestro país poder destinar cierta superficie para la producción de otros cultivos de relevancia económica y con potencial de mercado.

2. Dada la situación en que se encuentra el mercado externo de azúcar, la capacidad instalada para la producción etanol, el apoyo normativo a la producción y al uso de etanol y los precios del petróleo y de la gasolina , hacen que los biocombustibles sean los sustitutos más atractivos para los combustibles derivados del petróleo. La creciente demanda en el sector transporte, el agotamiento no lejano de los combustibles fósiles, el cambio climático, la insuficiente producción de alimentos y las nuevas políticas hacia el bienestar del medio ambiente hacen que la producción de etanol a base de caña de azúcar represente una buena alternativa como combustible en nuestro país, con lo se aprovecharía la sobreproducción de caña que se tiene.

3. El diversificar el uso de caña de azúcar para producir etanol desde luego no es tarea fácil existen varios factores que deben tomarse en cuenta, como falta de un adecuado desarrollo financiero, insuficiente base tecnológica, debilidad institucional, poca capacidad de gestión, entre otros. Se deben dirigir políticas concretas para detonar las inversiones en todo el proceso productivo desde el campo cañero, los ingenios azucareros y los consumidores finales, para poder diversificar el aprovechamiento de la caña de azúcar y elevar su productividad y competitividad.

4. La política pública juega un papel determinante en el fomento de la producción y uso de etanol combustible a base de caña de azúcar, ya que a pesar de que se tienen programas e incentivos para su producción, también existen limitantes como la prohibición de su uso en tres las zonas metropolitanas más importantes del país. Adecuar la política para incentivar y aprovechar instalaciones ya establecidas como los ingenios azucareros para

obtener etanol además de azúcar, podría mejorar la rentabilidad e incorporar mejoras tecnológicas con inversión en el campo y fabrica en esta agroindustria.

LITERATURA CITADA

- Aguilar Rivera, N., G. M. Galindo, J. M. Fortanelli, C.S. Contreras (2009). “¿Por qué diversificar la agroindustria azucarera en México?”, Revista Globalización, gobernabilidad y competitividad, Vol. 3, No. 1.
- Aguilar Rivera N. (2012) Paradigma de la diversificación de la agroindustria azucarera de México. CONVERGENCIA, Revista de Ciencias Sociales 19:187-213.
- Aguilar-Rivera N. (2014) Índice de diversificación de la agroindustria azucarera en México. Agricultura Sociedad y Desarrollo 11: 441-462.
- Barrera A. (2017) México cancela permisos vigentes de exportación de azúcar a EEUU, busca evitar sanciones. Reuters América Latina, 7 de marzo de 2017.
- Cárdenas, J. A. 2010. Bases técnicas para el fomento a la producción de biocombustibles en el país a partir de la caña de azúcar. SAGARPA.
https://www.infocana.gob.mx/materiales/Web_BIOCOMBUSTIBLES.pdf (Agosto 2016).
- CEMA (Compañía Editorial del Manual Azucarero S.A. de C.V.). (2016). Manual Azucarero Mexicano. 59ª Edición. México, D. F. 495 p.
- Cisneros López M. A. (2016) Evaluación económica con opciones reales: biorefinería de etanol combustible de segunda generación en Veracruz, México. Tesis de doctorado en Economía. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 103 p.
- CONADESUCA, Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2012). Evaluación de la producción, la demanda y las políticas relativas al etanol en México. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114317/1._Presentaci_n_Etanol_CONADESUCA.pdf.
- CONADESUCA, Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2013). Ficha técnica del azúcar. Disponible en:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114277/Ficha_Tecnica_del_Azucar.pdf (septiembre de 2017).

CONADESUCA, Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2014).

Metodología para determinar el precio de referencia del azúcar base estándar para el pago de la caña de azúcar. Disponible en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115454/Metodologia_Vigente_de_Preci_de_Referencia.pdf (Junio 2017).

CONADESUCA, Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2015).

Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) Disponible en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Tcnica_Ca_a_de_Az_ca_r.pdf (Junio 2017).

CONADESUCA, Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2016a).

Información proporcionada en archivo electrónico por la Subdirección de Eficiencia Productiva y por la Subdirección de Comercio Internacional. Agosto de 2016.

CONADESUCA, Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2016

b). Balance nacional de azúcar, varios meses. Disponible en:

<http://www.gob.mx/conadesuca>. (Noviembre 2016).

CONADESUCA, Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2016c).

Diversificación de la caña de azúcar para otros fines. Nota Técnica Informativa del sector de la caña de azúcar. Disponible en:

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114368/CAMBIOSNotaABRIL2016.pdf> (Agosto de 2017)

CONADESUCA, Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2016d).

Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2006/2007-2015/2016. Disponible en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/154118/Informe_Estad_stico_Zafra_2015_2016_estados_final.pdf (Agosto de 2017)

CONADESUCA, Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2016e).

Melazas de caña de azúcar y su uso en la fabricación de dietas para ganado. Nota informativa. Disponible en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171888/Nota_Informativa_Noviembre_Melazas.pdf

CONADESUCA, Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2017a).

México y EE.UU. Alcanzan Acuerdo Sobre Comercio De Azúcar: Fuentes Cercanas A Negociaciones. Disponible en: <https://www.gob.mx/conadesuca/prensa/iniciara-la-zafra-a-mediados-de-noviembre-ramiro-choa> (Junio de 2017).

CONADESUCA, Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2017b).

Mapa de los Ingenios azucareros de México, Zafra 2015-16. Disponible en: <http://www.conadesuca.gob.mx/mapa/index.html> (Marzo de 2017).

DOF, Diario Oficial de la federación (2015a) Acuerdo por el que se sujeta a permiso previo la exportación de azúcar. Secretaria de Gobernación. Disponible en:

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5381128&fecha=06/02/2015 (Octubre 2016).

DOF, Diario Oficial de la federación (2015b) Aviso mediante el cual se da a conocer el monto del cupo máximo para exportar azúcar a los Estados Unidos de América, durante el ciclo azucarero 2014-2015. Secretaria de Gobernación. Disponible en:

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5381609&fecha=11/02/2015 (agosto 2016).

DOF, Diario Oficial de la federación (2015c) Aviso mediante el cual se da a conocer el monto del cupo máximo para exportar azúcar a los Estados Unidos de América, durante el ciclo azucarero 2015-2016. Secretaria de Gobernación. Disponible en:

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5402507&fecha=31/07/2015 (agosto 2016).

DOF, Diario Oficial de la federación (2016) ACUERDO por el que la Comisión Reguladora de Energía expide la Norma Oficial Mexicana NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos. Secretaría de Gobernación. Disponible en:

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5450011&fecha=29/08/2016 (diciembre de 2017)

- DOF, Diario Oficial de la federación (2016) ACUERDO de la Comisión Reguladora de Energía que modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-016-CRE-2016, Especificaciones de calidad de los petrolíferos, con fundamento en el artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Secretaría de Gobernación. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5488031&fecha=26/06/2017 (enero, 2018)
- EIA, Energy Information Administration (2017), Annual Energy outlook 2017 with projections to 2050. U.S. Department of Energy, Washington D.C. Disponible en: <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/>
- Expansión (2017). México y EU fijan los precios para la exportación de azúcar. Expansión en alianza con CNN, 14 de junio de 2017.
- FAOSTAT. 2017. Statistics Division of Food and Agriculture Organization of the United Nations. Producción de caña de azúcar por país. Rome, Italy. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> (febrero 2016).
- Figuroa-Rodríguez K. A., A. M. T. García-García, Y. Mayett-Moreno, F. Hernández-Rosas, B. Figuroa-Sandoval (2015) Factores que explican el rendimiento de caña de azúcar a nivel municipal en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(7).
- Financiera Rural (2011) Monografía de la melaza de la caña de azúcar. Financiera Rural. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/34900050/monografia-de-la-melaza-de-cana-de-azucar-financiera-rural>
- Foltz, J. L., S.R. Cook, P. G. Szilagyi, P. Auinger, P. A. Stewart, S. Bucher, *et al.* (2011) US Adolescent Nutrition, Exercise, and Screen Time Baseline Levels Prior to National Recommendations. *Clin Pediatr (Phila)*. 50(5):424-33.
- Freight Insurance Center (2017) Online Freight Insurance Rate. L. A. California, USA. <http://www.freightinsurancecenter.com/freightinsuranceonlinerates.htm> (Enero 2017).
- García Chávez, L. R. (1999) La agroindustria azucarera de México en el marco de la apertura comercial: problemática y alternativas. Tesis Doctoral en economía. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, CDMX, México. 556 p.

- García-Chávez, L. R. (2014) Análisis de la situación actual, problemática y alternativas para la producción y uso de etanol en México, *Revista Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, vol. 6(1)
- Gómez-Merino F. C., L. I. Trejo-Téllez, H. E. Sentíes-Herrera, J. A. Pérez-Sato y J. Salazar-Ortiz (2015) La caña de azúcar ofrece más que azúcar: oportunidades de diversificación, *Revista Agroentorno*, año 18, N° 166.
- Haringtong S. (2008) The role of sugar-sweetened beverage consumption in adolescent obesity: a review of the literature. *J Sch Nurs*; 24(1):3-12.
- Herberth Gutiérrez A. R., (2003) El Mercado Mundial Del Azúcar, *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNMSM*, año Viii, N° 23.
- ICE, Intercontinental Exchange (2016) Commodity report center, Sugar 16 historical prices. <https://www.theice.com/FuturesUSReportCenter.shtml?productName=Sugar> (Consulta: septiembre 2016).
- IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2007) Atlas de la Agroenergía y los Biocombustibles en las Américas: i. etanol. San José, Costa Rica. 181 p.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2007). Censo agrícola, ganadero y forestal 2007. Disponible en <http://www.inegi.gob.mx> (Consulta: febrero, 2017).
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2009). Censos económicos. 2009. Aguascalientes, Ags., México. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/default.asp?s=est&c=14220> (Consulta: septiembre 2016).
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2010). Censo de población y vivienda 2010. Aguascalientes, Ags., México. www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx (consulta: septiembre 2016).
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2016). Banco de información económica, Tipo de cambio. Aguascalientes, Ags., México. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/> (consulta: septiembre 2016).

- Infocaña-CONADESUCA, Sistema Infocaña-Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2016) Estadísticas de campo y fábrica, reportes de cierre. CONADESUCA. México, D. F.
<http://www.campomexicano.gob.mx/azcf/reportes/reportes.php?tipo=CIERRE> (Agosto 2016)
- Infocaña-CONADESUCA, Sistema Infocaña-Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2017) Estadísticas de campo y fábrica, reportes de cierre. CONADESUCA. México, D. F. (Mayo de 2017)
- ITA, International Trade Administration (2014), Antidumping and countervailing duty suspension agreements on sugar from Mexico. U.S. Department of Commerce. Disponible en: <http://enforcement.trade.gov/download/factsheets/factsheet-mexico-sugar-suspension-agreement-ad-cvd-121914.pdf> (Enero 2017).
- La Jornada (2016). Gobierno federal concluye venta de ingenios azucareros. La Jornada, 28 de Agosto de 2016.
- La Razón. (2017). México cancela los envíos de azúcar a EU para evitar sanción. La Razón, 8 de marzo de 2017.
- Lejars C. y Auzouxa S. (2010). A Decision Support Approach to Address New Sugarcane Quality-Based Payment Systems.
Disponible en: https://agritrop.cirad.fr/554618/1/document_554618.pdf
- López Zavaleta G. (2014) Evaluación con opciones reales para la instalación de una planta de bioetanol. Tesis de maestría en economía, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 109 p.
- Maddala G. S. y E. Miller. 1991. Microeconomía. Primera Edición en Español. Mc Graw Hill. 285 p.
- Mateus de Almeida P. S. (2012) El caso de la producción de etanol en Brasil: ¿un ejemplo para los países de América Latina? Cuad. geogr. rev. colomb. geogr., Vol. 21, No 1, p.147–161.
- Moreno L. A. y G. Rodríguez (2010) Dietary risk factors for development of childhood obesity. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 10:336-41.

- OCDE-FAO (2015), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2015, OECD Publishing, París.
http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-es (Febrero 2017).
- Proceso (2016). Gobierno de Peña vende los dos últimos ingenios azucareros de propiedad federal. Revista Proceso, 26 de Agosto de 2016.
- Profeco, Procuraduría Federal del Consumidor (2017) Datos históricos del programa Quién es Quién en los Precios, información proporcionada vía correo electrónico. Enero 2017.
- PRONAC, Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar 2014-2018 (2014) Diario Oficial de la Federación, Secretaría de Gobernación. México, D. F. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5343244&fecha=02/05/2014
- RFA, Renewable Fuels Association (2016), World Fuel Ethanol Production by country.
Disponible en: <http://www.ethanolrfa.org/resources/industry/statistics/#1454099103927-61e598f7-7643>
- Rivera, N. A. 2013. Análisis de productividad de etanol de caña de azúcar en ingenios azucareros de México. Ciencia Ergo Sum. Vol. 20. No.1. pp: 17-28.
- Rodríguez J. (2017) Cañeros ponen condiciones a Estados Unidos. Novedades de Quintana Roo, 6 de junio de 2017.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2015) Agenda Técnica Agrícola de Campeche, SAGARPA 2da ed. 190 p. México, D. F.
- Santillán, F. A., L. R. García Chávez, N. Vásquez Bautista, V. H. Santoyo Cortés, M. Melgar Morales, W. Pereira J. Larrahondo Aguilar y A. Merino-García (2017) Impacto de la sustitución del azúcar de caña por edulcorantes de alta intensidad en México. Universidad Autónoma Chapingo, 478p.
- Schramm-Flores A. (2016). KARBE, Departamento Técnico de la Unión Nacional de Cañeros, Unión Nacional de Caneros A.C. México D.F. Disponible en: <http://caneros.org.mx/karbe/> (julio 2017).
- SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transporte (2016) Tarifas ferroviarias de carga. Disponible: <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/transporte-ferroviario-y-multimodal/tarifas-ferroviarias-de-carga/> (Agosto de 2016).

- SE, Secretaria de Economía (2010). IMMEX, Instrumentos de comercio exterior. Secretaría de Economía, Ciudad de México. Disponible en: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/industria-y-comercio/instrumentos-de-comercio-exterior/immex>. (Agosto 2017).
- SE, secretaria de economía (2012) Análisis de la situación económica, tecnológica y de política comercial del sector edulcorantes en México. Dirección general de industrias básicas. México, D. F. http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/Analisis_Sectorial_Mercado_Edulcorantes.pdf (Enero 2017).
- Senado de la República (2017) México y EE.UU. Llegan a acuerdo sobre conflicto por el comercio binacional de azúcar, Nota de coyuntura. Centro de estudios internacionales, Gilberto Bosques. Senado de la república, C. de México. Disponible en: http://centrogilbertobosques.senado.gob.mx/docs/200617_Azucar_MX_EEUU.pdf (consulta: junio de 2017).
- SENER, Secretaria de Energía (2012) Prospectiva De Energías Renovables 2012-2026. Secretaria de Energía. México. 156 p.
- Sentíes-Herrera H. E., F. C. Gómez-Merino, A. Valdez-Balero, H. V. Silva-Rojas, and L. I. Trejo-Téllez (2014) The Agro-Industrial Sugarcane System in Mexico: Current Status, Challenges and Opportunities. *Journal of Agricultural Science*. 6: 27-54.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2016a). Información básica, agricultura, producción anual. Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera. SAGARPA. México, D. F. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/ientidad/index.jsp (Noviembre 2016).
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2016b) Comercio exterior, consulta por fracción arancelaria. Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera. SAGARPA. México, D. F. http://w6.siap.gob.mx/comercio/con_fracciona.php (Noviembre 2016).
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2017). Información básica, agricultura, producción anual. Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera. SAGARPA. México, D. F. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/ientidad/index.jsp (Agosto 2016).

SIAZUCAR-SIAP, Sistema Nacional de Información de la Agroindustria Azucarera- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2017) Padrón cañero, resultados 2007.

SAGARPA. México, Ciudad de México.

http://siazucar.siap.gob.mx/informacion.php?cv_cl=6&cv_in=30 (Septiembre 2016).

Si-Costos-CONADESUCA, Sistema de Información de Costos de Producción de Caña de Azúcar-Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (2016) Cotos de producción de caña de azúcar por ingenio. CONADESUCA. México, D. F.

<http://www.siiba.conadesuca.gob.mx/SiCostosSustentabilidad/ConsultaPublica/ConsultaPublica.aspx?app=costos> (Septiembre 2016).

SIICEX, Sistema Integral de Información de Comercio Exterior (2017) Tarifa de la ley de impuestos generales de importación y exportación. SIICEX, Secretaría de Economía, Ciudad de México. Disponible en:

<http://www.siicexcaaarem.org.mx/Bases/TIGIE2002.nsf/d58945443a3d19d886256bab00510b2e/19ffcf305969f9d06256b49005f67c8?OpenDocument> (Agosto 2017).

SNIIM, Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (2016) Mercados Nacionales Agrícola. Secretaría de Economía. México, D. F. http://www.economia-sniim.gob.mx/Sniim-anANT/e_SelAzu.asp (Agosto 2016).

Suárez G.E. (2005). “Consideración de la incertidumbre del desarrollo prospectivo, mediante el incremento de la producción de etanol de la industria de la caña de azúcar”. Red CYTED. Santa Clara, Cuba. 160 p.

Takayama T. and G. G. Judge (1971) Spatial and temporal price and allocation models. North - Holland Publishing Co. Amsterdam Holland. 528 p.

Tribuna (2016). Milagrosa mejoría en el ingenio La joya. Tribuna, diario independiente, 28 de marzo de 2016.

UNC (Union Nacional de Cañeros A. C.). (2017). Reseña Histórica, Union Nacional de cañeros A. C., Ciudad de México, Méx. Disponible en: <http://caneros.org.mx/union/#historica> (agosto de 2017)

UNICA, União da Indústria de Cana-de-Açúca (2017) Consumo de combustíveis. União da Indústria de Cana-de-Açúca. Sau Paulo, Brasil. Disponible en:

<http://www.unicadata.com.br/> (Agosto de 2017).

USDA, United States Department of Agriculture (2017a) Foreign Agricultural Service.
Production, Supply and Distribution.

<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> (Enero 2017).

USDA, United States Department of Agriculture (2017b) Mexico Transport Cost Indicator
Report, July 2015. Washington, D. C. 16p.

<https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Mexico%20Indicators%201st%20Quarter%202015.pdf>. (Febrero 2017).

WFR, World Freight Rates (2017) Calculadora de flete marítimo. Miami, Florida, USA.

<http://worldfreightrates.com/es/freight> (Enero 2017).

ANEXOS

Anexo 1. Producción de caña azúcar por distrito, Zafra 2014/2015.

Estado	Distrito	Notación	Producción (ton)
Campeche	Campeche	P01	28,904
Campeche	Chamпотón	P02	699,218
Chiapas	Comitán	P03	829,200
Chiapas	San Cristóbal de las Casas	P04	264,825
Chiapas	Tapachula	P05	1,348,758
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	P06	568,800
Colima	Colima	P07	896,770
Colima	Tecomán	P08	242,170
Jalisco	Ameca	P09	3,836,160
Jalisco	Ciudad Guzmán	P10	2,223,093
Jalisco	El Grullo	P11	1,230,758
Jalisco	Tomatlán	P12	668,492
Jalisco	Zapopan	P13	470,779
Michoacán	Apatzingán	P14	513,217
Michoacán	Pátzcuaro	P15	453,294
Michoacán	Uruapan	P16	201,578
Michoacán	Zamora	P17	456,336
Morelos	Zacatepec-Galeana	P18	2,065,105
Nayarit	Ahuacatlán	P19	925,439
Nayarit	Compostela	P20	311,377
Nayarit	Santiago Ixcuintla	P21	163,285
Nayarit	Tepic	P22	1,256,103
Oaxaca	Cañada	P23	43,337
Oaxaca	Tuxtepec	P24	2,889,790
Puebla	Izúcar de Matamoros	P25	1,941,285
Puebla	Tehuacán	P26	271,290
Quintana Roo	Chetumal	P27	1,441,912
San Luis Potosí	Ciudad Valles	P28	3,758,260
San Luis Potosí	Ébano	P29	1,430,393
Sinaloa	Culiacán	P30	464,015

Sinaloa	La Cruz	P31	104,129
Sinaloa	Los Mochis	P32	2
Tabasco	Cárdenas	P33	1,551,715
Tabasco	Emiliano Zapata	P34	175,273
Tamaulipas	González	P35	159,280
Tamaulipas	Mante	P36	2,737,404
Veracruz	Ciudad Alemán	P37	4,506,010
Veracruz	Coatepec	P38	524,116
Veracruz	Fortín	P39	6,574,833
Veracruz	Jáltipan	P40	806,000
Veracruz	La Antigua	P41	2,192,511
Veracruz	Martínez de la Torre	P42	170,544
Veracruz	Pánuco	P43	2,791,952
Veracruz	San Andrés Tuxtla	P44	1,298,009
Veracruz	Veracruz	P45	1,209,500
	Total Nacional		56,695,221

Anexo 2. Azúcar producido por ingenio, clico azucarero 2014/2015.

Estado	Ingenio	Notación	Produccion (Ton)
Campeche	La Joya	ING01	86,682
Colima	Queseria	ING02	161,227
Chiapas	Pujilic (Cia. La Fe)	ING03	201,874
Chiapas	Huixtla	ING04	117,885
Jalisco	Bellavista	ING05	90,641
Jalisco	José Ma. Morelos	ING06	64,129
Jalisco	Melchor Ocampo	ING07	131,926
Jalisco	San Francisco Ameca	ING08	154,458
Jalisco	Jose Ma. Martinez (Tala)	ING09	270,873
Jalisco	Tamazula	ING10	164,061
Michoacan	Lázaro Cárdenas	ING11	42,384
Michoacan	Pedernales	ING12	44,595

Michoacan	Santa Clara	ING13	75,055
Morelos	Casasano (La Abeja)	ING14	80,518
Morelos	Emiliano Zapata	ING15	157,679
Nayarit	Puga	ING16	189,254
Nayarit	El Molino	ING17	123,596
Oaxaca	Adolfo López Mateos	ING18	169,073
Oaxaca	El Refugio	ING19	30,771
Oaxaca	Pablo Machado (La Margarita)	ING20	108,862
Puebla	Atencingo	ING21	219,434
Puebla	Calipam	ING22	4,135
Quintana Roo	San Rafael De Pucté	ING23	146,224
San Luis Potosí	Alianza Popular	ING24	129,961
San Luis Potosí	Plan De Ayala	ING25	110,873
San Luis Potosí	Plan De San Luis	ING26	136,013
San Luis Potosí	San Miguel Del Naranjo	ING27	183,529
Sinaloa	Los Mochis	ING28	0
Sinaloa	Eldorado	ING29	28,320
Tabasco	Azsuremex - Tenosique	ING30	14,621
Tabasco	Santa Rosalía	ING31	55,135
Tabasco	Presidente Benito Juárez	ING32	98,631
Tamaulipas	Aarón Sáenz Garza	ING33	101,268
Tamaulipas	El Mante	ING34	70,847
Veracruz	San José De Abajo	ING35	31,327
Veracruz	Cuatotolapam	ING36	75,733
Veracruz	El Modelo	ING37	113,852
Veracruz	El Potrero	ING38	183,241
Veracruz	La Providencia	ING39	100,451
Veracruz	San Miguelito	ING40	53,127
Veracruz	San Pedro	ING41	119,150
Veracruz	San Cristobal	ING42	281,783
Veracruz	Central Motzorongo	ING43	139,578
Veracruz	Central Progreso	ING44	97,031
Veracruz	Constancia	ING45	82,215
Veracruz	El Carmen	ING46	23,981

Veracruz	El Higo	ING47	180,614
Veracruz	La Gloria	ING48	164,734
Veracruz	Mahuixtlan	ING49	47,110
Veracruz	Nuevo San Francisco	ING50	0
Veracruz	Panuco	ING51	156,270
Veracruz	San Gabriel	ING52	0
Veracruz	San Nicolás	ING53	97,452
Veracruz	Tres Valles	ING54	272,779
Total nacional			5,984,962

Anexo 3. Coeficiente de transformación por ingenio, ciclo azucarero 2014/2015.

Estado	Ingenio	Notación	Coef. de transformación Caña-azúcar
Campeche	La Joya	ING01	8.77
Colima	Queseria	ING02	8.75
Chiapas	Pujiltic (Cia. La Fe)	ING03	7.85
Chiapas	Huixtla	ING04	9.59
Jalisco	Bellavista	ING05	8.16
Jalisco	José Ma. Morelos	ING06	9.75
Jalisco	Melchor Ocampo	ING07	8.50
Jalisco	San Francisco Ameca	ING08	8.20
Jalisco	Jose Ma. Martinez (Tala)	ING09	8.35
Jalisco	Tamazula	ING10	8.80
Michoacan	Lázaro Cárdenas	ING11	8.52
Michoacan	Pedernales	ING12	8.04
Michoacan	Santa Clara	ING13	8.87
Morelos	Casasano (La Abeja)	ING14	7.36
Morelos	Emiliano Zapata	ING15	7.25
Nayarit	Puga	ING16	8.56
Nayarit	El Molino	ING17	8.27
Oaxaca	Adolfo López Mateos	ING18	9.18
Oaxaca	El Refugio	ING19	9.77
Oaxaca	Pablo Machado (La Margarita)	ING20	8.63

Puebla	Atencingo	ING21	7.84
Puebla	Calipam	ING22	12.36
Quintana Roo	San Rafael De Pucté	ING23	9.95
San Luis Potosí	Alianza Popular	ING24	8.92
San Luis Potosí	Plan De Ayala	ING25	10.10
San Luis Potosí	Plan De San Luis	ING26	8.59
San Luis Potosí	San Miguel Del Naranjo	ING27	9.26
Sinaloa	Los Mochis	ING28	0.00
Sinaloa	Eldorado	ING29	10.54
Tabasco	Azsuremex – Tenosique	ING30	10.93
Tabasco	Santa Rosalía	ING31	9.83
Tabasco	Presidente Benito Juárez	ING32	10.24
Tamaulipas	Aarón Sáenz Garza	ING33	10.98
Tamaulipas	El Mante	ING34	10.73
Veracruz	San José De Abajo	ING35	9.84
Veracruz	Cuatotolapam	ING36	8.84
Veracruz	El Modelo	ING37	8.84
Veracruz	El Potrero	ING38	8.62
Veracruz	La Providencia	ING39	8.96
Veracruz	San Miguelito	ING40	9.47
Veracruz	San Pedro	ING41	9.52
Veracruz	San Cristobal	ING42	9.47
Veracruz	Central Motzorongo	ING43	9.59
Veracruz	Central Progreso	ING44	8.03
Veracruz	Constancia	ING45	9.61
Veracruz	El Carmen	ING46	11.17
Veracruz	El Higo	ING47	9.93
Veracruz	La Gloria	ING48	8.65
Veracruz	Mahuixtlan	ING49	9.71
Veracruz	Nuevo San Francisco	ING50	0.00
Veracruz	Panuco	ING51	10.08
Veracruz	San Gabriel	ING52	0.00
Veracruz	San Nicolás	ING53	9.24
Veracruz	Tres Valles	ING54	8.59

Anexo 4. Consumo nacional de azúcar, ciclo azucarero 2014/2015.

Mercado Nacional	Notación	Consumo (ton)
Aguascalientes	AGS	50,006
Baja California	BCN	128,768
Baja California Sur	BCS	24,773
Campeche	CAM	25,333
Coahuila	COA	120,529
Colima	COL	23,566
Chiapas	CHS	145,489
Chihuahua	CHI	133,337
Ciudad de México	CDM	320,000
Durango	DGO	61,207
Guanajuato	GTO	181,698
Guerrero	GRO	116,660
Hidalgo	HGO	106,532
Jalisco	JAL	335,142
México	MEX	752,920
Michoacán	MIC	138,538
Morelos	MOR	66,207
Nayarit	NAY	38,661
Nuevo León	NLE	213,810
Oaxaca	OAX	117,272
Puebla	PUE	232,541
Querétaro	QRO	101,509
Q Roo	ROO	52,170
SLP	SLP	88,867
Sinaloa	SIN	102,256
Sonora	SON	107,913
Tabasco	TAB	74,579
Tamaulipas	TAM	135,757
Tlaxcala	TLA	34,798
Veracruz	VER	238,077

Yucatán	YUC	87,399
Zacatecas	ZAC	47,416
Total	Total	4,403,730

Anexo 5. Exportaciones por puerto y frontera, ciclo azucarero 2014/2015.

Punto de salida	Notación	Exportaciones (ton)
Tamaulipas	TAM	124,443
Ciudad Hidalgo	CDH	55,817
Ciudad Juárez	CDJ	140,097
Coahuila	COA	326,841
Matamoros	MAT	95,348
Mexicali	MEX	12,175
Nogales	NOG	85,545
Nuevo Laredo	NLA	236,710
Piedras Negras	PNE	90,763
Progreso	PRO	65,305
Veracruz	VER	338,542
Lázaro Cárdenas	LCA	9,646
Total		1,581,232

Anexo 6. Precio del azúcar en el mercado nacional, Ciclo 2014/2015.

Mercado	Notación	Precio (\$/ton)
Aguascalientes	AGS	9,714
Baja California	BCN	10,568
Baja California Sur	BCS	11,490
Campeche	CAM	10,497
Coahuila	COA	9,981
Colima	COL	9,710
Chiapas	CHS	10,083
Chihuahua	CHI	10,021
Ciudad de México	DFE	9,315

Durango	DGO	9,997
Guanajuato	GTO	9,645
Guerrero	GRO	10,025
Hidalgo	HGO	9,711
Jalisco	JAL	9,623
México	MEX	9,593
Michoacán	MIC	9,669
Morelos	MOR	9,694
Nayarit	NAY	10,550
Nuevo León	NLE	9,804
Oaxaca	OAX	10,030
Puebla	PUE	9,896
Querétaro	QRO	9,647
Quintana Roo	ROO	10,304
San Luis Potosí	SLP	9,508
Sinaloa	SIN	11,187
Sonora	SON	11,207
Tabasco	TAB	10,067
Tamaulipas	TAM	9,921
Tlaxcala	TLA	9,896
Veracruz	VER	9,995
Yucatán	YUC	10,189
Zacatecas	ZAC	9,700

Anexo 7. Cuestionario para determinar los costos de acarreo de caña de azúcar en los ingenios

Nombre del ingenio: _____

Nombre del responsable: _____

Puesto: _____

1. ¿Cuántos productores de caña son socios o tienen contrato con el ingenio?

2. ¿Quién se encarga del acarreo de caña?

El ingenio () Los Productores () Otro ()

3. ¿El corte es manual o mecánico?

Porcentaje: Manual () Mecánico ()

4. ¿Quiénes son los dueños de los camiones o vehículos que se usan para el acarreo de la caña?

El ingenio () Los cañeros () Otro ()

5. ¿Qué tipo de vehículos se utilizan para el acarreo de caña?

6. ¿Cuál es la capacidad de carga de los camiones?

7. ¿Cuál es la zona más lejana que entrega caña al ingenio? (Distancia)

8. ¿Cuál es el costo por tipo de camión de la zona más lejana al ingenio?

Camión tipo 1: _____

Camión tipo 2: _____

Camión tipo 3: _____

9. ¿Cuál es la zona más cercana que entrega caña al ingenio? (Distancia).

10. ¿Cuál es el costo por tipo de camión de la zona más cercana al ingenio?

Camión tipo 1: _____

Camión tipo 2: _____

Camión tipo 3: _____

11. ¿A qué distancia se encuentra la zona que entrega más cantidad de caña al ingenio? Y ¿cuál es el costo de acarreo de ésta zona al ingenio?

12. ¿Cuánta caña recibe aproximadamente el ingenio por zafra?
