



SADER

SECRETARÍA DE
AGRICULTURA Y
DESARROLLO RURAL



CONADESUCA

COMITÉ NACIONAL PARA EL DESARROLLO
SUSTENTABLE DE LA CAÑA DE AZÚCAR



DIAGNÓSTICO DE LA AGROINDUSTRIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

REGIÓN NORESTE



CONTENIDO

	Pág.
CONTENIDO	1
CUADROS.....	3
FIGURAS.....	4
GRÁFICAS.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Marco contextual.....	6
1.2. Objetivos.....	8
1.3. Marco metodológico	8
2. CARACTERIZACIÓN Y ENTORNO MEDIOAMBIENTAL DE LA REGIÓN NORESTE	12
2.1. Ubicación de la región.....	12
2.2. Suelos.....	13
2.3. Clima	14
2.4. Infraestructura.....	17
2.4.1. Caminos.....	17
2.4.2. Riego.....	18
3. ENTORNO TÉCNICO-PRODUCTIVO REGIONAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR	21
3.1. Paquetes tecnológicos	21
3.2. Comportamiento de la superficie cañera.....	26
3.3. Comportamiento de rendimientos	28
3.4. Comportamiento de la producción	30
4. INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS, REGIÓN NORESTE	31
4.1. KARBE.....	31
4.1.1. KARBE bruto teórico	31
4.1.2. KARBE neto teórico.....	33
4.2 Eficiencia en fábrica	35

CONTENIDO

	Pág.
4.3 Rendimiento	37
4.3.1. Rendimiento de campo (t/ha)	37
4.3.2. Rendimiento de fábrica (%).....	39
4.3.3. Rendimiento agroindustrial (t/ha)	41
4.4 Fibra en caña.....	43
4.5. Sacarosa en caña	45
4.6 Pureza Aparente en Jugo Mezclado	47
4.7 Tiempo perdido en fábrica	49
4.8. Pérdidas totales.....	51
5. ENTORNO SOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN REGIONAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	54
5.1. Costos de producción de la caña de azúcar	54
5.2. Ingenios y organizaciones de productores.....	57
5.3. Mercado del azúcar de producción regional.....	57
5.4. Problemática de la producción regional de azúcar y caña.....	58
5.4.1. Problemática en fábrica.....	58
5.4.2. Problemática en campo.....	59
6. CONCLUSIONES	62
REFERENCIAS	64

CUADROS

	Pág.
Cuadro 2.1. Concentrado de datos de la región	13
Cuadro 3.1. Superficie y régimen hídrico de caña de la región.....	21
Cuadro 3.2. Superficie y fase de producción de caña de la región.....	22
Cuadro 3.3. Presencia de plagas por ingenio en la región (superficie en ha)	25
Cuadro 3.4. Rendimiento por ingenio (t/ha) por fase y régimen, zafra 2017-2018....	29
Cuadro 5.1. Costo por hectárea y tonelada de caña de la región	54
Cuadro 5.2. Indicador comparativo entre costo y rendimiento de la región.....	55

FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Mapa de los Ingenios azucareros en México y las regiones cañeras.	11
Figura 2.1. Ubicación de la región.....	12
Figura 2.2. Predominancia de unidades de suelo en la región	13
Figura 2.3. Infraestructura de caminos de las zonas de abasto de la región.....	18
Figuras 2.4. Infraestructura de riego en aprovechamientos superficiales (a).....	19
y en unidades de riego (b) de la región.....	19
Figura 5.1. Distribución de costos de alta participación de la región por fase y régimen	56

GRÁFICAS

	Pág.
Gráficas 2.1. Diagramas ombrotérmicos de Gausсен de las zonas de abasto cañero San Luis Potosí (a), Tamaulipas (b) y Veracruz (c)	15
Grafica 3.1. Distribución porcentual de variedades de caña en la región	23
Gráfica 3.2. Comportamiento de la superficie para las zafras 2010/11-2017/18	26
Grafica 3.3. Comportamiento de la superficie cañera por ingenio en la región	27
Grafica 3.4. Rendimientos (t/ha) para los ingenios de la región	28
Gráfica 3.5. Rendimiento de caña (t/ha)	29
Gráfica 3.6. Producción de caña (t)	30
Gráfica 4.1. KARBE/toneladas de caña bruta teórico (kg/t)	32
Gráfica 4.2 KARBE/toneladas de caña neta teórico (kg/t)	34
Gráfica 4.3 Eficiencia en fábrica (%)	36
Gráfica 4.4. Rendimiento de campo (t/ha)	38
Gráfica 4.5. Rendimiento de fábrica (%)	40
Gráfica 4.6. Rendimiento agroindustrial (t/ha)	42
Gráfica 4.7. Fibra en caña (%)	44
Gráfica 4.8. Sacarosa en caña (%)	46
Gráfica 4.9. Pureza aparente en jugo mezclado	48
Gráfica 4.10. Tiempo perdido en fábrica	50
Gráfica 4.11. Pérdidas totales	52

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Marco contextual

La producción de azúcar derivada del cultivo de la caña, como producto básico y estratégico, involucra una complejidad de procesos que son considerados de interés público, por lo que es necesario ahondar en el análisis del entorno en el que se desarrolla, tanto en campo como en fábrica, buscando puntualizar sus aspectos característicos y, a su vez, explicar la dimensión de los mismos y su relación directa con la productividad de todo el ramo.

Para poder entender la problemática actual que vive este sector agroindustrial y elaborar un diagnóstico del mismo, es necesario tomar en consideración una serie de sucesos de importancia, que han transformado la agroindustria durante los últimos años, los más destacables se enlistan a continuación:

- la administración por parte del gobierno federal de 9 de los 27 ingenios expropiados a través del Fondo de Empresas Expropiadas del Sector Azucarero (FEESA) 2001-2016;
- las acciones realizadas por el gobierno federal en cuanto al establecimiento y funcionamiento del CONADESUCA, como fuente oficial de toda la información del sector a partir de 2008;
- la reducción del consumo de petróleo en 86%, al pasar de 168 millones de litros en la zafra 2008/09, a 23 millones de litros en la zafra 2017/18.
- las tasas de crecimiento del sector en el periodo 2011-2018, que han permitido que se mantenga una tendencia estable en lo referente a la superficie sembrada, rendimiento obtenido y producción de caña, alcanzando tasas positivas de 2.27, 0.40 y 2.67, respectivamente, a lo largo de los últimos seis años;
- el compromiso y avance del sector agroindustrial respecto a los índices de sustentabilidad durante el periodo 2010/11-2017/18, de acuerdo al monitoreo realizado por el CONADESUCA a través del sistema de sustentabilidad (SI-Sustentabilidad), se han mantenido con amplias oportunidades de mejora el costo de producción por tonelada, rendimiento promedio de caña de azúcar y superficie atendida con el programa campo limpio; mientras que los índices, superficie fertilizada con base en recomendaciones técnicas y eficiencia en fábrica presentan que hay compromiso con la sustentabilidad; asimismo el índice de vapor generado con bagazo de caña mantiene un alto compromiso con la sustentabilidad, en concordancia con la reducción del uso de petróleo; en el mismo tenor, los índices que han mostrado mejoras en el nivel de

sustentabilidad son: superficie sembrada con riego tecnificado, superficie atendida con manejo integral de plagas, superficie atendida con control biológico y relación KABE/KARBE;

- la caída de 37% del precio de la caña para 2013, como resultado del gran aumento en la oferta de azúcar, vulnerando la actividad productiva y obligando al Gobierno de la República a aprobar apoyos emergentes por 1.5 mil millones de pesos en 2013, y 1.3 mil millones de pesos en 2014, a fin de evitar la afectación a miles de productores cañeros;
- las cifras récord de caña molida neta y producción total de azúcar en la zafra 2012/13, llegando a obtener 6.9 millones de toneladas de azúcar (2 millones más que el ciclo anterior), marcando un parteaguas para la industria azucarera en México;
- el incremento en 70,000 hectáreas en la superficie industrializada a partir de 2013, debido principalmente al aumento en el precio del azúcar;
- la firma, en 2014, del acuerdo entre México y Estados Unidos por el cual las importaciones de azúcar mexicana estarían libres de "dumping", evitando la imposición de aranceles;
- la renegociación entre México y Estados Unidos de los acuerdos de suspensión para exportación de azúcar mexicana durante 2015 y 2017;
- la disminución de los costos promedio de producción nacional, al pasar de 465 en la zafra 2010/11 a 358 pesos por tonelada en la zafra 2017/18;
- la implementación paulatina, por parte del CONADESUCA, de Sistemas de información públicos y la difusión de datos útiles para la toma de decisiones que incidan en la productividad a partir de la zafra 2010/11 (SI-Costos; SI-Sustentabilidad; SI-Investigación, SINFOCAÑA y GEOPORTAL);
- la sinergia lograda con PROFEPA para la difusión del Programa Industria Limpia y trabajo coordinado con SENASICA-AMOCALI para la difusión de los Programas Campo Limpio y Triple Lavado; y
- el apoyo del Gobierno Federal, al Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar (CIDCA) a través del CONADESUCA para la investigación y desarrollo de nuevas variedades.

INTRODUCCIÓN

1.2. Objetivos

El presente diagnóstico pretende cumplir los siguientes objetivos con el fin de contribuir en la identificación de causas que expliquen efectos que se manifiestan en la problemática de la región cañera Noreste.

Objetivo General

- Elaborar un diagnóstico regional de la agroindustria de la caña de azúcar, a través del análisis regional, que permita analizar los cambios producidos en el período 2008 – 2018, para los ámbitos de campo e industria.

Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico de la región Noreste con base en las estadísticas generadas por el CONADESUCA, a través del análisis de las principales variables de producción y rentabilidad de campo y fábrica.
- Identificar las problemáticas en la región, a través de entrevistas con los responsables de organizaciones de productores y de técnicos de los ingenios.
- Contar con una actualización e identificación de las prioridades del sector con base en el análisis de aspectos económicos, sociales y agroclimáticos.

1.3. Marco metodológico

El presente diagnóstico se centra en el sector de la agroindustria de la caña de azúcar a través del análisis de la región cañera Noreste. La metodología general consistió en una combinación de trabajo de gabinete y campo aplicando análisis cuantitativo y cualitativo.

I. El trabajo de gabinete consideró:

- a) Para el entorno productivo, la recopilación y análisis de información estadística y documental de los sistemas SI-INVESTIGACIÓN, SI-COSTOS, SINFOCAÑA y SI-SUSTENTABILIDAD, disponibles para su consulta en la página oficial del CONADESUCA, aunado a información bibliográfica complementaria.
- b) El análisis de información externa (boletines, artículos y libros), a través de la búsqueda temática y específica por cada región. La información de las redes y sitios de investigación (SciELO -Scientific Electronic Library Online-; Redalyc -Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal; ATAM -Asociación de Técnicos Azucareros de México-; entre otras) fueron revisadas y filtradas, para identificar datos específicos por cada región.

- c) Para el entorno regional, la adquisición, proceso y análisis de cartografía digital; además, se trabajó en modelaje y el despliegue o expresión espacial de las variables climáticas que más influencia tienen en la producción de caña regional, y el trabajo de gabinete de diferentes elementos cartográficos y estadísticos. El primero, son las referencias cartográficas y espaciales, las cuales están soportadas en las imágenes satelitales y la respectiva interpretación de los datos recogidos por diferentes sensores, tales como: Landsat 8, ASTER LIT y SENTINEL 3B.

El segundo elemento, son las referencias de variables climáticas de interés, las cuales fueron tomadas del concentrado por año (2010-2016) del Servicio Meteorológico Nacional, a su vez, los valores mensuales y acumulados por año de evapotranspiración y unidades calor se tomaron de las Estaciones Meteorológicas Automatizadas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

- d) La elaboración de gráficas a partir de la información que cada ingenio reporta en sus avances de producción de azúcar en las corridas de fábrica; las cuales son enviadas al CONADESUCA. Estos datos permiten captar los procesos que necesitan atención y afectan la producción de azúcar y el rendimiento agroindustrial. Estos insumos y la utilización de fórmulas para estimar indicadores permiten conocer la situación de fábrica y de eficiencia productiva de los ingenios. **Las fórmulas de cada indicador pueden ser consultadas en el Anexo del 5to Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar.**

Con base en dicha información, los indicadores considerados en el presente diagnóstico son:

- a) KARBE
- b) Eficiencia en fábrica
- c) Rendimiento
- d) Fibra en caña
- e) Sacarosa en caña
- f) Pureza aparente en jugo mezclado
- g) Tiempo perdido en fábrica
- h) Pérdidas totales

II. El trabajo de campo estuvo basado en:

- a) La elaboración y aplicación de entrevistas a dirigentes y operadores de Organizaciones Cañeras (se realizaron ocho entrevistas en 3 ingenios visitados de la región). Como resultado se construyó una base de datos de tipo mixto (con variables cualitativas y cuantitativas) y sus respectivas gráficas se encuentran integradas a este documento.

INTRODUCCIÓN

- b) La elaboración y aplicación de entrevistas a responsables técnicos de los ingenios (gerentes, superintendentes, entre otros), con lo que se construyó una base de datos cualitativa; las cuales fueron agrupadas por tema.
- c) El levantamiento de información sobre los precios de insumos y servicios en casas comerciales de cada región. Se realizó la captura de precios en formato de hoja de cálculo para cada una.

I. La regionalización cañera:

El trabajo de campo y de análisis de este documento, estuvo basado en la regionalización que se muestra en el 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-2018, y que para la región Noreste participan los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí y parte norte de Veracruz, en donde se ubican los ingenios: San Miguel del Naranjo, Plan de San Luis, Aarón Sáenz Garza, El Mante, Alianza Popular, Plan de Ayala, Pánuco y el Higo.

Figura 1.1. Mapa de los Ingenios azucareros en México y las regiones cañeras.



Fuente: 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-2018. CONADESUCA 2018.

2. CARACTERIZACIÓN Y ENTORNO MEDIOAMBIENTAL DE LA REGIÓN NORESTE

En la región Noreste se encuentran los siguientes ingenios: Aarón Sáenz Garza y El Mante, ambos del estado de Tamaulipas; San Miguel del Naranjo, Alianza Popular, Plan de San Luis y Plan de Ayala, localizados en el estado de San Luis Potosí, y Pánuco y El Higo, en la parte norte del estado de Veracruz, mismos que son considerados en el presente diagnóstico.

2.1. Ubicación de la región

La región cañera Noreste se ubica en la porción de la Sierra Madre Oriental y la llanura del Golfo de México, entre los paralelos de Latitud Norte 21° 31'/23° 8' y los meridianos de longitud oeste 97° 59'/99° 31'. La superficie cañera de esta región se distribuye, de Este a Oeste, desde el núcleo agrario, Topila, municipio de Tampico Alto, Veracruz, hasta el núcleo Ojo de Agua de Tierra Nueva, municipio de El Naranjo, San Luis Potosí y, de Norte a Sur, desde el núcleo agrario Carrizal, municipio de Tampamolón de Corona, San Luis Potosí, hasta el núcleo agrario La Libertad, municipio de Llera, Tamaulipas.

Figura 2.1. Ubicación de la región



Fuente: Elaboración propia con base en el 5to informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008/09-2017/18

La superficie cañera que conforma la región Noreste se distribuye de la siguiente manera:

Cuadro 2.1. Concentrado de datos de la región

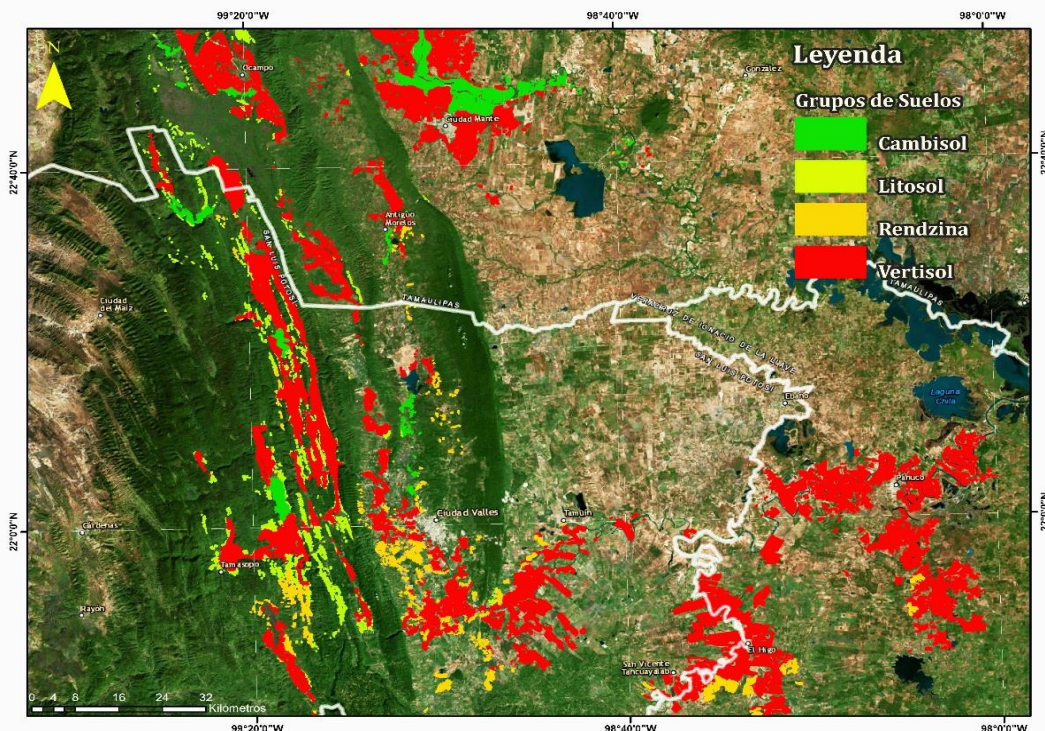
Estado	Municipios Cañeros	Superficie de Riego (ha)	Superficie de Temporal (ha)	Total
Tamaulipas	8	41,120	26,238	67,358
San Luis Potosí	11	18,826	65,602	84,428
Veracruz	6	33,015	10,077	43,092
Total	25	92,961	101,917	194,878

Fuente: CONADESUCA, con base en la superficie calculada en la parcelación del campo cañero de la zafra 2014/15.

2.2. Suelos

Los vertisoles son los componentes edáficos que más predominan en la región Noreste, ocupando el 70% de toda la superficie cultivada con caña de azúcar. Los complejos edáficos más frecuentes, son: vertisol pélico con 32.9%; vertisol pélico y crómico con 17.2% y vertisol crómico y gleysol vértico con 3.3%, todos de textura fina. Los vertisoles son los suelos donde se cultivan la mayor superficie de granos y gramíneas en todo México, tienen más de 25 cm de profundidad, contienen más de 30% de arcillas, y se mezclan constantemente por procesos de expansión y contracción, dando como resultado grietas profundas en la estación seca. Se trata de suelos muy influenciados por el agua, con condiciones alternadas de saturación-sequía y ricos en arcillas expandibles.

Figura 2.2. Predominancia de unidades de suelo en la región



Fuente: UNICEDER, S.C., con base en el conjunto vectorial de datos edafológicos INEGI 2016.

CARACTERIZACIÓN Y ENTORNO MEDIOAMBIENTAL DE LA REGIÓN NORESTE

Los cambisoles, por su parte, ocupan el 8.4% de todas las parcelas de caña de la región; de estos, los complejos edáficos más predominantes son: cambisol cálcico y cambisol eútrico con 4.8% y cambisol cálcico, en unidades puras, con 1.6%. Los cambisoles son suelos que están en una etapa de transición en su desarrollo desde un suelo joven hacia un suelo maduro. Están presentes en regiones donde la precipitación es alta, presentan texturas medias (lo que favorece las labores agrícolas), tienen alta porosidad, buena capacidad de retención de humedad y buen drenaje interno. Su pH va de neutral a débilmente ácido, lo que se traduce en una fertilidad deseable para el buen desarrollo de las plantas.

Los litosoles están presentes en 6.1% del total de superficie cultivada de las zonas de abasto de los ingenios que conforman la región Noreste, los complejos edáficos más frecuentes son: litosol, rendzinas y regosol calcárico con 2.7% y, litosol y rendzinas con 2.1%, todos de textura fina. Los litosoles son suelos extremadamente jóvenes y delgados (o con abundantes gravas, es decir muy pedregosos). Pueden considerarse como la primera etapa de formación de un suelo sobre rocas duras. Por tanto, se presentan en donde la erosión natural impide que alcance un cierto espesor, o en regiones con ciertas pendientes que sufrieron una erosión muy severa de los suelos precedentes, generalmente, por la acción del hombre. Estos suelos están normalmente libres de niveles tóxicos de sales solubles, sin embargo, su poco espesor y/o pedregosidad y su baja capacidad de retención de humedad implícita, son serias limitaciones para el desarrollo agrícola.

Por último, cabe destacar que uno de los suelos con mayor contenido de materia orgánica (rendzinas) se encuentra en 6.1% del total de predios cañeros. Estas presentan una capa superficial rica en materia orgánica que descansa sobre una roca caliza; no son profundos (apenas miden 10 cm.), tienen textura arcillosa de color negro a gris, son de susceptibilidad moderada a alta a la erosión, y se encuentran en regiones semiáridas. Los complejos más frecuentes son: rendzinas asociadas a feozem con 1.4% y regosol más vertisol con 1.2%. Cabe destacar que estos suelos, cuya evolución no depende ni del clima ni de la vegetación, está condicionada por un entorno rico en magnesio o calcio, desarrollado en la roca que les da origen.

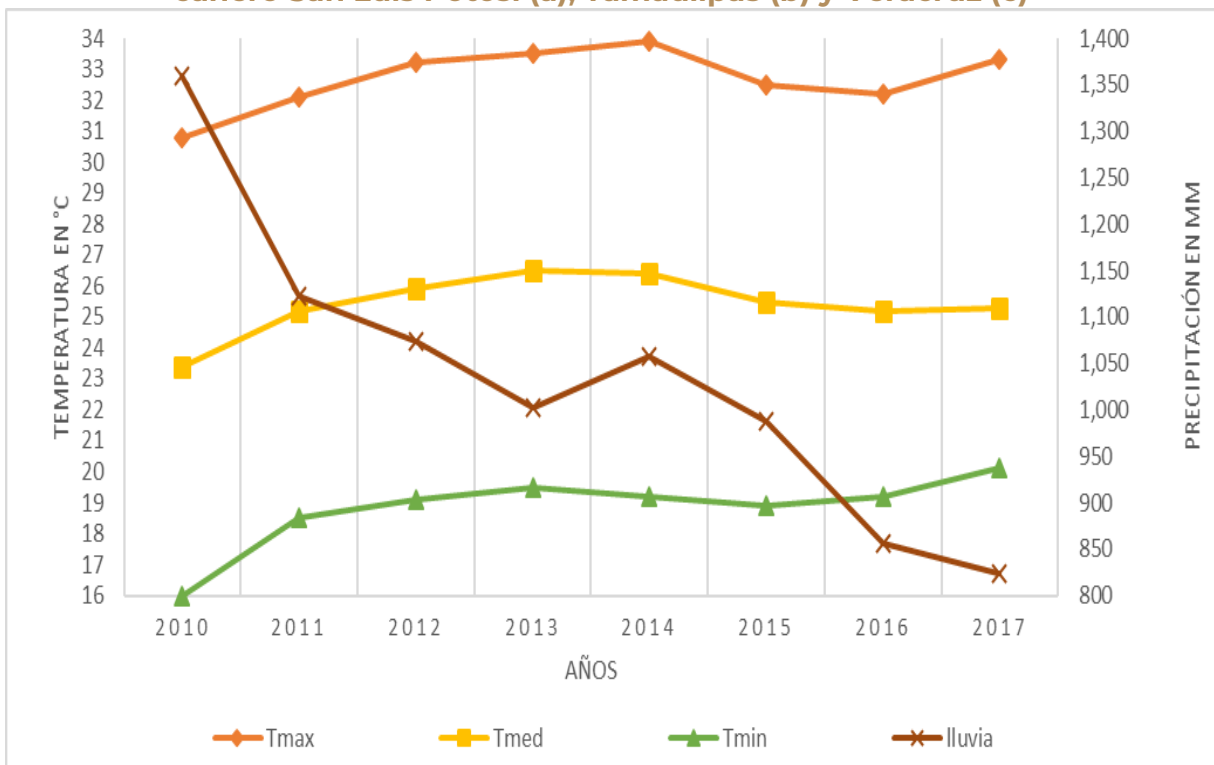
2.3. Clima

El clima en la región Noreste está condicionado por dos de sus variables más importantes, como son: la temperatura y la precipitación, las cuales han sido considerablemente fluctuantes de 2010 a 2017. Como puede observarse en el diagrama ombrotérmico¹ (Gráficas 2.1).

¹ Un diagrama ombrotérmico es un gráfico en el que se representan las precipitaciones y las temperaturas de un lugar en un determinado período (habitualmente un año, periodos de años o por periodos mensuales). También puede denominarse diagrama climático, ombrograma o diagrama de Gausson.

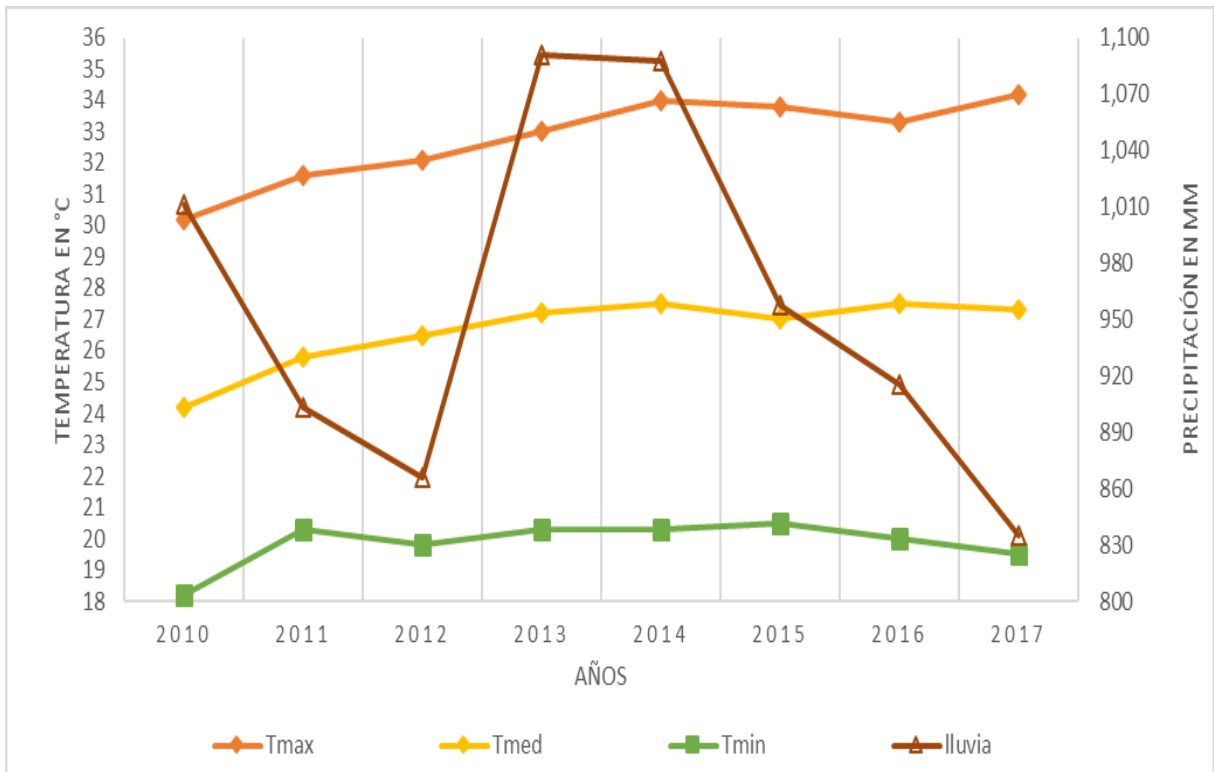
Por el lado de la precipitación, esta ha ido disminuyendo en el corredor cañero de San Luis Potosí (Plan de Ayala, San Miguel del Naranjo, Plan de San Luis y Alianza Popular) a razón de 76.5 mm por año de 2010 a 2017, con un acumulado a 2017 de 536 mm. De las 84,428 ha de caña que son cultivadas en el estado de San Luis Potosí sólo 22.3% (18,826 ha) cuenta con riego, mientras que el 77.7% (65,602 ha) depende del temporal, lo que ha ido impactando en el rendimiento en campo. La información de las gráficas debe de considerarse, pues se observa que de 2010 a 2017 las temperaturas han presentado un aumento paulatino a un ritmo de aproximadamente 0.4 grados centígrados de las temperaturas máximas, medias y mínimas. Por consiguiente, es urgente la realización de estudios que determinen el impacto sobre la producción de caña de azúcar de este aumento en temperaturas y disminución de precipitaciones.

Gráficas 2.1. Diagramas ombrotérmicos de Gausсен de las zonas de abasto cañero San Luis Potosí (a), Tamaulipas (b) y Veracruz (c)

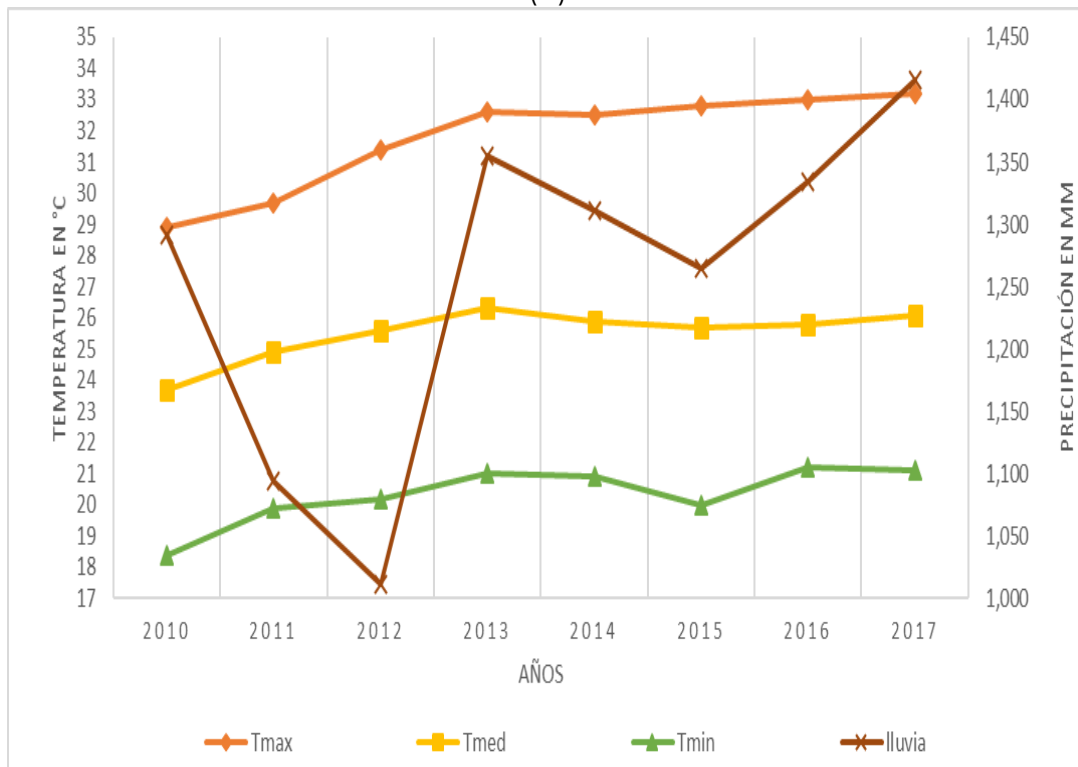


(a)

CARACTERIZACIÓN Y ENTORNO MEDIOAMBIENTAL DE LA REGIÓN NORESTE



(b)



(c)

Fuente: UNICEDER S.C., con base en las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional de las Zonas de Abasto Cañero de la Región Noreste.

En lo que atañe a la zona de abasto del estado de Tamaulipas hubo una caída de aproximadamente 145.6 mm de 2010 a 2012, recuperándose hacia 2013, donde alcanzó uno de sus picos más altos que mantuvo en 2014 para luego tener una caída continua de 252 mm acumulados hacia 2017. Cabe destacar que, a pesar de que la superficie cañera de los ingenios Aaron Saéñz Garza y El Mante es en su mayoría de riego, un considerable 39% tiene régimen hídrico de temporal, lo que provoca que al presentarse una menor cantidad de agua de lluvia la presión sobre el agua de pozos profundos y reservorios de agua para riego aumenta. También se ha observado un aumento paulatino en la oscilación térmica media que ronda los 0.4°C; sin embargo, en contraste con San Luis Potosí, aquí son las temperaturas máximas y medias las que se están moviendo hacia arriba.

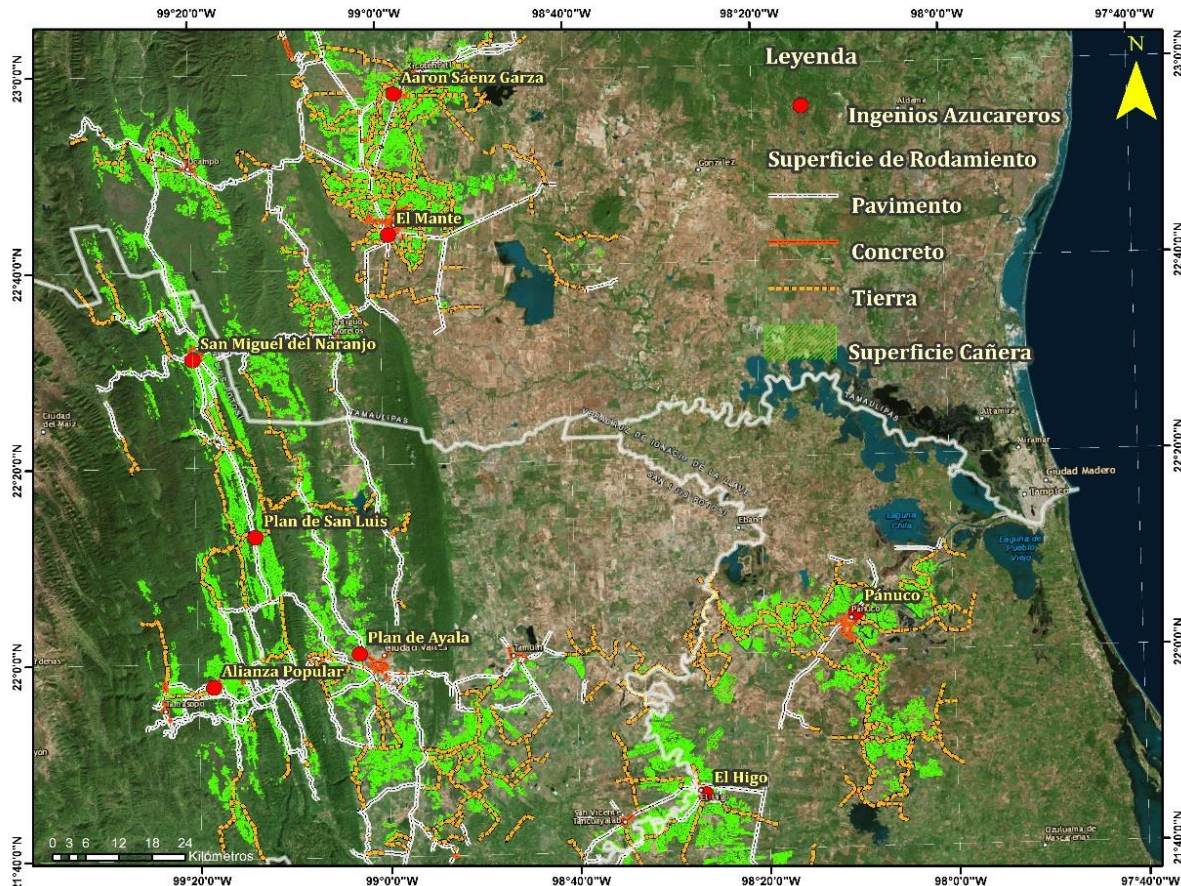
Por otro lado, las lecturas pluviométricas de las estaciones del SMN en la superficie cañera del Norte del estado de Veracruz indican que de 2010 a 2012 también se presentó un descenso muy marcado en los mm de lluvia en los ingenios de Pánuco y El Higo, al caer en 279.4 mm; 2013 fue un año de recuperación, llegando a alcanzar un máximo de 1,354 mm. asimismo, los años 2014 y 2015 se consideraron como regulares, toda vez que la precipitación disminuyó ligeramente hasta alcanzar los 1,265 mm, recuperándose hacia 2017. Este comportamiento errático de las lluvias, a través de los años, ha incidido de manera somera en los rendimientos de campo de ambos entes productores del norte de Veracruz, toda vez que 76.6% del total de superficie de cultivo está bajo condiciones de riego y sólo 23.4% dependen del agua de lluvia para producir.

2.4. Infraestructura

2.4.1. Caminos

En cuanto a la infraestructura de caminos, como puede verse en la Figura 2.2. las zonas de abasto pertenecientes a la región Noreste están bien comunicadas. De acuerdo con las coberturas vectoriales de la Red Nacional de Caminos 2017, los cañaverales de la región Noreste se distribuyen a lo largo y ancho de 1,452 km de caminos con superficie de rodamiento de tipo pavimento, 221 km de concreto hidráulico y 1,872 km de terracería; sin embargo, la mayoría se encuentran en mal estado, de acuerdo con el Instituto Mexicano del Transporte (2017). Considerando las hectáreas cultivadas de caña en el Noreste se puede señalar que la red de carreteras en algunas zonas de abasto no permite que la caña llegue en buenas condiciones de frescura a los patios de recepción, por consiguiente, existe una variopinta calidad de la caña recibida para molienda.

Figura 2.3. Infraestructura de caminos de las zonas de abasto de la región



Fuente: UNICEDER S.C., con base en los vectoriales de la Red Nacional de Caminos 2017.

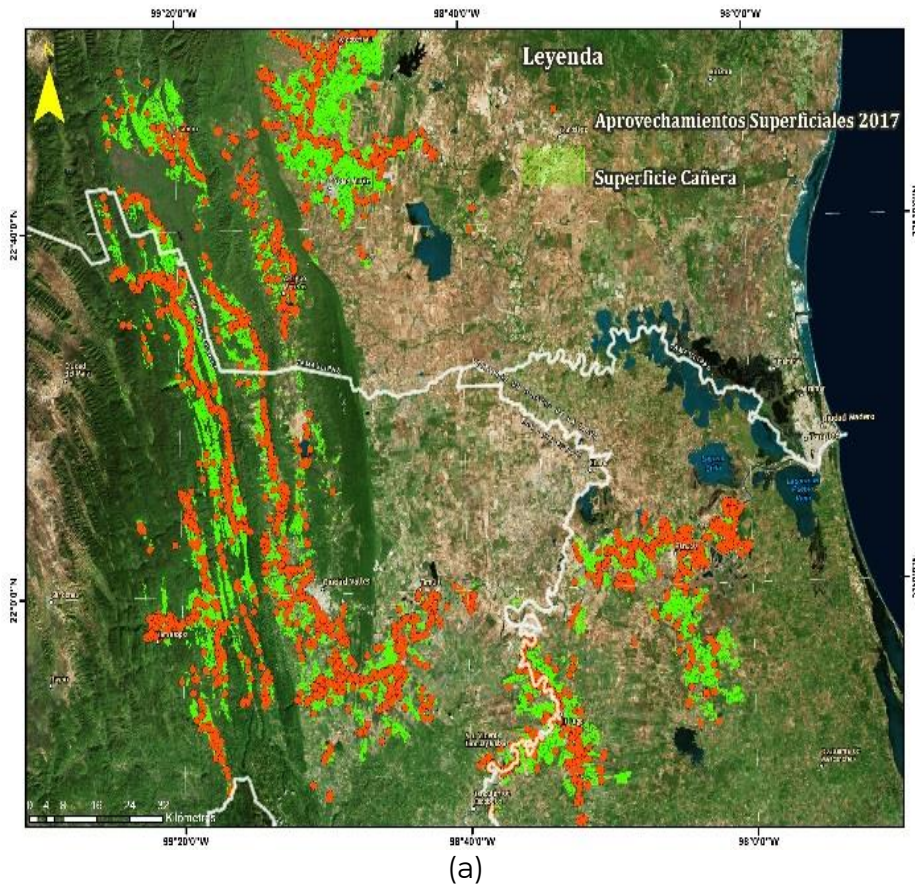
Se puede destacar que el ingenio Pánuco, por ejemplo, ha promediado en las últimas 7 zafras 38 horas de frescura, mientras que El Mante ha promediado 17 horas. En la media de la tabla se encuentran los ingenios: Plan de Ayala, con 29 horas; San Miguel del Naranjo y El Higo, con 28 horas y Aarón Sáenz Garza, con 26 horas. Como puede apreciarse en la figura anterior, el ingenio Pánuco debe depender de una red de terracerías para transportar la caña cosechada a los patios de recepción, sin embargo, con las lluvias de octubre y noviembre, las condiciones de los caminos de tierra no son las adecuadas para darle celeridad al proceso de transporte. En el otro extremo se observa a El Mante, pues a pesar de que gran parte de su red de transporte es de terraceo, han procurado mantenerlas en buenas condiciones para entregar la caña al patio para su molienda.

2.4.2. Riego.

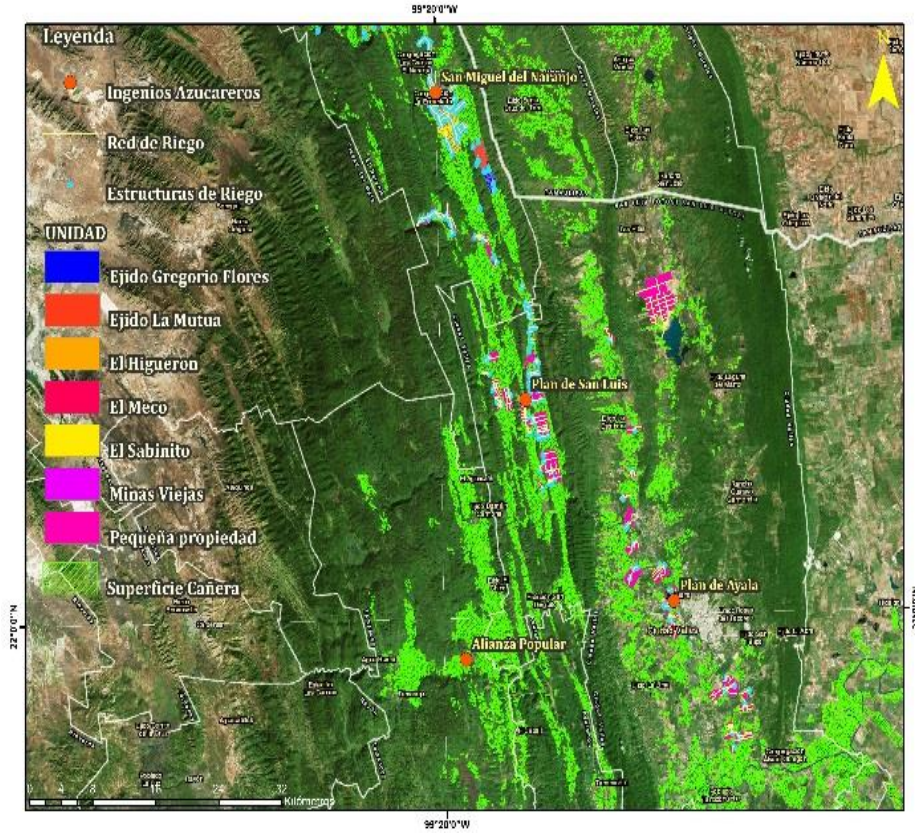
La infraestructura de riego en las superficies cañeras de San Luis Potosí, Tamaulipas y Norte de Veracruz presenta marcadas diferencias, por un lado, se encuentran los ingenios de San Miguel del Naranjo, Alianza Popular, Plan de San Luis y Plan de Ayala, donde la mayoría de los productores no tiene acceso al riego, sólo 22.3% de la superficie es de riego, sobre todo en las unidades de: Particulares,

Ejido Gregorio Flores, Ejido La Mutua y El Higuierón. En las otras dos zonas productoras, la mayoría de la superficie de caña se encuentra bajo condiciones de riego.

Figuras 2.4. Infraestructura de riego en aprovechamientos superficiales (a) y en unidades de riego (b) de la región



CARACTERIZACIÓN Y ENTORNO MEDIOAMBIENTAL DE LA REGIÓN NORESTE



(b)

Fuente: UNICEDER S.C., con base en las coberturas vectoriales de Aprovechamientos Superficiales y Subterráneos de la Coordinación General de Recaudación y Fiscalización de la Comisión Nacional del Agua, ejercicio 2017.

Con base en la información de infraestructura hidroagrícola de aprovechamientos superficiales y subterráneos, con respecto a la región Noreste, se puede establecer que en el área de influencia a 500 m de las parcelas de caña de azúcar se han tramitado, desde diferentes fechas, 3,308 permisos de explotación del manto hídrico, con volúmenes de bombeo que van desde los 716 hasta los 160,000 m³/año. La mayoría de estas obras hidráulicas se encuentra en las márgenes izquierdas o derechas de los ríos de gran caudal. De este número de aprovechamientos sólo 1,247 están en relación directa con los campos de cultivo cañero. No se tuvo información sobre los aprovechamientos subterráneos de la región Noreste.

3. ENTORNO TÉCNICO-PRODUCTIVO REGIONAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Este apartado se deriva principalmente de los cierres de zafra enviados al CONADESUCA, además de datos que se encuentran en el sistema SI-Costos para la zafra 2017/18.

3.1. Paquetes tecnológicos

a. Fase de producción y régimen hídrico

En la región, 62% de la superficie de caña se cultiva bajo riego. Como puede observarse en el cuadro 3.1, en Tamaulipas los dos ingenios (Aarón Sáenz y El Mante), y los dos del norte de Veracruz (Pánuco y El Higo), producen la totalidad de la caña bajo riego; por el contrario, en San Luis Potosí en los cuatro ingenios la mayor superficie produce bajo temporal.

Cuadro 3.1. Superficie y régimen hídrico de caña de la región

Ingenio	Superficie (ha)	Riego (%)	Temporal (%)
Aarón Sáenz Garza	17,273	100.0	0.0
El Mante	12,418	100.0	0.0
San Miguel del Naranjo	30,676	13.6	86.4
Alianza Popular	21,558	26.3	73.7
Plan de San Luis	22,183	20.6	79.4
Plan de Ayala	20,910	37.2	62.8
Pánuco	24,497	100.0	0.0
El Higo	24,461	100.0	0.0

Fuente: UNICEDER S.C., con base en información del CONADESUCA, cierre de zafra 2017/18.

Para la zafra 2017-2018, destaca la renovación de plantaciones en los ingenios de Tamaulipas (Aarón Sáenz y El Mante), lo cual está influyendo, aunque moderadamente por ser los ingenios con menor superficie en la región, en el incremento del porcentaje de plantaciones nuevas. Contrariamente, El Higo sobresale por basar su producción en resocas, lo que compromete sus indicadores de productividad, tanto en campo como en fábrica. Los demás ingenios, se puede decir, se encuentran en general en una situación de proporción entre adecuada y aceptable (cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Superficie y fase de producción de caña de la región

Ingenio	Superficie (ha)	Plantilla (%)	Soca (%)	Resoca (%)
Aarón Sáenz Garza	17,273	27.3	15.6	57.0
El Mante	12,418	33.5	17.5	49.0
San Miguel del Naranjo	30,676	14.2	9.9	75.9
Alianza Popular	21,558	8.0	7.7	84.3
Plan de San Luis	22,183	12.7	10.2	77.1
Plan de Ayala	20,910	13.6	11.9	74.5
Pánuco	24,497	14.7	13.7	71.6
El Higo	24,461	2.4	5.0	92.5

Fuente: UNICEDER S.C., con base en información del CONADESUCA, cierre de zafra 2017/18.

Considerando la superficie y régimen hídrico entre las diferentes entidades, se pueden definir tres categorías. La primera, incluye los ingenios de Tamaulipas, los cuales, a pesar de contar con la menor superficie (comparativamente con los demás ingenios de la región) en términos de infraestructura para riego son los que tienen mayor cobertura (100%), teniendo en la renovación de plantaciones de caña los mayores porcentajes (30% en promedio). Una segunda categoría es la de los ingenios de Veracruz (Pánuco y El Higo), los cuales también tienen toda su superficie bajo riego (cerca a las 50 mil hectáreas), pero con un menor porcentaje de plantaciones nuevas. La tercera categoría es la de los ingenios de San Luis Potosí, en donde las condiciones de producción de caña de resoca y temporal son predominantes, teniendo en promedio 30% de la producción bajo riego y, de éste, sólo 2% con plantaciones nuevas.

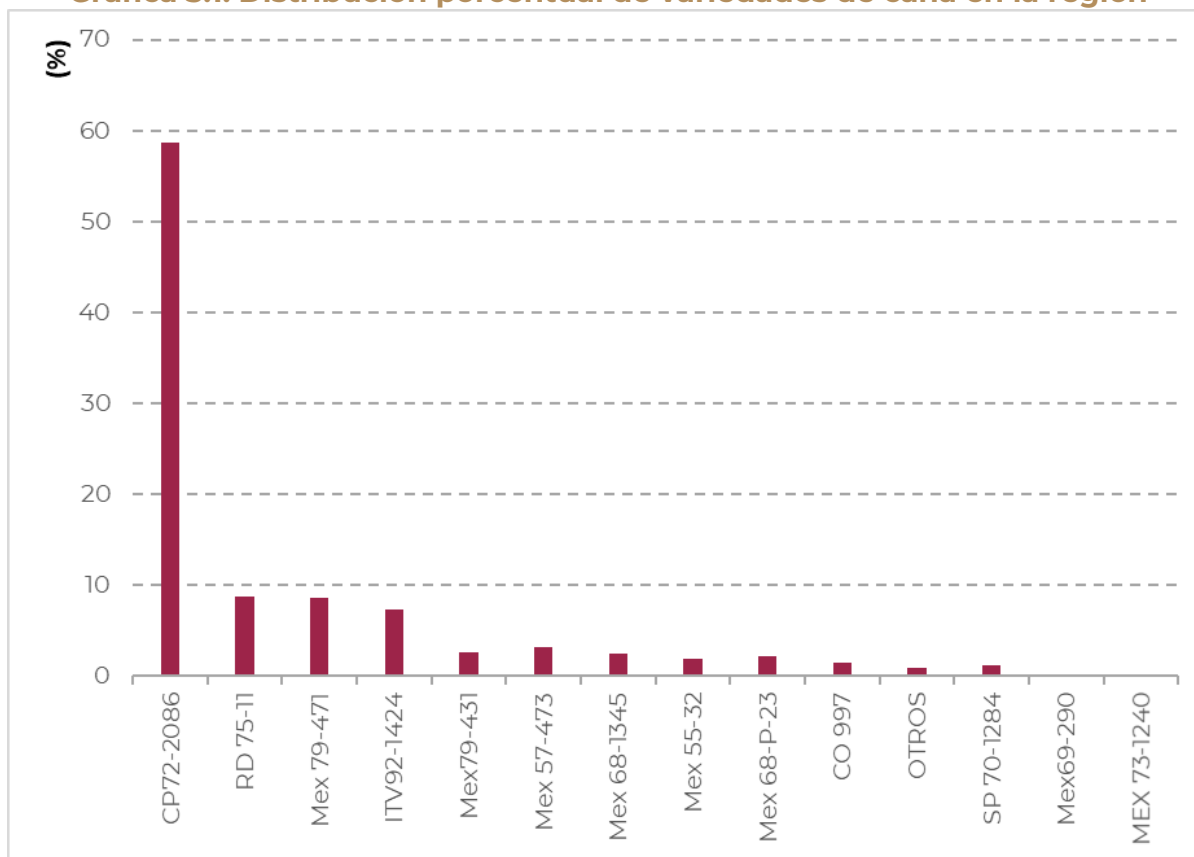
b. Variedades utilizadas

Con relación a las variedades de caña de azúcar establecidas en las diferentes áreas de influencia de los ingenios de la región, y de acuerdo con la zafra 2017/18 (Manual Azucarero, 2018), la variedad **CP 72-2086** es la que tiene más superficie cultivada, y se encuentra establecida en más de 102 mil hectáreas, teniendo presencia por arriba del 60% en cada uno de los ingenios, corroborando la afirmación de que el campo cañero de la región Noreste prácticamente es monovarietal. La **CP 72-2086** tiene madurez temprana un crecimiento erecto, con floración escasa, con amplio rango de adaptación a suelos, precipitación y altura, de rendimientos mayores a 100 t/ha en plantilla con riego y superiores a 90 t/ha en resoca-riego, de tal forma que la hace la más aceptada para las plantillas de caña.

La segunda variedad con mayor superficie en cultivo es la **RD 75-11** con cerca de 15 mil hectáreas, y tiene en los ingenios Plan de San Luis y Alianza Popular la mayor cobertura, con 25 y 19% de superficie, respectivamente; esta variedad ocupa sólo 8.6% de la superficie regional. La **RD 75-11** es originaria de República Dominicana, presenta buena adaptación a las condiciones climáticas de las regiones productoras de México, su porte es vigoroso, con alto contenido de fibra, pero susceptible al acortamiento de entrenudos en época de sequía. Su periodo de maduración es de 17 meses (variedad tardía); es adaptable a suelos de textura pesada y tiene muy buena respuesta al desarrollo con la lluvia o durante los riegos, teniendo alta producción y un buen contenido de sacarosa.

La tercera variedad con mayor superficie en cultivo (7.6%) es la **MEX 68-1345**, la cual se caracteriza por su tallo que presenta una coloración morada, sus entrenudos son cilíndricos de 2 a 2.5 cm de diámetro, maduración media, presenta alta sacarosa (15%) y fibra de 14%, tiende a acamarse por la acción de vientos fuertes, presenta tolerancia a períodos largos de sequía, floración profusa, susceptible a mosca pinta y roya, resistente a carbón. Su rendimiento de campo en las evaluaciones realizadas indica un promedio de 120 t/ha en ciclo planta y 85 t/ha en socas y resocas.

Grafica 3.1. Distribución porcentual de variedades de caña en la región



Fuente: UNICEDER S.C., con información del Manual Azucarero 2018.

c. Mecanización y labores agrícolas

En la región, la preparación del terreno es mecanizada en 100% de la superficie para los ocho ingenios. En la mayoría de los casos, la preparación de la superficie de cultivo se inicia con uno o dos pasos de subsoleo a 40 cm de profundidad, seguido de dos barbechos y de uno o dos pasos de rastra para pulverizar terrones y las cepas del cultivo anterior; posteriormente, se traza el surco a nivel y se surca a una distancia de 1.4 metros.

Las labores culturales que se realizan en la caña de plantilla son básicamente la aplicación de fertilizante al fondo del surco, desborde, un primer cultivo, la

ENTORNO TÉCNICO-PRODUCTIVO REGIONAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR

aplicación de herbicida pre-emergente y la aplicación de herbicida post-emergente al cultivo y a los andadores. Dependiendo del tamaño de la maleza, se puede realizar una limpia con machete o herbicida, si la aplicación se hace de manera correcta y de forma oportuna no es necesario realizar más labores de limpieza. Los cultivos se realizan con tractor, sin embargo, se ocupa mano de obra para realizar limpias o labores de corrección, así como en ocasiones se hace la fertilización de forma manual.

d. Fertilización

La fertilización química es la práctica más recurrente en todas las zonas de abasto de los ingenios de la región, se utilizan diversas fórmulas, pero la fórmula comercial **20-10-10** es la más comercial y se aplica cuando no se tienen recomendaciones específicas. La utilización de fórmulas ricas en nitrógeno es común en diversos ingenios como en Alianza Popular, San Francisco del Naranjo y San Miguel del Naranjo. La utilización de biofertilizantes es una práctica que se está extendiendo en la región, así, en los ingenios de El Higo, Plan de San Luis y San Miguel del Naranjo, se indica su utilización además de labores de manejo de compostas.

Particularmente, en los ingenios de San Francisco del Naranjo y Alianza Popular se han realizado estudios que permiten hacer más precisas las fórmulas de fertilización, así como las respectivas dosis. Por ejemplo, en el ingenio Alianza Popular se aplican tratamientos diferentes de fertilizantes, que son: **100-40-40**, **120-60-60** y **160-80-100**. Además, la forma de aplicación es diferenciada, ya que para plantilla se realiza en dos etapas, y si se dispone de riego, debe aplicarse en esos momentos. Para socas y resocas, la fertilización se hace en una aplicación después de la limpia y durante el periodo de lluvia (mayo en adelante).

En el ingenio San Miguel del Naranjo se utilizan tres mezclas ricas en nutrientes (**94-45-45**, **90-45-45** y **78-78-42**), en dosis de 550 a 650 kg/ha; en todas ellas se utiliza composta a base de cachaza en dosis de 2 t/ha; que permite incrementos en el rendimiento, además que el cultivo puede durar hasta tres resocas.

En el caso del ingenio Aarón Sáenz Garza, la fertilización se realiza en dos etapas, utilizándose la mezcla **21-11-11-5s** en plantillas, socas y resocas, en la primera etapa; en la segunda, se realiza la aplicación de amoníaco anhidro o sulfato de amonio.

En los ingenios: El Mante, Pánuco, Plan de San Luis, Plan de Ayala y El Higo, las fórmulas empleadas son la **20-10-10** y **20-10-20** en dosis de 500-700 kg/ha, la mezcla física se realiza en una sola aplicación. El método de aplicación es 70% mecánico y 30% manual. La variante en los respectivos ingenios es que en una segunda etapa se utiliza urea **46-00-00** en dosis de 300 kg/ha; biofertilizante, en dosis de 1.5 t/ha, o sulfato de amonio en dosis de 250 kg/ha. Adicionando además cal, composta y cachaza como mejoradores de suelos, con lo que se puede garantizar el aprovechamiento más eficiente de los nutrientes.

e. Plagas

Tres son las principales plagas que causan daños al cultivo de la caña en la región Noreste: la primera de ellas es la rata cañera, la cual no sólo tienen incidencia en la caña, sino en los cultivos aledaños a ella. El control de rata se hacía con la aplicación de venenos químicos en los cultivos, ahora se buscan otras alternativas como control biológico y control mecánico.

La segunda plaga, es el salivazo o mosca pinta. Su control implica una serie de medidas que tienen que hacerse de manera obligatoria para bajar la incidencia y permanencia. Es común que en casi toda la región cañera se hayan implementado acciones de manejo integrado, partiendo del muestreo, para planear las labores de control cultural (combate de malezas), mecánico (rastra fitosanitaria), y el uso de bioinsecticida y etológico (uso de trampas adhesivas).

Cuadro 3.3. Presencia de plagas por ingenio en la región (superficie en ha)

Plaga Ingenio	Rata cañera	Mosca pinta	Gusano barrenador	Gusano cortador
El Mante			6,673	
Plan de San Luis	1,461	4,183		
Aarón Sáenz Garza	5,215	176	39,863	106
Pánuco	171	1,957	2,136	
San Miguel del Naranjo	8,290		10,400	
Plan de Ayala	1,018	222	12,849	
El Higo	4,978	582		

Nota (1): Boletín Boletín_CC_149_ (CONADESUCA, 2018)

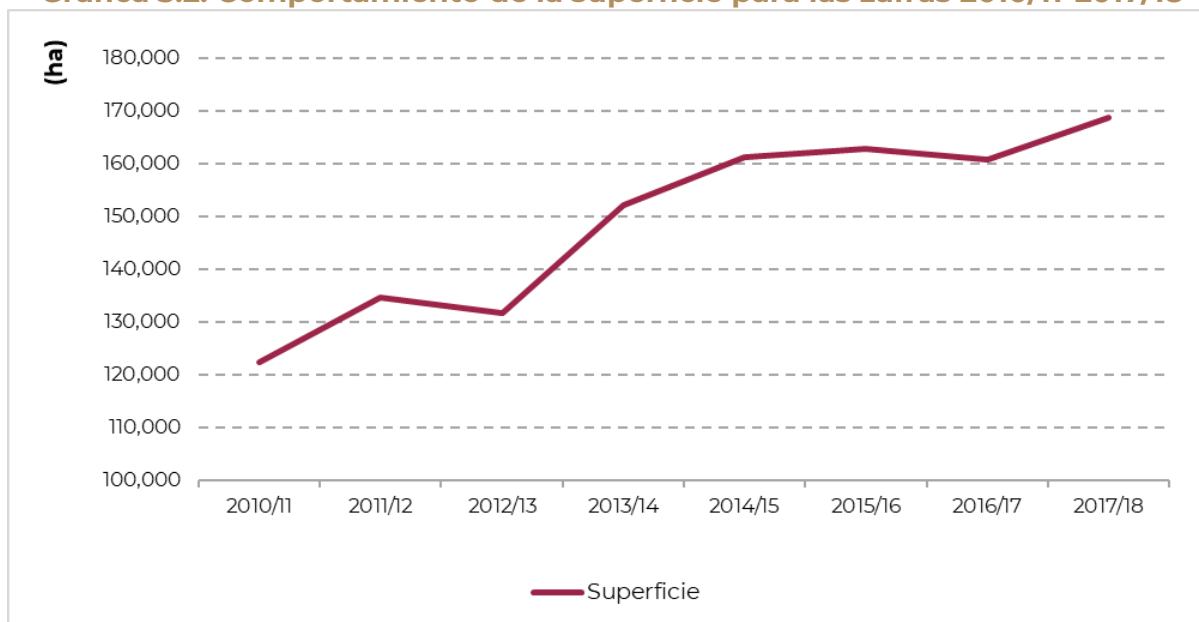
Fuente: UNICEDER S.C., con base en información del CONADESUCA, cierre de zafra 2017/18.

La tercera plaga es el gusano barrenador, para lo cual, varios ingenios (entre ellos Aarón Sáenz Garza, El Mante, Plan de Ayala y Plan de San Luis), trabajan programas de manejo integrado de plagas, y utilizan parasitoides y bioinsecticidas como control biológico; actualmente se realiza el control con el entesaque de cogollos muertos. En menor proporción se presenta el problema de gusanos defoliadores, y para disminuirlos ha dado buenos resultados el uso de *Bacillus thuringiensis*. Cabe resaltar que algunos Comités de Producción y Calidad Cañera han dispuesto evitar la aplicación de insecticidas químicos para garantizar la sustentabilidad del cultivo.

3.2. Comportamiento de la superficie cañera

La superficie industrializada en la región ha pasado de las 122,284 hectáreas en 2010 a 168,670 en 2018. Un factor que influye en este crecimiento puede ser el cambio de consorcio (adquisición de Beta San Miguel del ingenio San Miguel del Naranjo y de Zucarmex del ingenio El Higo), lo cual ha permitido consolidar los proyectos de crecimiento, tanto a nivel de superficie bajo contrato, como de volumen de molienda y producción. La gráfica siguiente muestra el comportamiento de la superficie con caña en la región.

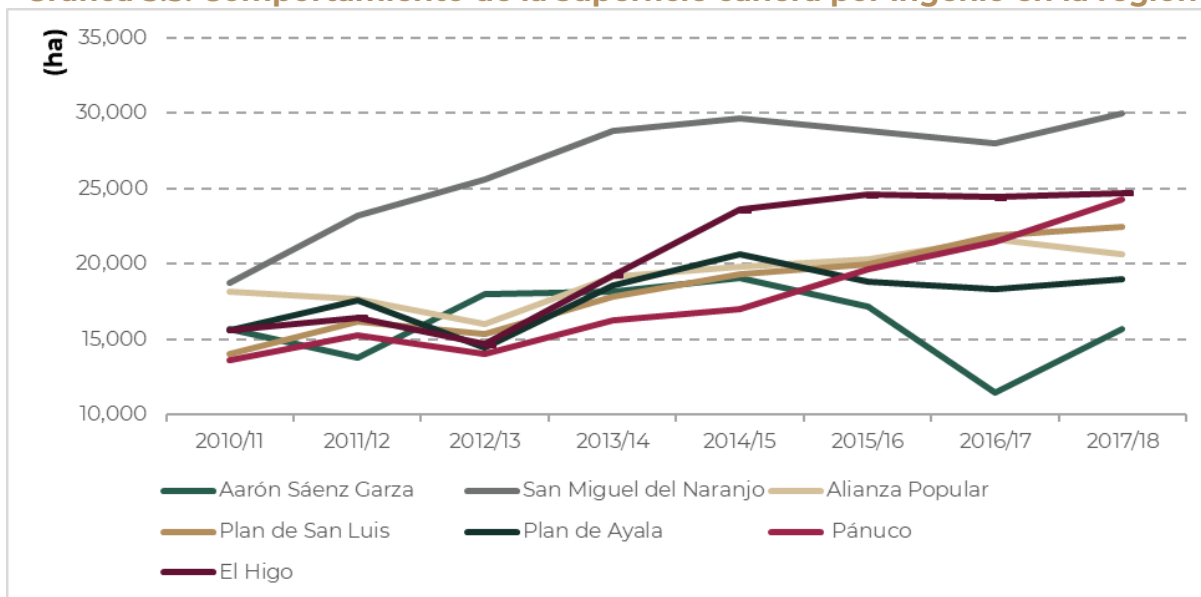
Gráfica 3.2. Comportamiento de la superficie para las zafras 2010/11-2017/18



Fuente: UNICEDER S.C., con base en información del CONADESUCA, cierre de zafra 2017/18.

La tendencia que se observa es claramente ascendente en toda la región, sin embargo, se pueden percibir diferencias por ingenio. De esta forma, se observa un bloque compacto, sobresaliendo los ingenios de San Miguel del Naranjo y El Higo, los cuales tienen una mayor cobertura en superficie, y la mayor tasa de crecimiento en este aspecto en el lapso de análisis; es interesante observar el comportamiento irregular, en términos de superficie, del ingenio Aarón Sáenz Garza, ya que de 19 mil hectáreas contratadas en 2014, ha regresado a niveles de inicio de la década (15 mil ha); el ingenio El Mante tiene similar comportamiento, ya que para 2017 (11 mil ha) no ha podido recuperar los niveles de superficie contratados en 2011 (14 mil ha).

Grafica 3.3. Comportamiento de la superficie cañera por ingenio en la región



Fuente: UNICEDER S.C., con base en información del CONADESUCA, cierre de zafra 2017/18.

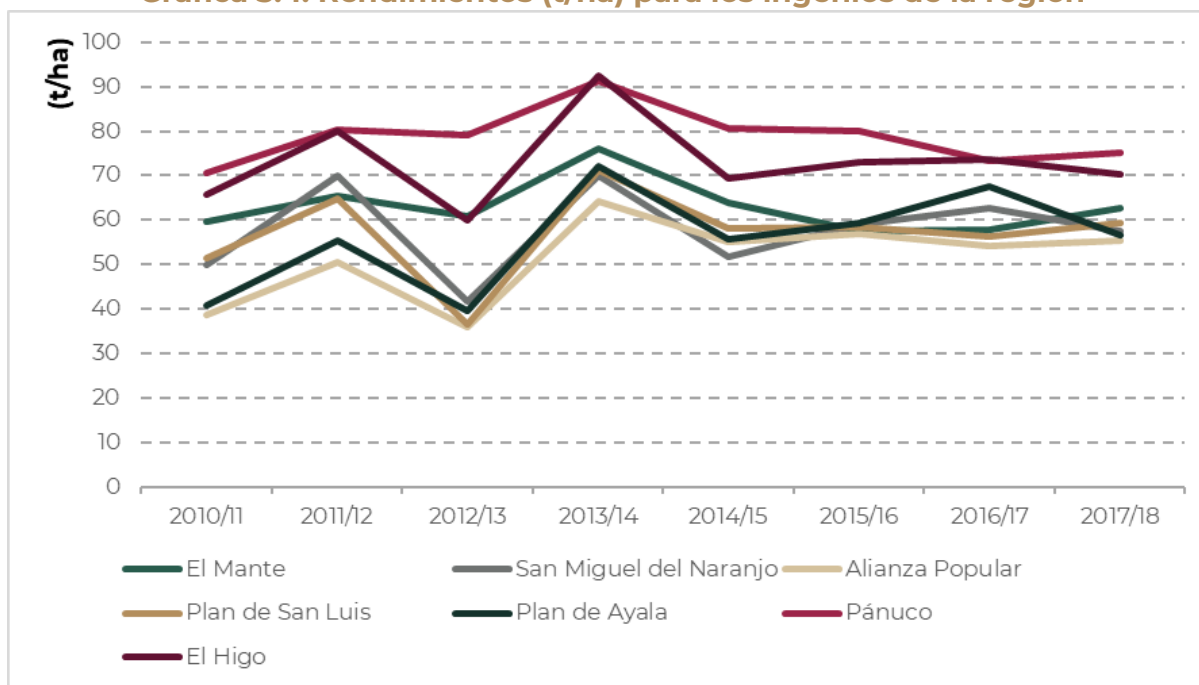
La tasa de crecimiento anual en la región, en términos de superficie, es de 4%, siendo los ingenios de El Higo y San Miguel del Naranjo los que más contribuyen. En el lapso de estudio, el incremento en la superficie regional le permitió pasar de 18.9% en 2010 a 21.5% en 2017, en la contribución nacional de superficie de caña cultivada.

3.3. Comportamiento de rendimientos

Se presenta en la gráfica 3.4 los rendimientos promedio por hectárea para los ocho ingenios de la región, en la cual se observa la diferencia entre ellos, formando una línea compacta en los rendimientos por debajo de las 70 toneladas por hectárea.

Los ingenios que muestran los mayores rendimientos son: Pánuco y El Higo, por arriba de las 70 t/ha; la infraestructura de riego, las variedades utilizadas y la distribución de agua durante la época de lluvias, son elementos que favorecen el obtener producciones por arriba de la media nacional, sin embargo, no se tienen rendimientos continuos observándose una tendencia heterogénea, hacia la baja, en estos dos ingenios (la edad de la caña y la caída en los rendimientos de las variedades pueden ser la causa de ello).

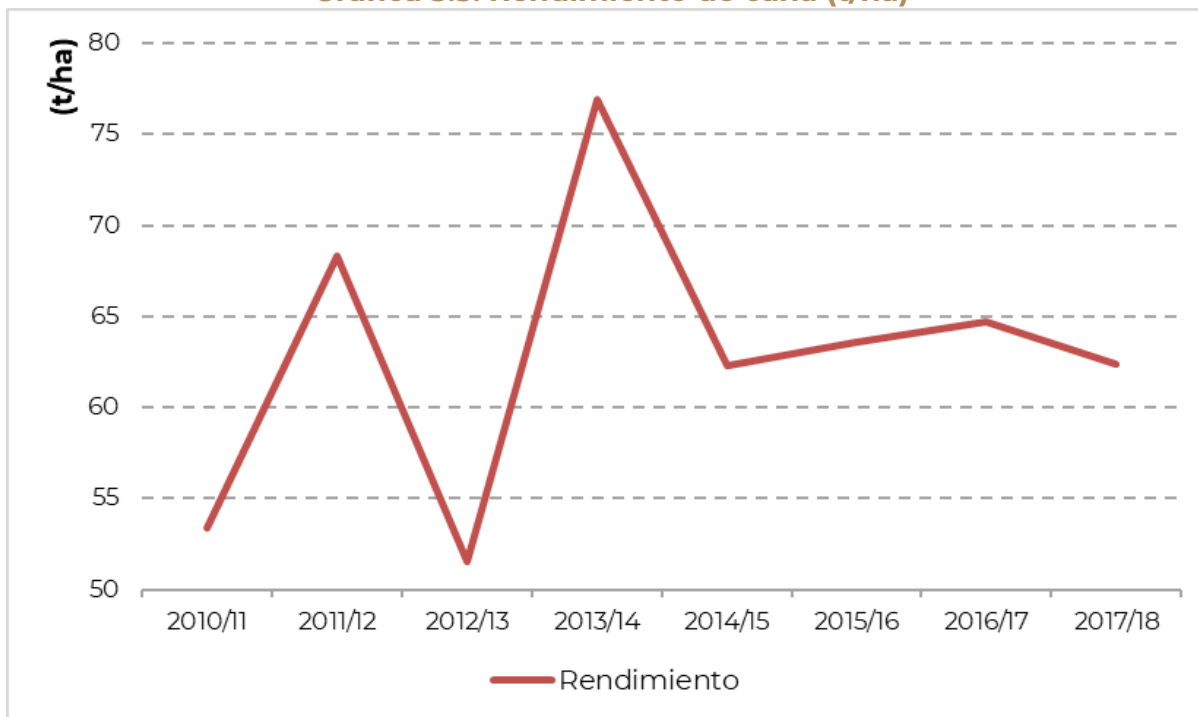
Gráfica 3.4. Rendimientos (t/ha) para los ingenios de la región



Fuente: UNICEDER S.C., con base en información del CONADESUCA, cierre de zafra 2017/18.

Los otros seis ingenios mantienen sus rendimientos por debajo de las 70 t/ha, tendiendo a mantenerse alrededor de las 60, en las últimas cuatro zafras, como se muestra en las dos gráficas sobre comportamiento de rendimientos en la región.

Gráfica 3.5. Rendimiento de caña (t/ha)



Fuente: UNICEDER S.C., con base en información del CONADESUCA, cierre de zafra 2017/18.

Cabe señalar que estos rendimientos son promedios ponderados por la superficie, las cifras son información del Si-Costos. Cuando se realiza un desglose de ellos considerando el régimen y la fase de siembra, se tienen resultados que muestran diferencias (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4. Rendimiento por ingenio (t/ha) por fase y régimen, zafra 2017-2018

Ingenio	Riego			Temporal		
	Plantilla	Soca	Resoca	Plantilla	Soca	Resoca
Aarón Sáenz Garza	85.3	68.8	56.1			
El Mante	85.0	68.0	56.5			
San Miguel del Naranjo	76.3	61.7	51.9	71.4	57.5	51.2
Alianza Popular	90.0	68.6	68.7	70.0	61.6	49.9
Plan de San Luis	87.4	77.4	69.2	74.1	63.4	56.2
Plan de Ayala	83.0	75.0	64.6	73.6	61.1	49.2
Pánuco	98.9	93.4	76.0			
El Higo	106.0	87.0	79.6			

Fuente: UNICEDER S.C., con base en información del CONADESUCA, cierre de zafra 2017/18.

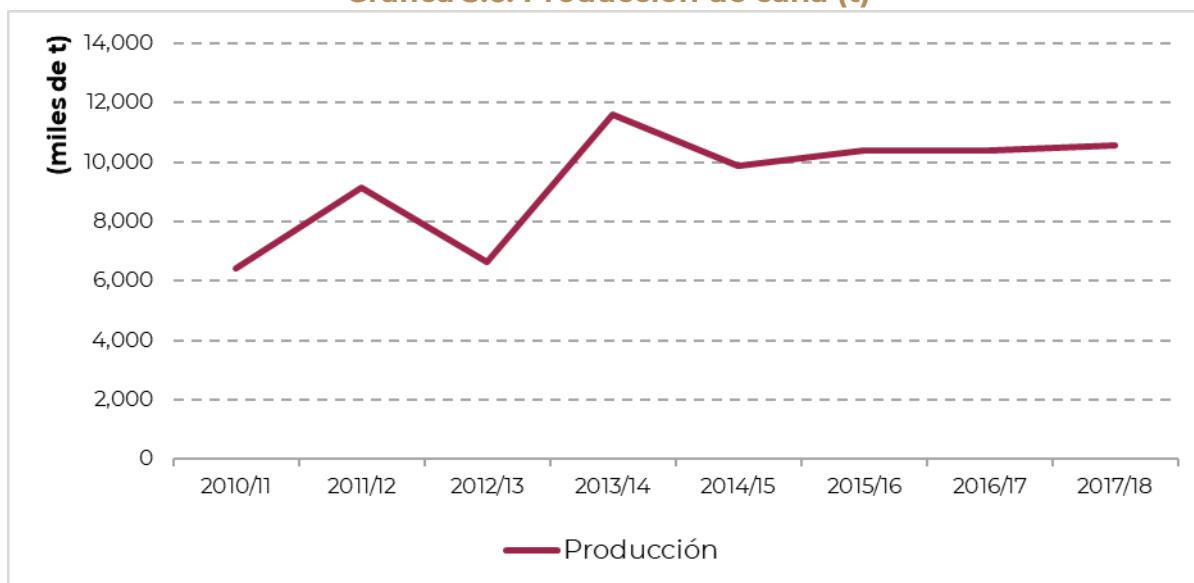
El rendimiento promedio en la región en todas las fases se estima en 69 t/ha, lo cual está por debajo del promedio nacional (79.6), para la zafra 2017/2018.

3.4. Comportamiento de la producción

La producción de caña en la región ha pasado de 6'422,904 toneladas en 2010 a 10'561,064 en 2017, con una tasa de crecimiento anual de la producción de 6%; su contribución nacional es de 19.8% en producción y de 21.5% con relación a la superficie, para la zafra 2017-2018 (CONADESUCA, 2018). La producción regional se ve restringida por las condiciones climatológicas y de suministro de agua, además de la edad de las plantaciones (resocas por arriba de los cinco años), sobre todo en los ingenios que tienen mayor superficie, como El Higo y San Miguel el Naranjo.

En los ingenios de Tamaulipas (Aarón Sáenz Garza y el Mante), para la zafra 2017-2018, la proporción entre plantilla y resoca se ha elevado con relación a las zafras anteriores, ya que fue de 2.1 y 1.5, respectivamente, lo cual es un indicador de renovación de plantaciones a nivel regional, al menos en esta zona.

Gráfica 3.6. Producción de caña (t)



Fuente: UNICEDER S.C., con base en información del CONADESUCA, cierre de zafra 2017/18.

La tasa de crecimiento anual (6%) tiene una mayor correlación entre la superficie y la producción, que entre el rendimiento con la producción (0.84 contra 0.44), por lo que la producción en la región Noreste está más supeditada al crecimiento en términos de superficie, que en torno al rendimiento por hectárea.

4. INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS, REGIÓN NORESTE

En este apartado se han generado indicadores de eficiencia en fábrica que permiten medir la productividad de los ingenios, de los que se muestran los más significativos. Lo anterior, con base en el 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-2018.

Los resultados de los indicadores se encuentran en las mismas unidades para que puedan ser comparados entre ellos. En la zafra 2017/18 se encuentra el promedio nacional de cada indicador para poder cotejar los resultados de cada ingenio con este promedio.

4.1. KARBE

El KARBE corresponde a los Kilogramos de Azúcar Recuperables Base Estándar y que sirve como referencia de pago para este producto. Los resultados del KARBE no son los mismos por ingenio, pues dependen de la calidad de la caña de azúcar y de la recuperación del producto final en el proceso de industrialización. La cantidad de azúcar que se recupera depende del contenido de Pol%Caña y de una 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, y el cual se modifica con base en dos factores: el factor fibra (FF), que se encuentra en función del contenido de fibra de la caña, y el factor pureza (FP), que se modifica en función de la pureza del jugo mezclado (Schramm, 2019).

Para el KARBE existen dos indicadores:

4.1.1. KARBE bruto teórico

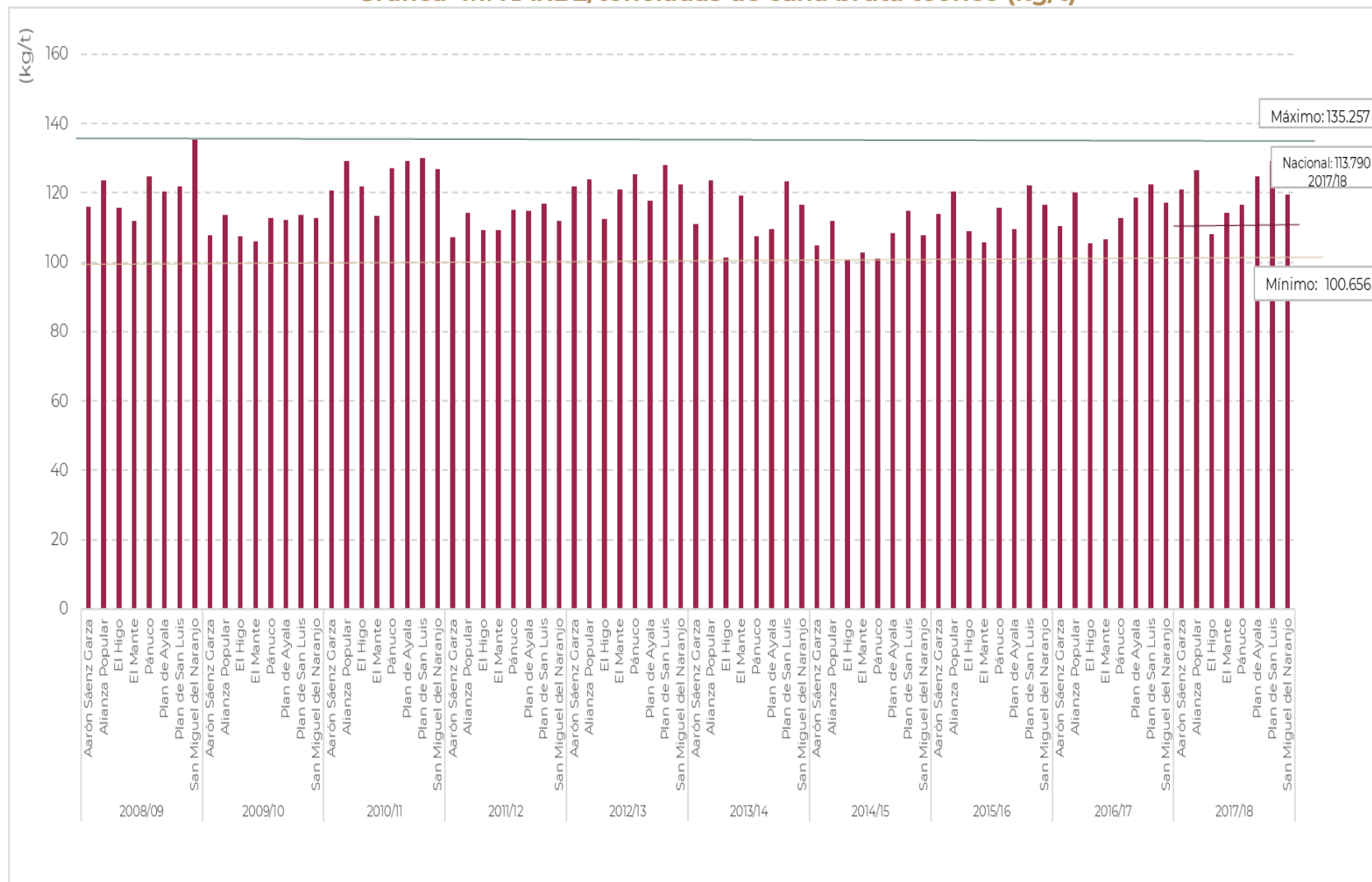
A continuación, se presentan los resultados del KARBE bruto teórico por ingenio a partir de la zafra 2008/09 hasta la 2017/18

Como se muestra en la Gráfica 4.1. el ingenio que ha conservado los mayores valores de KARBE/ toneladas de caña bruta teórico desde la zafra 2008/09 es el ingenio Plan de San Luis del Grupo PIASA, que para la zafra 2017/18 fue de 129.150, mayor que el promedio nacional para la misma zafra (113.790 kg/t). Como puede notarse, todos los ingenios en la zafra 2017/18 superaron el promedio nacional con excepción de El Higo, el cual tuvo un valor de 108.144 kg/t.

El valor máximo del KARBE/toneladas de caña bruta teórico lo obtuvo el ingenio San Miguel del Naranjo en la zafra 2008/09, con un valor de 135.258 kg/t; por el contrario, el menor valor lo tuvo el ingenio El Higo 2014/15 con un valor de 100.656 kg/t.

INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS,
REGIÓN NORESTE

Gráfica 4.1. KARBE/toneladas de caña bruta teórico (kg/t)



Fuente: UNICEDER S.C. Con base en la información del 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-2018.

4.1.2. KARBE neto teórico

Este es el KARBE que se emplea para determinar el precio del azúcar; el cual, se calcula de acuerdo a la caña que ingresa al ingenio y que no contiene impurezas.

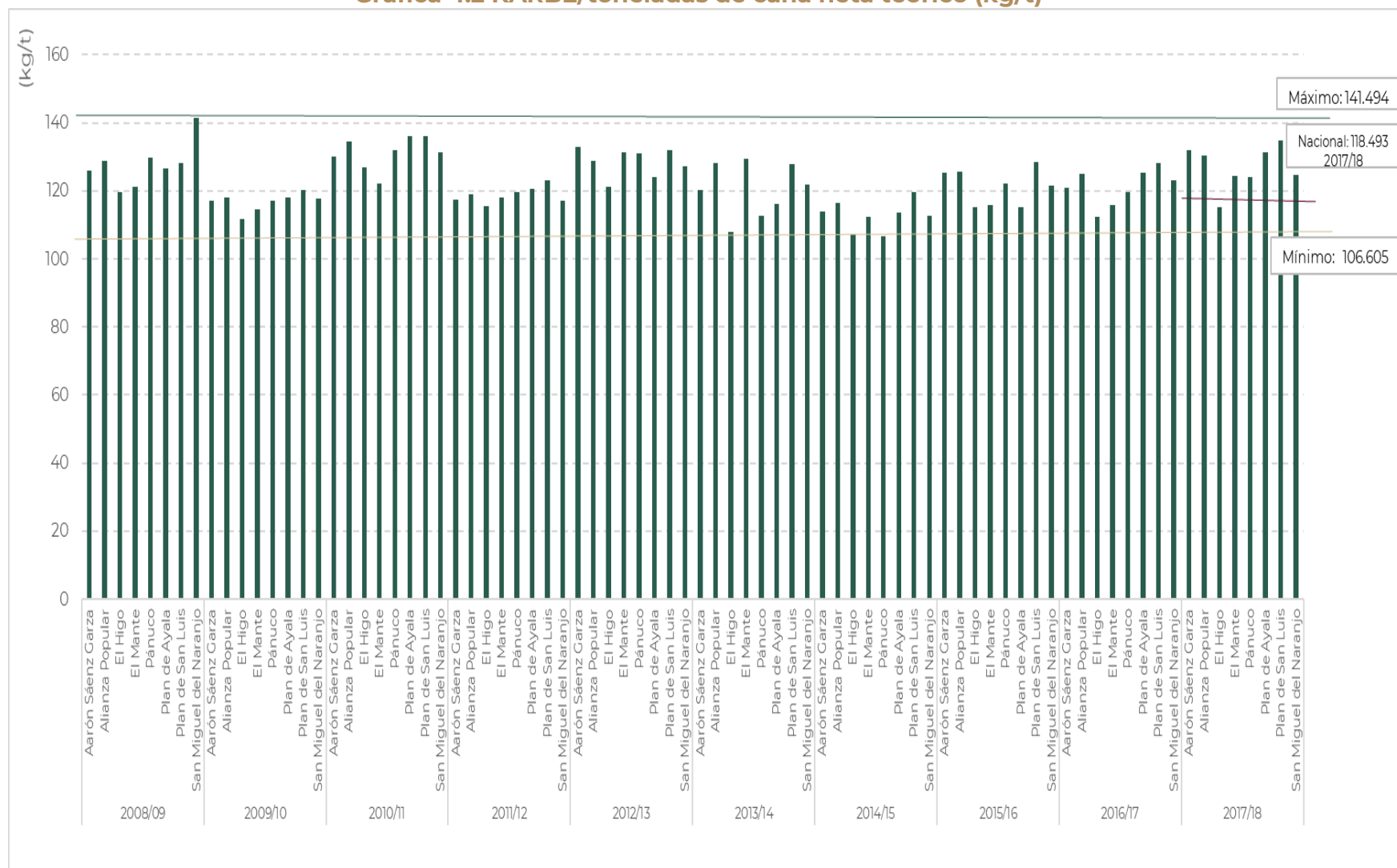
En la Gráfica 4.2 se muestra el KARBE/toneladas de caña neta teórico (kg/t) a partir de la zafra 2008/09 hasta la 2017/18.

El KARBE/toneladas de caña neta teórico (kg/t) tiene un comportamiento similar al KARBE/toneladas de caña bruta teórico, aunque sus valores son un poco más altos.

En esta variable, al igual que la anterior, el ingenio Plan de San Luis es el que tiene los mayores valores en la zafra 2017/18 (134.912 kg/t), por encima del promedio nacional (118.493 kg/t); el cual molió 1.3 millones de toneladas de caña en esa zafra y tiene una producción total de azúcar (97% refinada y 3% estándar) de 167,413 toneladas. Los valores más bajos fueron para el ingenio El Higo, que tuvo un valor por debajo del promedio nacional con 115.324 kg/t, con una producción 100% de azúcar estándar.

INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS,
REGIÓN NORESTE

Gráfica 4.2 KARBE/toneladas de caña neta teórico (kg/t)



Fuente: UNICEDER S.C. Con base en la información del 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-18.

4.2 Eficiencia en fábrica

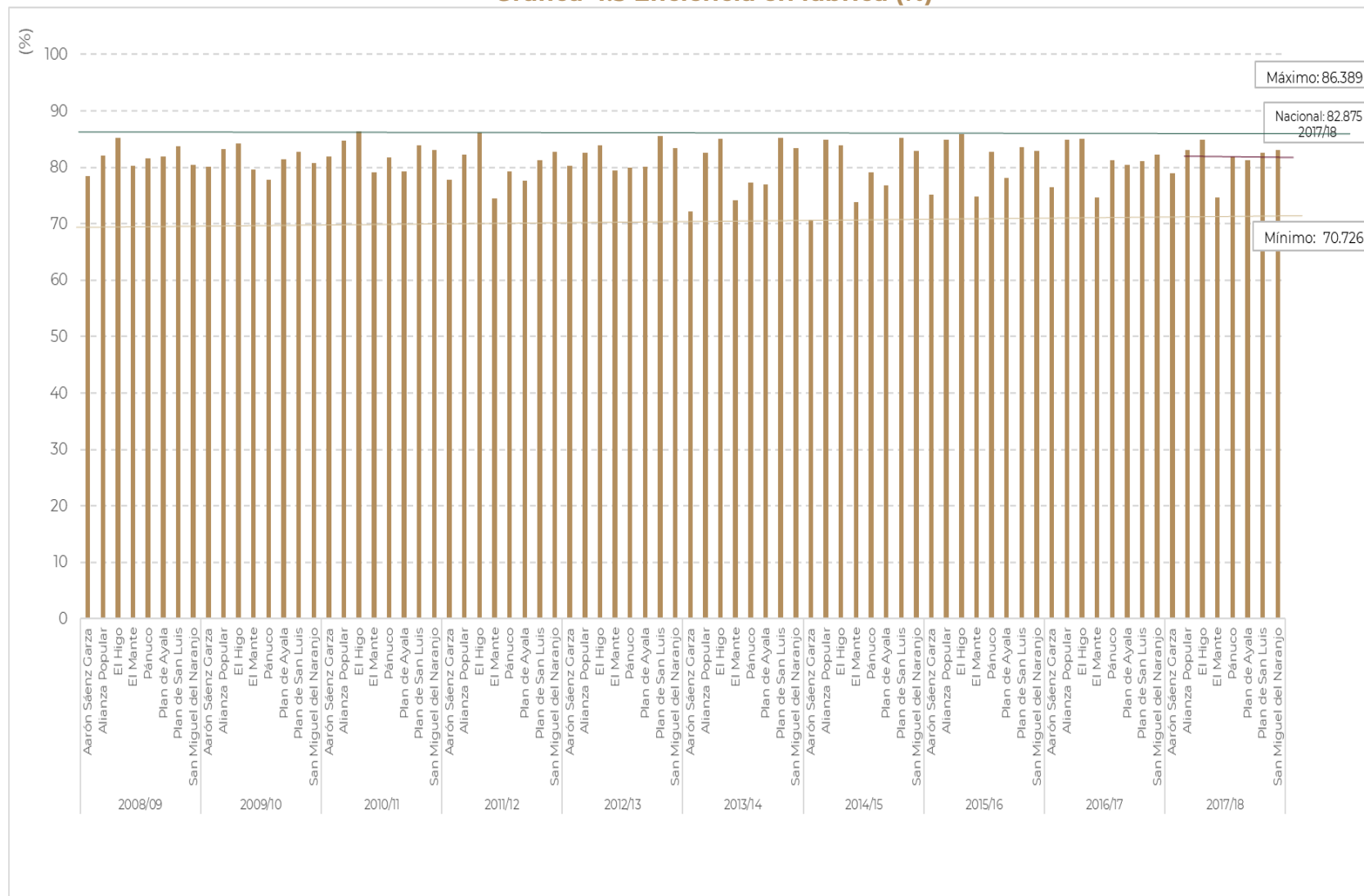
La eficiencia en fábrica es el porcentaje entre el Pol en Azúcar Producido y Estimado entre la Pol en Caña en toneladas. A continuación, se muestra la eficiencia en fábrica de los ingenios de la región Noreste a partir de la zafra 2008/09 hasta la 2017/18.

Como se muestra en la Gráfica 4.3 el ingenio El Higo es uno de los ingenios con mejor eficiencia en fábrica desde la zafra 2008/09 hasta la 2017/18, a pesar de que sus KARBES son los más bajos de esta región, el porcentaje de eficiencia en fábrica para la zafra 2017/18 fue de 84.81%, mayor al nacional, que resultó de 82.875%.

Para la misma zafra, el ingenio con menor eficiencia en fábrica fue El Mante con 74.662%, menor que el promedio nacional. Este ingenio produjo dos calidades de azúcar, estándar 74.5% y refinada 25.5%, de un total de 75,880 toneladas de azúcar total producida.

INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS,
REGIÓN NORESTE

Gráfica 4.3 Eficiencia en fábrica (%)



Fuente: UNICEDER S.C. Con base en la información del 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-18.

4.3 Rendimiento

En este apartado se muestran tres indicadores de rendimiento:

- i) Rendimiento de campo (t/ha),
- ii) rendimiento de fábrica (%), y
- iii) rendimiento agroindustrial (t/ha).

4.3.1. Rendimiento de campo (t/ha)

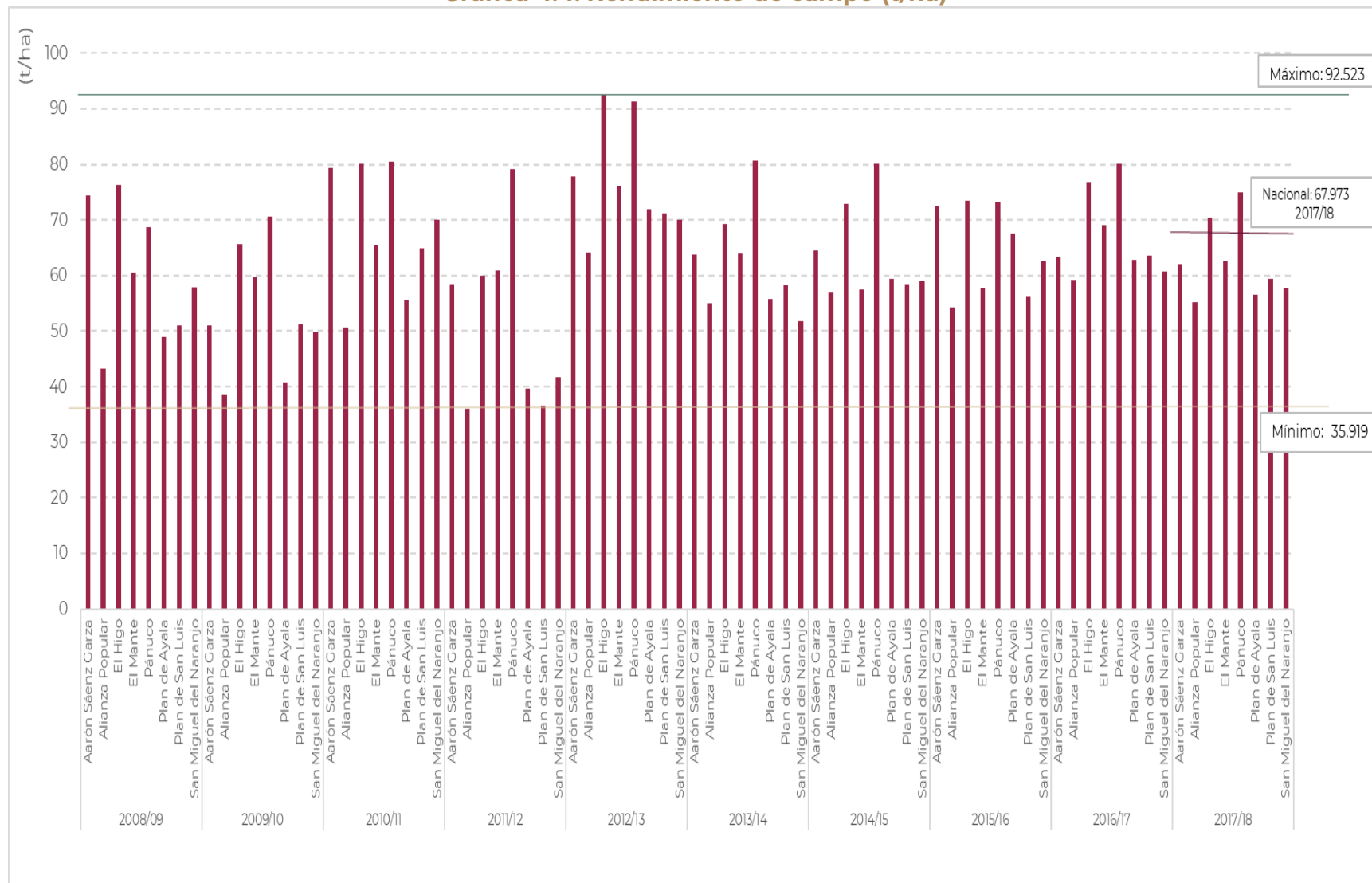
El rendimiento de campo se muestra en toneladas por hectárea y se reporta de manera general; este rendimiento está relacionado con el volumen de producción por unidad de superficie, aunque no necesariamente con el volumen o calidad de azúcar producido.

El rendimiento de campo más alto que se ha alcanzado en el periodo de tiempo analizado se logró en la zafra 2012/13, en donde los ingenios El Higo y Pánuco, reportaron los más altos valores, 92.5 y 91.2 t/ha, respectivamente; en contraparte, los menores valores los obtuvieron los ingenios Alianza Popular y Plan de San Luis en la zafra anterior (2011/12) con 35.9 y 36.5 t/ha, respectivamente.

Durante la zafra 2017/18, el promedio nacional fue de 67.973 t/ha, valor que fue superado solo por el ingenio Pánuco, que se encuentra en el estado de Veracruz y pertenece al consorcio Pantaleón, que para esa zafra reportó cosechar 24,289 hectáreas, para una producción de azúcar estándar de 55%, y el resto de pol menor a 99.2%, de un total de 207,374 toneladas de azúcar total producida.

INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS,
REGIÓN NORESTE

Gráfica 4.4. Rendimiento de campo (t/ha)



Fuente: UNICEDER S.C. Con base en la información del 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-2018.

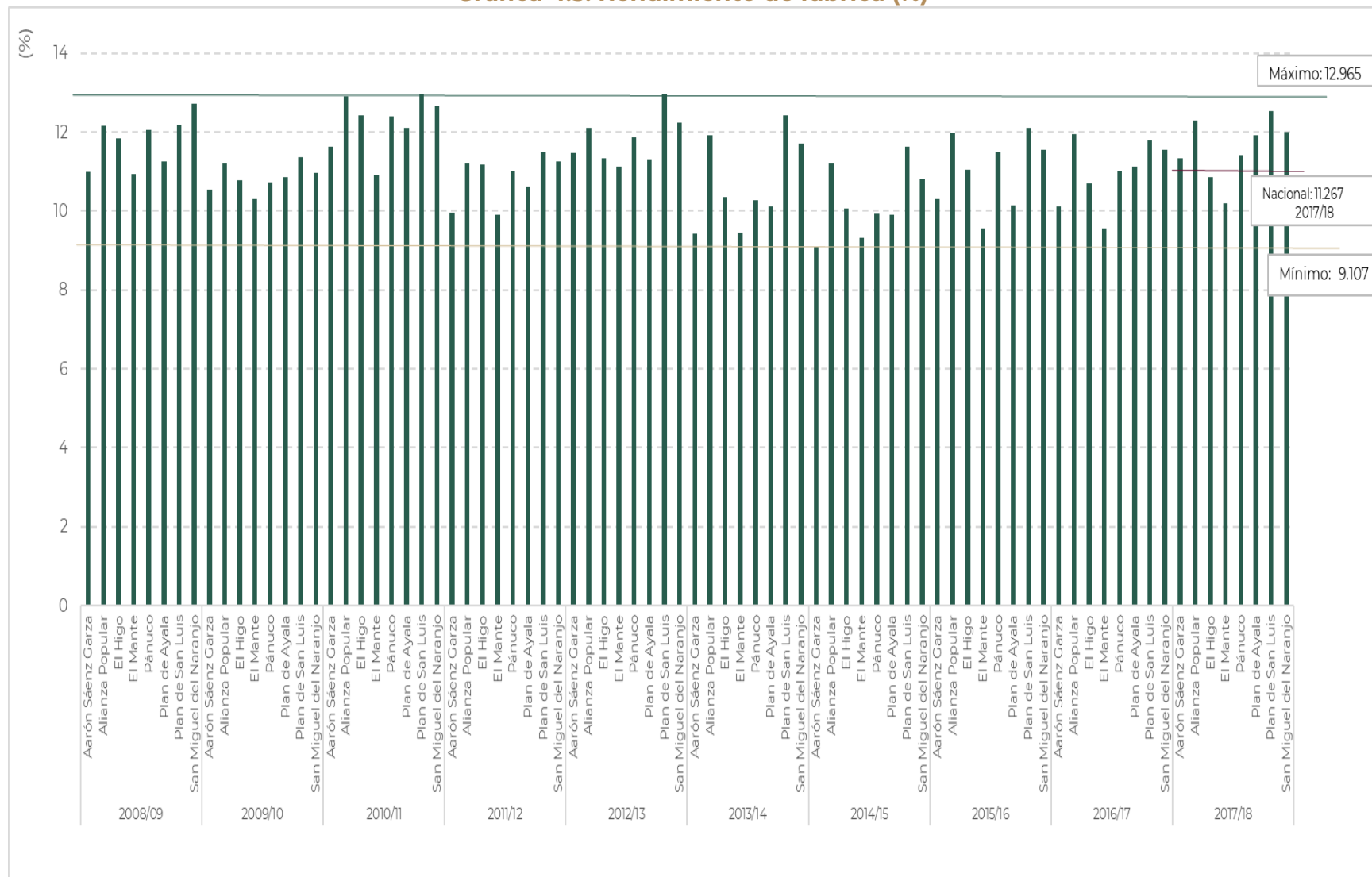
El menor rendimiento de la zafra 2017/18 lo reportó el ingenio Alianza Popular, con 55.3 t/ha, ingenio que produce azúcar estándar al 100% y cosechó para esa zafra, una superficie de 20,651 hectáreas.

4.3.2. Rendimiento de fábrica (%)

En la Gráfica 4.5 se muestra el rendimiento en fábrica que, para la última zafra reportada, la mayor parte de los ingenios de la región superaron el valor del promedio nacional, que fue de 11.267%, con excepción de los ingenios El Higo y El Mante, que tuvieron valores de 10.84 y 10.20%, respectivamente. El valor más alto de la zafra lo reportó Plan de San Luis, mismo que alcanzó 12.53%.

INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS,
REGIÓN NORESTE

Gráfica 4.5. Rendimiento de fábrica (%)



Fuente: UNICEDER S.C. Con base en la información del 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-2018.

Aunque no existe una tendencia en el porcentaje del rendimiento de fábrica a lo largo del periodo reportado, el valor mínimo lo obtuvo el ingenio Aarón Sáenz Garza con 9.10% en la zafra 2014/15 y el mayor lo consiguió Plan de San Luis en la zafra 2012/13.

4.3.3. Rendimiento agroindustrial (t/ha)

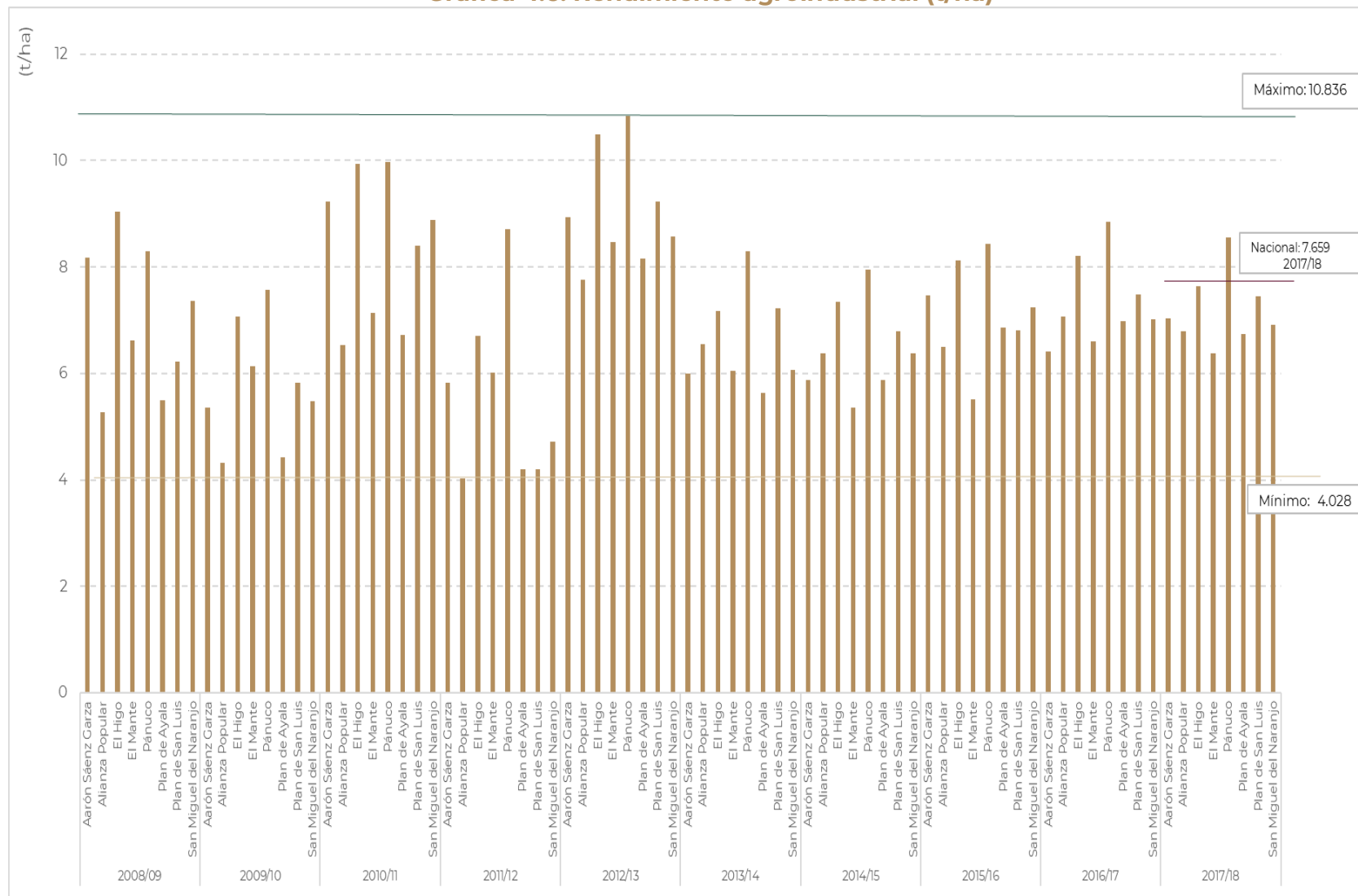
El rendimiento agroindustrial permite medir el volumen de producción de azúcar con respecto a la superficie declarada por los ingenios como industrializada. Este indicador puede verificar si las variedades empleadas por los ingenios están comprometiendo este rendimiento.

Los valores de la serie no presentan un comportamiento estacional o predictivo, pero se puede observar que los mayores valores se han presentado en las zafras 2012/13 y 2010/11, respectivamente; y aunque la serie no tiene un comportamiento homogéneo, se han mantenido parecidos en las últimas dos zafras.

El mayor resultado en la región lo obtuvo el ingenio Pánuco en la zafra 2012/13 con 10.836 (t/ha), el ingenio con mayor valor reportado a nivel nacional es Central Casasano (de la región Centro) con 16.527 t/ha en la zafra 2011/12.

INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS,
REGIÓN NORESTE

Gráfica 4.6. Rendimiento agroindustrial (t/ha)



Fuente: UNICEDER S.C. Con base en la información del 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-2018.

Durante la zafra 2017/18, Pánuco obtuvo el mejor resultado con 8.563%, superando el promedio nacional de esa zafra, que fue de 7.659 t/ha. Por el contrario, los demás ingenios registraron cifras por debajo del promedio nacional, siendo El Mante con el menor valor con 6.385 t/ha.

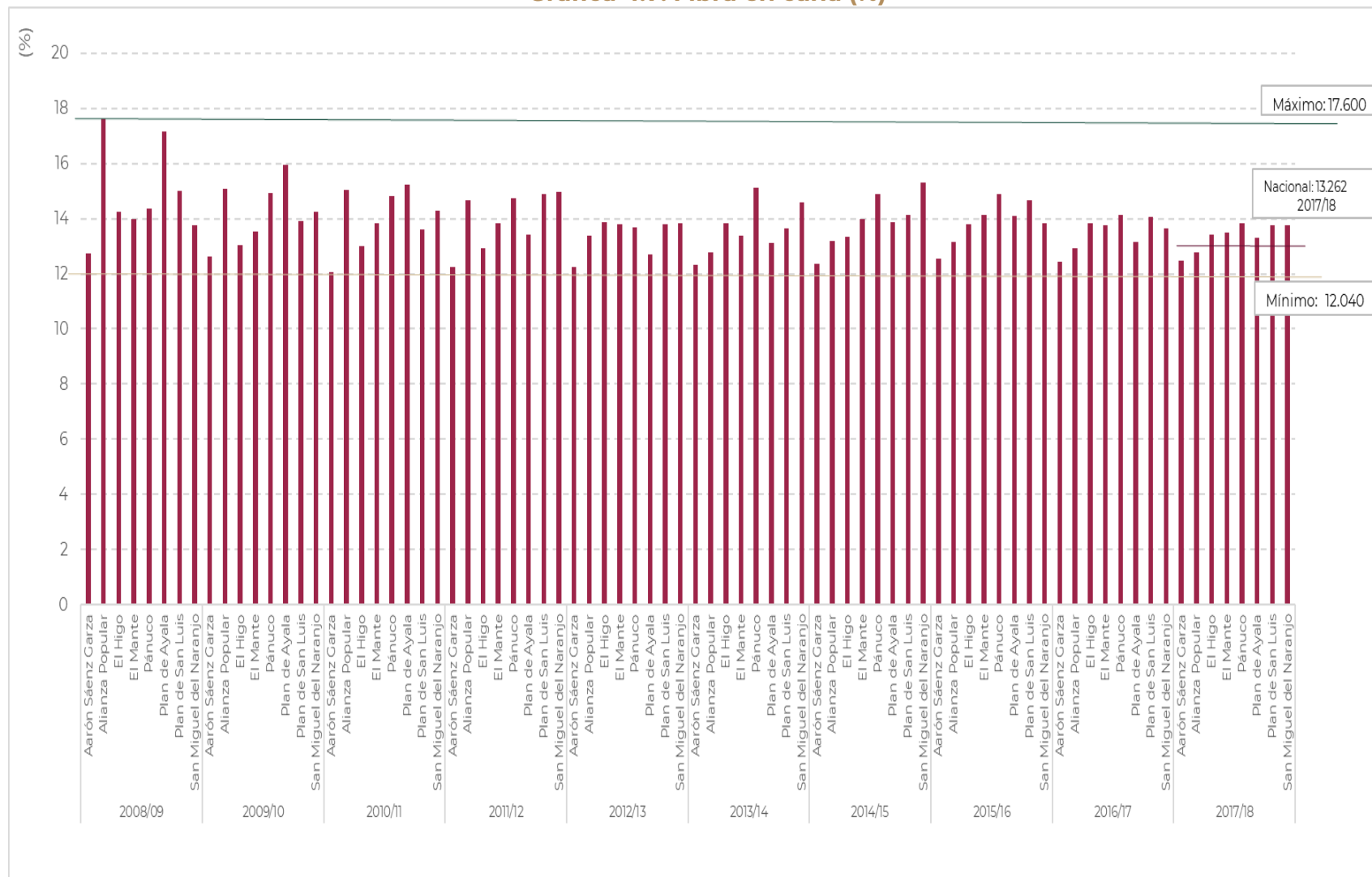
4.4 Fibra en caña

La fibra en caña se calcula como el porcentaje de materia seca e insoluble en agua que contiene la caña de azúcar, el cual está relacionado con la calidad de la caña que se usa en la molienda de los ingenios.

La caña de azúcar está constituida por jugo y fibra. La fibra está formada principalmente por celulosa, la cual, a su vez, está constituida por azúcares sencillos como glucosa (dextrosa). El contenido porcentual de sólidos solubles en agua se denominan comúnmente brix (expresado en porcentaje). En la caña de azúcar la fibra representa entre el 11 y 16% (Larrondo 1995).

INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS,
REGIÓN NORESTE

Gráfica 4.7. Fibra en caña (%)



Fuente: UNICEDER S.C. Con base en la información del 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-2018.

Los valores de la serie desde la zafra 2008/09 hasta la 2017/18, han oscilado entre el 10.233% como valor mínimo y 17.835 como máximo, valores que no se encuentran en esta región. El menor dato reportado es el del ingenio Aarón Sáenz Garza con 12.04% en la zafra 2010/11; por el contrario, Alianza Popular ha reportado el más alto valor regional en la zafra 2008/09 con 17.6%.

Los únicos ingenios que no superaron el promedio nacional de la zafra 2017/18 (13.262%) fueron: Aarón Sáenz Garza y Alianza Popular, que reportaron valores de 12.47 y 12.783%, respectivamente. El mayor valor de la zafra lo registró el ingenio Pánuco con 13.845 %.

4.5. Sacarosa en caña

Una de las características que muestran la calidad de caña es su contenido de sacarosa, pues es un factor que está relacionado con la recuperación final de azúcar. A continuación, se presenta el porcentaje de sacarosa en caña de los ingenios de la región desde la zafra 2008/09 hasta la 2017/18.

Los valores de la serie oscilan entre 10.148 hasta 16.277% en todos los ingenios a nivel nacional. Esta región tiene valores que van de 11.938 hasta 15.793%. El valor mínimo lo reportó El Higo en la zafra 2014/15 y el mayor lo registró San Miguel del Naranjo en la zafra 2008/09. Este último contó para la zafra 2017/18 con una superficie cosechada de 29,967 hectáreas, de las que molió 1.657 millones de toneladas de caña neta para producir 69% de azúcar estándar y el resto de refinada, de una producción de azúcar total de 207,369 toneladas.

De los resultados obtenidos en la zafra 2017/18 el único ingenio que no superó el promedio nacional (de 13.533%) fue El Higo, que alcanzó un valor de 12.718%; por otra parte, el ingenio Plan de San Luis alcanzó el mayor valor con 15.154%.

4.6 Pureza Aparente en Jugo Mezclado

La razón porcentual entre la sacarosa en el jugo y el brix se conoce como pureza del jugo. La calidad de los jugos afecta el procesamiento de la caña y la recuperación de la sacarosa de los ingenios.

La pureza aparente en jugo mezclado no tiene una tendencia específica, pero en dos zafras Aarón Sáenz Garza ha conseguido valores muy bajos en la región, en la zafra 2009/10 con 78.11% y en la 2014/15 con 77.29%. Los mayores valores los han reportado Alianza Popular en la zafra 2008/09 con 87%, Plan de Ayala en la misma zafra con 86.49% y, nuevamente, Alianza Popular en la zafra 2010/11 con 86.49%.

Para la zafra 2017/18 la mayor parte de los ingenios superaron el promedio nacional que fue de 82.391%, con excepción de San Miguel del Naranjo, que reportó un valor de 80.743. El mayor valor lo declaró el ingenio Alianza Popular, que para esta zafra alcanzó 85.737%.

4.7 Tiempo perdido en fábrica

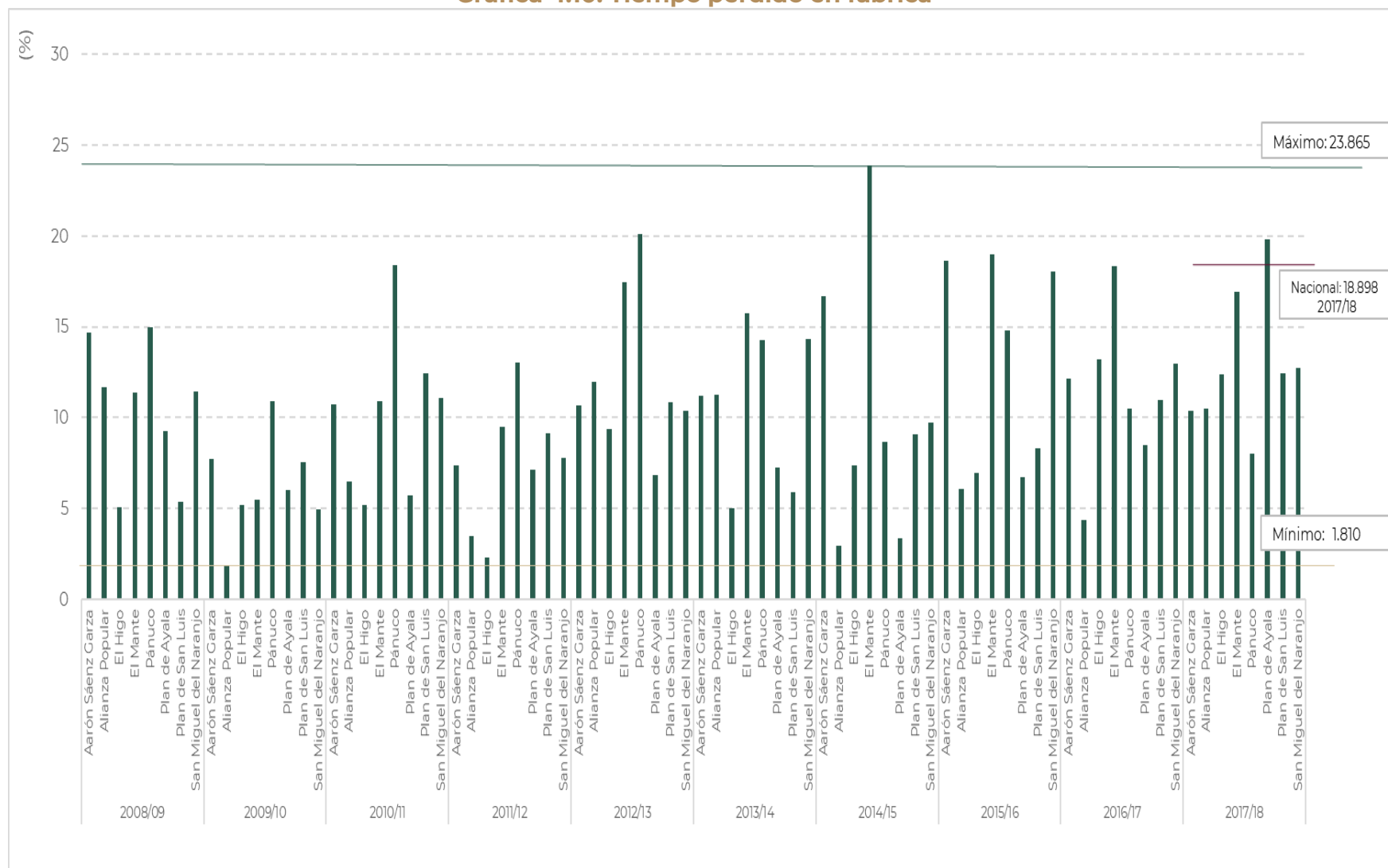
Los valores que se reportan en el porcentaje de tiempo perdido en fábrica, se refieren a los tiempos en los que la maquinaria y equipo empleados, principalmente en la molienda, reportan paros en las operaciones, ya sea para rectificar el proceso o para ajustar las máquinas que se emplean en él.

Los datos más altos hacen referencia a mayores fallas en esta variable, que está relacionada con la necesidad de reparación o reposición de esta maquinaria y/o equipo.

Los rangos de los valores de porcentaje de tiempo perdido en fábrica van desde 0.079% hasta 51.099%; en la región, estos rangos oscilan entre 1.810 y 23.865% que no son los extremos más altos. El menor valor reportado fue por Alianza Popular en la zafra 2009/10 con 1.810%. El ingenio El Mante es el que recurrentemente reporta valores altos en los porcentajes de tiempos perdidos en fábrica desde la zafra 2008/09 hasta la 2017/18, ingenio que alcanzó el mayor porcentaje de esta variable durante la zafra 2014/15 con 23.865%.

INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS,
REGIÓN NORESTE

Gráfica 4.10. Tiempo perdido en fábrica



Fuente: UNICEDER S.C. Con base en la información del 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-2018.

Durante la zafra 2017/18, solo un ingenio reportó un valor por encima del promedio nacional (que fue de 18.898%), Plan de Ayala con 19.819 %; el resto, está por debajo de la media nacional. El ingenio Pánuco, obtuvo un resultado de 8.029%. Que un ingenio supere el valor nacional reportado, significa que ha tenido que parar operaciones en más ocasiones, mostrando el mal estado de la maquinaria y equipo con la que se trabaja.

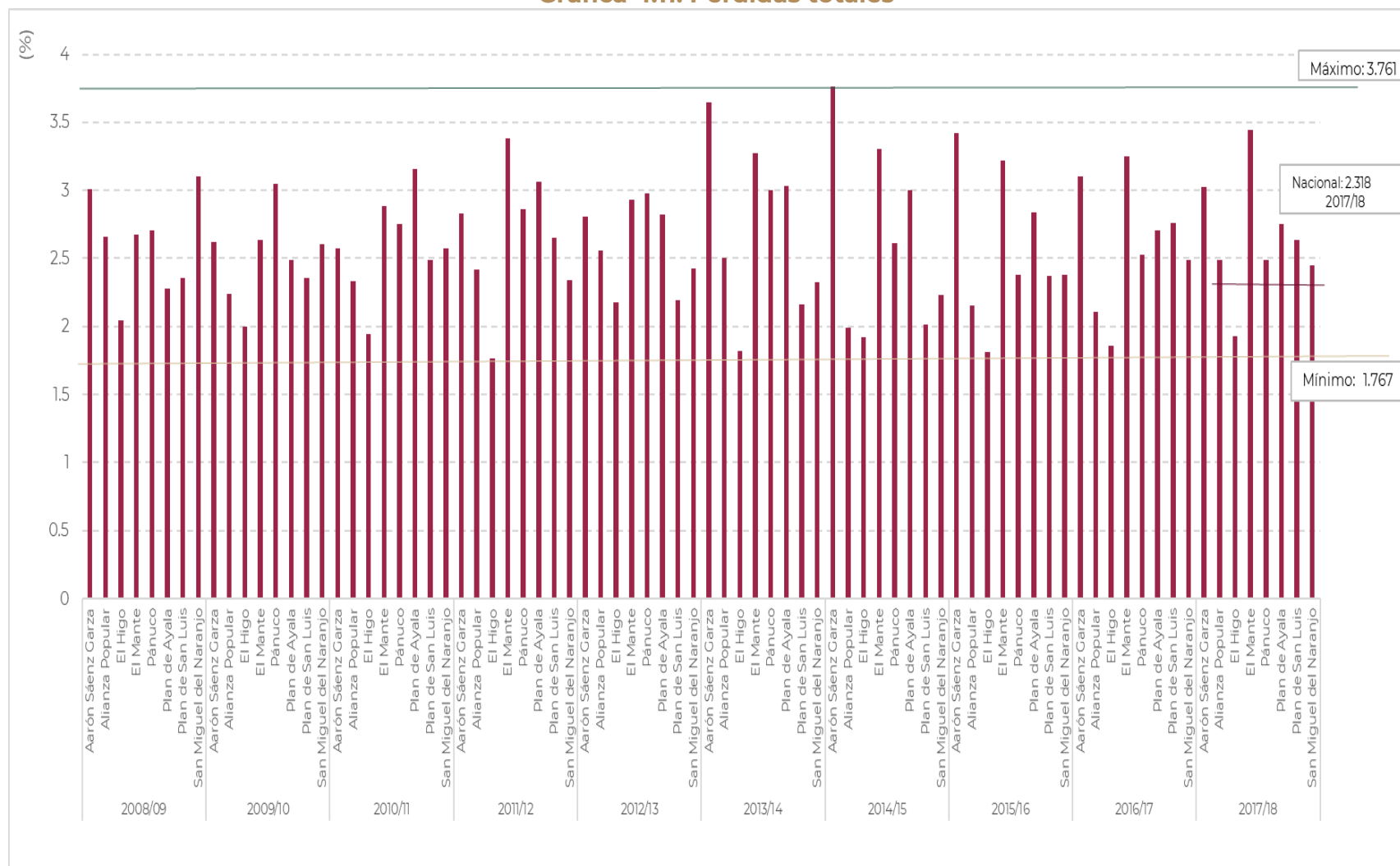
4.8. Pérdidas totales

Las pérdidas totales se obtienen al restar las toneladas de Pol en Caña menos las toneladas de Pol en azúcar Producido y Estimado (García, 1999).

El rango nacional del porcentaje de pérdidas totales va de 1.647 hasta 5.927%, pero la región Noreste tiene un rango menor, que va de 1.767 hasta 3.761%. El valor menor se obtuvo en la zafra 2011/12 y lo reportó el ingenio Alianza Popular con 1.767%.

INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS,
REGIÓN NORESTE

Gráfica 4.11. Pérdidas totales



Fuente: UNICEDER S.C. Con base en la información del 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-18.

Por otra parte, el ingenio que consecutivamente ha reportado valores altos en el porcentaje de pérdidas totales es Aarón Sáenz Garza, que desde la zafra 2008/09 hasta la 2017/18 ha presentado altos valores, siendo su máximo valor en la 2014/15 con 3.761%, siendo en esta zafra su producción de 183,529 toneladas de azúcar.

Para la zafra 2017/18 el único ingenio que reportó un porcentaje de pérdidas totales menor que el promedio nacional (de 2.318%) fue el Higo, con un valor de 1.931%; el resto de los ingenios superaron el promedio nacional, proporcionando el valor más alto El Mante, con 3.445%.

5. ENTORNO SOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN REGIONAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Este apartado se trabajó con los datos obtenidos del sistema Si-Costos, así como el trabajo de campo a través de entrevistas a responsables técnicos de organizaciones de productores y técnicos de los ingenios.

5.1. Costos de producción de la caña de azúcar

La estimación de costos está basada en la información que se envía al CONADESUCA a través de los responsables técnicos de cada ingenio, la cual se encuentra liberada en la siguiente dirección del Si-Costos:

<https://www.siiba.conadesuca.gob.mx/SiCostosSustentabilidad/ConsultaPublica/ConsultaPublica.aspx?app=costos>

Para el caso de la región Noreste, para la zafra 2017/18, los promedios que se presentan están basados en dichos datos. El costo promedio por hectárea se estimó en 31,178 pesos, a su vez, el costo por tonelada de caña fue de 437 pesos. Un mayor desglose por fase y por régimen de riego se presenta en el Cuadro 5.1.

Cuadro 5.1. Costo por hectárea y tonelada de caña de la región

Fase	Régimen	Costo\$/ha	Costo\$/t
Plantilla	Riego	48,234	543
Plantilla	Temporal	39,214	542
Soca	Riego	29,008	373
Soca	Temporal	22,330	369
Resoca	Riego	27,337	390
Resoca	Temporal	20,948	405
Promedio		31,178	437

Fuente: UNICEDER S.C., con información del SI-costos del CONADESUCA.

El valor estimado de estos costos por región puede ser un indicador importante al compararse con otros dos indicadores: los costos promedio nacionales y el rendimiento. Así, CONADESUCA realiza cada zafra un análisis gráfico, en donde se comparan los costos de producción por tonelada (eje de las y) con el rendimiento (eje de las x), obteniéndose áreas o cuadrantes que ubican la posición de cada región en torno a estos indicadores, los cuales se pueden revisar en el sitio:

<https://www.siiba.conadesuca.gob.mx/SiCostosSustentabilidad/ConsultaPublica/ConsultaGraficasFases.aspx?app=costos>.

Para el caso de la región Noreste, en todas las fases y bajo riego y temporal, se ubica dentro de las regiones que mantienen sus costos de producción altos con rendimientos por debajo de la media nacional (Cuadro 5.2)

Cuadro 5.2. Indicador comparativo entre costo y rendimiento de la región

Fase	Régimen	Cuadrante Costos/rendimiento
Plantilla	Riego	Rendimientos bajos costos altos
Plantilla	Temporal	Rendimientos bajos costos altos
Soca	Riego	Rendimientos bajos costos altos
Soca	Temporal	Rendimientos bajos costos altos
Resoca	Riego	Rendimientos bajos costos altos
Resoca	Temporal	Rendimientos bajos costos altos

Fuente: UNICEDER S.C., con información del SI-costos del CONADESUCA.

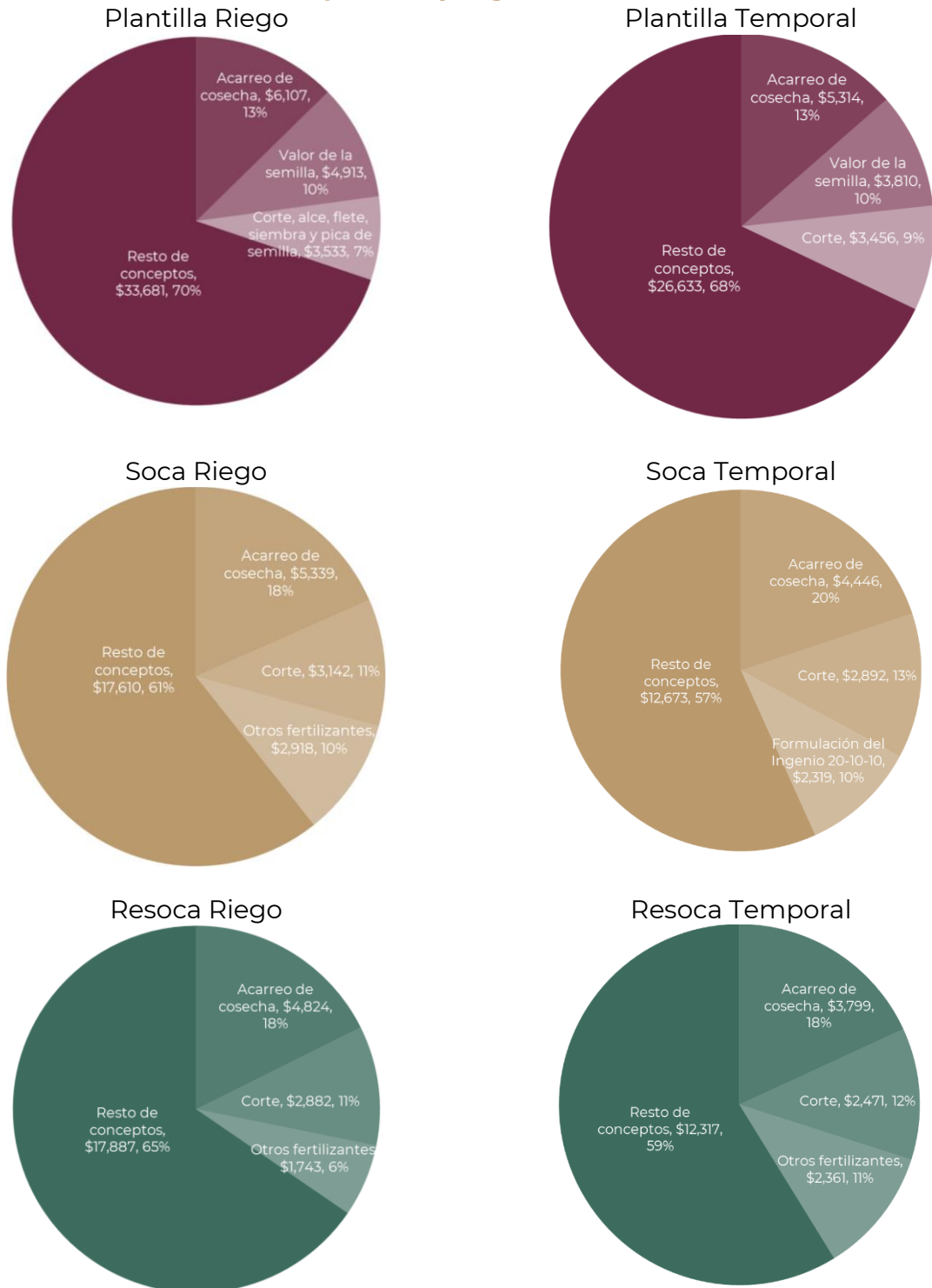
Por otra parte, una revisión de la estructura de costos a nivel regional, muestra que en la fase de plantilla el corte y alce, el costo de la semilla y el acarreo son los principales rubros del costo (los tres representan 30% del costo/ha en la más reciente zafra).

En la fase de soca, los principales conceptos de costo son: el acarreo, la fertilización y el corte, en esta fase para estos tres conceptos se eroga cerca de 40% del costo total.

Finalmente, la estructura de costos para la fase de resoca es muy similar a la de soca, ya que los tres principales rubros son: el acarreo, el costo de fertilizantes y el corte, los cuales erogan 35% del costo total. Las figuras siguientes muestran el comportamiento de los principales rubros de costos con alta participación, por fase y régimen de producción, en la región Noreste.

ENTORNO SOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN REGIONAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Figura 5.1. Distribución de costos de alta participación de la región por fase y régimen



Fuente: UNICEDER S.C., con información del SI-costos del CONADESUCA.

5.2. Ingenios y organizaciones de productores

Este apartado se basa principalmente en el trabajo de campo, para lo cual se gestionó previamente la entrevista a responsables de las dos principales organizaciones de productores en tres ingenios (Plan de San Luis, Plan de Ayala y Alianza Popular). De esta forma, se realizaron ocho entrevistas con las principales organizaciones que trabajan con los productores cañeros: tres a las que representan a ejidatarios (Unión Nacional de Productores de Caña de Azúcar A. C.), tres a las de representación a pequeños propietarios (Unión Nacional de Cañeros, Confederación Nacional de Propietarios Rurales, CNPR), y dos con organizaciones independientes (Asociación Local Entidad Cañera Potosina Siglo XXI A.C. y Grupo Ejidal de Producción Cañera A.C.). Además, el trabajo de campo incluyó la realización de entrevistas a equipos técnicos de los ingenios (Plan de Ayala y Alianza Popular).

Una de las principales actividades que realizan las organizaciones de productores con los ingenios es la firma de los contratos productor-ingenio. Además de gestionar créditos de tipo refaccionario y de avío, los criterios para definir los montos no son restrictivos, pero sí exclusivos para la superficie de caña en cultivo, por lo regular cuando se firma el contrato se integra su expediente con documentos como: la comprobación de tenencia del predio o certificación parcelaria, comprobante de domicilio, INE, poder vigente, inspección técnica, y verificación de superficie.

La firma de contrato con las organizaciones le permite al ingenio garantizar su zona de abastecimiento. Las más de 150 mil hectáreas de caña establecidas por zafra en los últimos diez años en la región, tienen bajo contrato a cerca de 24 mil productores, en los ocho ingenios ubicados en ella.

En términos de producción y rendimientos, los paquetes tecnológicos implementados en la región han permitido rebasar las 70 toneladas por hectárea, sin embargo, los rendimientos, en general, se mantienen por debajo de la media nacional.

En la región Noreste, tanto las organizaciones como los ingenios tienen bajo su control la compra y dispersión de insumos para la producción, principalmente fertilizantes, semilla y algunos agroquímicos. La coordinación es importante, y los CPCC sirven como elemento de planeación y operación de los ciclos productivos, tanto para los ingenios como para las organizaciones de productores. Asimismo, las organizaciones de productores ponen a disposición de sus agremiados agroquímicos (herbicidas y plaguicidas), teniendo en algunos casos la posibilidad de otorgar crédito a los productores, sugiriendo la oportunidad y dosis de aplicación.

5.3. Mercado del azúcar de producción regional

Cada uno de los ingenios tiene su propia estrategia de mercado de acuerdo al consorcio al que pertenece.

ENTORNO SOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN REGIONAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR

En Tamaulipas, los ingenios de Aarón Sáenz Garza y El Mante pertenecen al Grupo Sáenz. El ingenio tiene Aarón Sáenz la mayor parte de su producción se destina a azúcar refinada (75% de su producción en 2017), además de azúcar estándar. El Mante se especializa en la producción de azúcar refinada (100% de su producción en 2017), esto les permite contribuir a la planeación de mercado del consorcio, el cual confluye en el mercado nacional a través de venta a empresas nacionales, teniendo además marcas propias.

Para el caso de los ingenios ubicados en San Luis Potosí, el cambio de consorcio responsable del ingenio de San Miguel del Naranjo (Beta San Miguel), y la ampliación por metas de producción de azúcar, permitió un repunte en la producción en el lapso de 2010 a 2017. Este crecimiento se encuentra soportado por el constante aumento en la superficie cultivada y los correspondientes contratos con los productores de la región. La seguridad en el pago de la caña a los productores permitió que se pudieran cumplir las metas de producción planteadas por el ingenio.

Los ingenios Plan de San Luis (grupo PIASA); Alianza Popular, y Plan de Ayala (Grupo Santos), en los cuales la superficie de la zona de abastecimiento se vio incrementada, especialmente en el último quinquenio. La producción de azúcar estándar, con un pol por arriba de 99.5, es una de las características de estos ingenios. Dicha azúcar se destina al abasto del mercado nacional. Por otro lado, la producción de melaza en la región sirve como insumo a otras industrias (alimentos ganaderos, alcoholeras, entre otras). Otros subproductos, como la cachaza, se destinan a composteo, la cual es vendida a las organizaciones para el mejoramiento de los suelos.

En el estado de Veracruz, el ingenio El Higo ha mantenido regularidad en torno a la producción de azúcar estándar (1 millón 500 mil toneladas de azúcar con 99.4 de pol en 2017), su pertenencia al consorcio Zucarmex le ha permitido contribuir al mercado nacional, sobre todo con las marcas de azúcar que tienen alto impacto en las cadenas de supermercados y restaurantes. Por su parte, el ingenio Pánuco, con la producción de más de 100 mil toneladas de azúcar estándar, y 53 mil toneladas de azúcar mascabado, abastece el mercado nacional e internacional, a través de los canales desarrollados por el consorcio Pantaleón. También la producción de melaza representa un subproducto importante para el ingenio.

5.4. Problemática de la producción regional de azúcar y caña

5.4.1. Problemática en fábrica.

En lo que refiere al abasto de caña se identifican problemáticas en los rubros de: mantenimiento de caminos, en el transporte, la madurez de la caña, lo cual provoca retrasos en la molienda y disminución de los rendimientos del proceso. La focalización de recursos para la producción de la caña de azúcar, compite con otros cultivos, los ingenios tienen que realizar actividades de fondeo y asistencia técnica que las organizaciones no alcanzan a cubrir. Para el caso de ampliación de

la superficie con riego, la Conagua tiene una normativa compleja para la perforación y uso de aguas, lo cual desincentiva a los productores, además de que cada año se disminuye la disponibilidad de este recurso, para el cultivo.

Los ingenios, tienen que desarrollar tareas para mejorar su desempeño. Dichas acciones tienen que ver con mejorar y ampliar la capacidad de molienda, disminuir los tiempos perdidos al mínimo, desarrollar acciones que permitan mejorar la frescura de la caña a menos de 30 horas para la molienda, mecanismos para la utilización de bagazo como combustible, dar mayor capacidad y potencia al uso de calderas. La ampliación y depuración de las plantas tratadoras de aguas residuales y su tratamiento fisicoquímico, el control de parámetros como pH, salinidad y contenido de nitratos. Finalmente, una de las acciones que muestra la eficiencia del equipo y la maquinaria del ingenio se observa en la emisión de gases; los ingenios deben ser capaces de disminuir al mínimo estas emisiones.

Precisamente, este es rubro, el cumplimiento de la normatividad en torno a la descarga de aguas, la emisión de gases y la falta de apoyo a los productores, existen vicios generados por la falta de voluntad de algunas dependencias en términos de supervisión y monitoreo del cumplimiento de la normatividad, ya que no existen mecanismos para ajustar dicha ley a las condiciones actuales en las que funcionan los ingenios. La inversión realizada para mejoras para la zafra 2018/19, atendiendo la NOM sobre emisiones (por ejemplo, la adecuación de un separador de cenizas a la salida de las calderas), o la compra de filtros para la recuperación de nitratos en las emisiones de agua, la oxigenación de la misma y la recanalización a la zona de cultivo, no son valoradas ni incentivadas por las autoridades. En la región se ha invertido recursos en acciones como: la automatización de básculas, la rapidez de volteadores de descarga en batey, el uso eficiente del agua, lavado de los gases de combustión de bagazo, co-procesamiento de residuos, el tratamiento primario para reutilizar el agua de lavado de caña, entre otras acciones.

5.4.2. Problemática en campo

Se agrupan las problemáticas de los productores de caña de la región Noreste en cinco rubros:

- 1) Infraestructura para la producción.** Tres son los factores que deben atenderse en este rubro. El primero de ellos es la recuperación, adecuación y mantenimiento de los caminos cañeros. Es evidente que, al término de la zafra, año con año, los caminos cañeros quedan muy deteriorados, resultando muy oneroso su reparación y mantenimiento, teniendo apoyo mínimo para ello por parte del estado; las cuotas de los agremiados consideran un porcentaje, pero por lo regular este no cubre ni la compra del combustible para la reparación. El segundo factor, es la renovación de la infraestructura para riego, las concesiones de agua de pozo, revestimiento de canales, la gestión para el descargue de agua de los ingenios y su aprovechamiento, etc. Por último, se requiere fortalecer la seguridad en la zona productiva, sobre todo en las inmediaciones a los ingenios, en donde la vigilancia debe incrementarse.

2) Manejo de agua y suelo. La dispersión de las áreas cañeras, en San Luis Potosí y Veracruz, hace necesario que la agrupación de productores y sus respectivos predios de cultivo, en zonas compactas, esto tendría ventajas como el aumento en el aprovechamiento de los recursos hídricos, la planeación de la cosecha y la disminución de tiempo de traslado. El aprovechamiento del agua de riego no se ha ampliado, debido a que los sistemas de riego se encuentran limitados, no hay crecimiento en superficie irrigada, ni en exploración de otras formas de suministro de agua. Se trabaja en la reutilización del agua de los ingenios para uso agrícola, se moviliza por entubamiento y se aplica por bombeo en los predios, sin embargo, sólo tres de los ocho ingenios han explorado esta vía.

Por otro lado, se tienen rezagos en la realización de fertilizaciones bajo recomendación, se trabaja con experiencia productiva, pero no se tienen estudios extensos que permitan orientar a los productores con dosis y formulaciones específicas, para las parcelas o zonas de producción con similares condiciones edáficas.

3) Maquinaria y cosecha. En la región, las organizaciones de productores realizan gestiones para obtener recursos para la reparación del parque vehicular, incluyendo la reparación de unidades de acarreo, los remolques, camiones y alzadoras de caña.

Además, existe carencia de cosechadoras y alzadoras que permitan ampliar la mecanización de la cosecha en las áreas de abasto. El corte en la mayor superficie sigue siendo manual, y no se existen proyectos que permitan mecanizar la cosecha a corto plazo.

Los principales proyectos estratégicos de las organizaciones van encaminados hacia la obtención de créditos para la compra o renovación de maquinaria, también el acceso a créditos para la compra de insumos no siempre es accesible, un alto porcentaje de productores se encuentra en cartera vencida.

4) Problemas fitosanitarios. Las principales plagas que impactan la producción de caña son: el gusano barrenador del tallo, la mosca pinta y la rata cañera, las cuales, mismas que para su control se tienen que utilizar agroquímicos. El incremento de superficie bajo control biológico es importante, pero no siempre es bien atendido por los productores. Los Comités Estatales de Sanidad Vegetal trabajan en un programa de control y prevención de plagas a través de programas de capacitación. Además, existe liberaciones de organismos para el control biológico, tanto del barrenador como de la mosca pinta (Aarón Sáenz Garza, El Mante, Plan de Ayala y Plan de San Luis cuentan con planeación de control biológico). La disminución de la superficie afectada y el costo por la utilización de agroquímicos, son dos indicadores que se deben observar a corto plazo, para revisar la eficiencia de dichos programas.

5) Renovación varietal. Para el abastecimiento de caña de calidad, es necesario el balance varietal en campo, cerca de 73% de la superficie se encuentra en la fase de resocas y la variedad principal (CP 72-2086), ya ha llegado a un límite en producción y resistencia fitosanitaria. Cada vez es más vulnerable al ataque de plagas, y su tolerancia ante los cambios de condiciones climáticas se ve mermada. En algunos ingenios (sobre todo de San Luis Potosí) se propone un balance del cultivo de variedades precoces, intermedio y tardía para mejorar las condiciones de rendimiento. Se trabaja en la renovación de cepas, se tiene en agenda la utilización de variedades nacionales de mayor rendimiento en campo y fábrica provenientes del CIDCA.

6. CONCLUSIONES

1. La superficie en cultivo con caña de azúcar en la región Noreste ha tenido una tasa de crecimiento positiva (6% en el periodo de análisis), las razones que se pueden inferir son: el cambio de consorcio para algunos ingenios y la ampliación de metas productivas, y los contratos con las organizaciones de productores, lo cual les garantiza a éstos, además de servicios de salud, acceso a créditos para la producción, el pago oportuno de preliquidación y liquidación.
2. La variable de producción, en el caso de los modelos de regresión estimados², tiene una ponderación mayor asociada a la superficie que a los rendimientos, los cuales no tienen el efecto suficiente sobre la producción total de caña, debido a que se tiene un porcentaje muy alto de superficie en fase de resoca, con rendimientos menores a 60 toneladas por hectárea.
3. El manejo de agua y suelo que se realizan en la región ha sido uno de los principales elementos a considerar al implementar los paquetes tecnológicos. El incremento de la superficie bajo riego no ha tenido las tasas de crecimiento suficientes para impactar en la producción, así como la adición de fertilizantes tampoco ha podido incrementar sustancialmente la misma, ya que ésta se realiza con fórmulas generales o basadas en la experiencia productiva, pero no bajo formulaciones específicas.
4. Uno de los elementos que limita el completo potencial de los paquetes tecnológicos implementados en la región, es el agotamiento varietal de la principal variedad de caña empleada en la región (CP 72-2086). La renovación de plantaciones con variedades con mayor rendimiento, resistencia y adaptación a las condiciones ambientales de la zona productora, así como un balance entre variedades tempranas, intermedias y tardías, es una de las principales demandas técnicas planteadas.
5. El problema sanitario del cultivo de caña (gusano cogollero, mosca pinta, rata cañera, principalmente), conlleva acciones que implican una buena coordinación entre los comités de sanidad regionales, a fin de poder implementar campañas a nivel regional y estatal, ya que las acciones de control biológico y manejo integrado de plagas, se ven limitadas por la falta de recursos (dotación de organismos benéficos específicos, mecanismos, equipo y oportunidad para su liberación, entre otros.)
6. Uno de los principales problemas indicados, es el incremento en el costo de la cosecha, el cual está definido por tres aspectos: el envejecimiento y carencia de maquinaria y equipo para el alza; el incremento de los combustibles y refacciones,

² Se realizaron dos modelos: Regresión Simple - Producción vs. Superficie; y Regresión Simple - Rendimiento vs. Superficie

y el aumento de precio del traslado de caña (por incremento en el precio de combustible).

7. La obsolescencia de la maquinaria y equipo en los ingenios, así como el alto costo de reparaciones, sobre todo para la molienda y procesamiento de la caña, dan la necesidad de generar altas inversiones bajo proyectos de largo plazo. Estas inversiones deben ir acompañadas de un análisis en la situación del mercado del azúcar, pues los ingenios no invierten dado la incertidumbre en la firma de nuevos contratos y las cuotas de venta o exportación que cubrirán cada uno de ellos.

8. El trabajo en la productividad para la reducción de los porcentajes de las pérdidas totales es un reto para los ingenios, sobre todo para aquellos que cuentan con maquinaria de hace muchos años y que, debido a ello hacen paros en la producción; a pesar de ello, muchos ya trabajan en la planeación de los frentes de corte, con el objetivo de hacer más oportuna la entrada de caña al ingenio para mejorar la frescura de la caña en la molienda y la eficiencia en fábrica.

9. La restricción en la disponibilidad de agua en algunos ingenios, los han hecho realizar acciones para su reuso en los procesos productivos, generando sistemas de tratamiento y enfriamiento de la misma. Asimismo, existe la tendencia a mejorar el uso del agua y a tratar las aguas residuales para cumplir las normas nacionales e internacionales en aquellos ingenios que quieren obtener certificados que les permitan el acceso a la exportación, por lo que las obras de saneamiento ambiental son ya parte de las metas de algunos ingenios de esta región.

10. El uso de bagazo como combustible primario ha minimizado o, en algunos casos, vuelto a cero el consumo de petróleo. La tendencia de los ingenios es que se incremente la reutilización de los desechos en la producción, la cogeneración de energía eléctrica, y si es posible, la exportación de los excedentes.

REFERENCIAS

Blackburn F. 1984. Sugarcane. Longman Group Ltd., Harlow.

Conadesuca. 2017 Sistema de Información de Costos de Producción de Caña de Azúcar. Estructuras de Costos.
<http://www.siiba.conadesuca.gob.mx/SiCostosSustentabilidad/ConsultaPublica/ConsultaPublica.aspx?app=costos>

Conadesuca. 2017. Identificación de paquetes tecnológicos para el cultivo de caña de azúcar en las regiones cañeras de México. 66 págs.

Conadesuca. 2017. Agenda Nacional de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología de Caña de Azúcar.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/261009/Agenda_de_Investigacion_2017.pdf

Conadesuca 2017.
[http://www.conadesuca.gob.mx/datosabiertos/Diccionario_de_datos-Infocana\(resumen\).txt](http://www.conadesuca.gob.mx/datosabiertos/Diccionario_de_datos-Infocana(resumen).txt)

Conadesuca 2018. Sistema de Indicadores de Sustentabilidad
<https://www.gob.mx/conadesuca/acciones-y-programas/si-sustentabilidad>

Conadesuca 2018. 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-2018.

Fauconnier R. 1993. Sugar Cane. Macmillan/CTA, London.

García Espinosa Alfonso. Glosario de Términos de Campo y Fábrica de la Agroindustria Azucarera. Compañía editora del Manual Azucarero. 1999.

Gbadegehin A. 1987. Soil rating for crop production in the savanna belt of South-western Nigeria. Agricultural Systems., 23: 27-42.

Halliday D. J. 1956. The manuring of sugarcane. Centre for Nuclear Energy in Agriculture. Geneva.

Hunsigi G. 1993. Production of Sugar Cane. Springer-Verlag. Berlin. Resources for Sustainable Development: A case study in Luena, Zambia. 6: 31-37.

INIFAP 2017. Agenda Técnica Agrícola de Morelos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. SAGARPA. 172 págs.

Larrahondo, Jesús E. Calidad de la Caña de Azúcar. CENICAÑA. 1995.

Malavolta E. 1994. Nutrient and fertilizer management in sugarcane. International Potash Institute. Switzerland.

Manual Azucarero Mexicano. 2016. 59° Edición. Compañía Editora del Manual Azucarero. México, D.F. 640 págs.

Manual Azucarero Mexicano. 2019. 62° Edición. Cía. Editora del Manual Azucarero, S.A. de C.V., México, CDMX. 492 págs.

Prochnow Ramme F.L., 2008. Perfis temporais NDVI e sua relação com diferentes tipos de ciclos vegetativos da cultura da cana-de-açúcar. Universidade Estadual de Campinas Faculdade de engenharia agrícola. DissertaçãoDoutor em Engenharia Agrícola, 116 p.

Schramm F., Andrés. KARBE. Unión Nacional de Cañeros A.C. consultado en enero de 2019 en <http://caneros.org.mx/karbe/>

Stockholm Environmental Institute. 2001. Producing Sugarcane. Sugarcane