



**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 NOROESTE





# CONTENIDO

---

	<b>Pág.</b>
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 NOROESTE.....	12
2.1. Ubicación de la región.....	12
2.2. Suelos.....	13
2.3. Clima.....	19
2.4. Infraestructura.....	20
2.4.1. Caminos.....	20
2.4.2. Riego.....	23
3. ENTORNO TÉCNICO-PRODUCTIVO REGIONAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	26
3.1. Paquetes tecnológicos.....	26
3.2. Comportamiento de la superficie cañera.....	30
3.3. Comportamiento de rendimientos.....	32
3.4. Comportamiento de la producción.....	34
4. INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS, REGIÓN NOROESTE.....	35
4.1. KARBE.....	35
4.1.1. KARBE bruto teórico.....	36
4.1.2. KARBE neto teórico.....	37
4.2 Eficiencia en fábrica.....	38

## CONTENIDO

---

	<b>Pág.</b>
4.3 Rendimiento.....	38
4.3.1. Rendimiento de campo .....	39
4.3.2. Rendimiento de fábrica (%).....	40
4.3.3. Rendimiento agroindustrial (t/ha).....	40
4.4. Fibra en caña (%).....	42
4.5. Sacarosa en caña (%) .....	43
4.6. Pureza aparente en jugo mezclado (%).....	44
4.7. Tiempo perdido en fábrica (%) .....	45
4.8. Pérdidas totales (%).....	46
5. ENTORNO SOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN REGIONAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	47
5.1. Costos de producción de la caña de azúcar .....	47
5.2. Ingenios y organizaciones de productores.....	50
5.3. Mercado del azúcar de producción regional.....	51
5.4. Problemática de la producción regional de azúcar y caña.....	52
5.4.1. Problemática en fábrica.....	52
5.4.2. Problemática en campo.....	52
6. CONCLUSIONES .....	54
REFERENCIAS .....	56

## CUADROS

---

	<b>Pág.</b>
Cuadro 2.1. Concentrado de datos de la región .....	13
Cuadro 2.2. Recuperación de fertilizante en los grupos edáficos de la región.....	14
Cuadro 3.1. Superficie y régimen de producción de caña .....	26
Cuadro 3.2. Porcentaje, régimen y fase de producción de caña .....	27
Cuadro 3.3. Presencia de plagas por ingenio.....	30
Cuadro 3.4. Rendimiento por fase y régimen, zafra 2017-2018.....	33
Cuadro 5.1. Costo por hectárea y tonelada de caña.....	47
Cuadro 5.2. Indicador comparativo entre costo y rendimiento .....	48
Cuadro 5.3. Afiliados de las organizaciones de productores de caña .....	50

## FIGURAS

---

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1. Mapa de los Ingenios azucareros en México y las regiones cañeras. ....	11
Figura 2.1. Ubicación de la región.....	12
Figuras 2.2. Porcentaje de recuperación de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos en las zonas de abasto cañero de Eldorado (a) y el complejo Puga-El Molino (b) .....	15
Figuras 2.3. Ocupación territorial de cada unidad de suelo en las zonas de abasto cañero de Eldorado (a) y el complejo Puga-El Molino (b).....	17
Figuras 2.4. Infraestructura caminera de las zonas de abasto cañero de Eldorado (a) y el complejo Puga-El Molino (b).....	22
Figuras 2.5. Infraestructura de riego de las zonas de abasto cañero de Eldorado (a) y el complejo Puga-El Molino (b).....	24
Figuras 5.1. Distribución de costos por fase y régimen.....	49

## GRÁFICAS

---

### Pág.

Gráficas 2.1. Diagramas ombrotérmicos de Gausson de las zonas de abasto cañero de Eldorado (a) y el complejo Puga-El Molino (b).....	19
Gráfica 3.1. Distribución porcentual de las variedades de caña .....	28
Gráfica 3.2. Comportamiento de la superficie para las zafras 2010/11-2017/18 .....	31
Gráfica 3.3. Comportamiento de la superficie cañera en tres ingenios.....	31
Gráfica 3.4. Rendimientos (t/ha).....	32
Gráfica 3.5. Rendimiento de caña (t/ha) en tres ingenios.....	33
Gráfica 3.6. Comportamiento de la producción de caña (t) .....	34
Gráfica 4.1 KARBE/toneladas de caña bruta teórico (kg/t) .....	36
Gráfica 4.2 KARBE/toneladas de caña neta teórico (kg/t) .....	37
Gráfica 4.3 Eficiencia en fábrica (%) .....	38
Gráfica 4.4. Rendimiento en campo (t/ha) .....	39
Gráfica 4.5. Rendimiento de fábrica (%) .....	40
Gráfica 4.6. Rendimiento agroindustrial (t/ha) .....	41
Gráfica 4.7. Fibra en caña (%) .....	42
Gráfica 4.8. Sacarosa en caña (%) .....	43
Gráfica 4.9. Pureza aparente en jugo mezclado (%) .....	44
Gráfica 4.10. Tiempo perdido en fábrica (%).....	45
Gráfica 4.11. Pérdidas totales (%).....	46

# 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 Noroeste.

#### 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 Noroeste 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 Noroeste. 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) 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 entrevistas en dos ingenios visitados). 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:**

Las regiones que se comprenden en estos diagnósticos, incluyen las que se muestran en el siguiente mapa:

El trabajo de campo y de análisis de este documento, estuvo basado en la siguiente 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 Noroeste participan los estados de Sinaloa y Nayarit, en donde se ubican los ingenios de: Eldorado, Puga y el Molino.

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 2008/09-2017/18. CONADESUCA 2018.

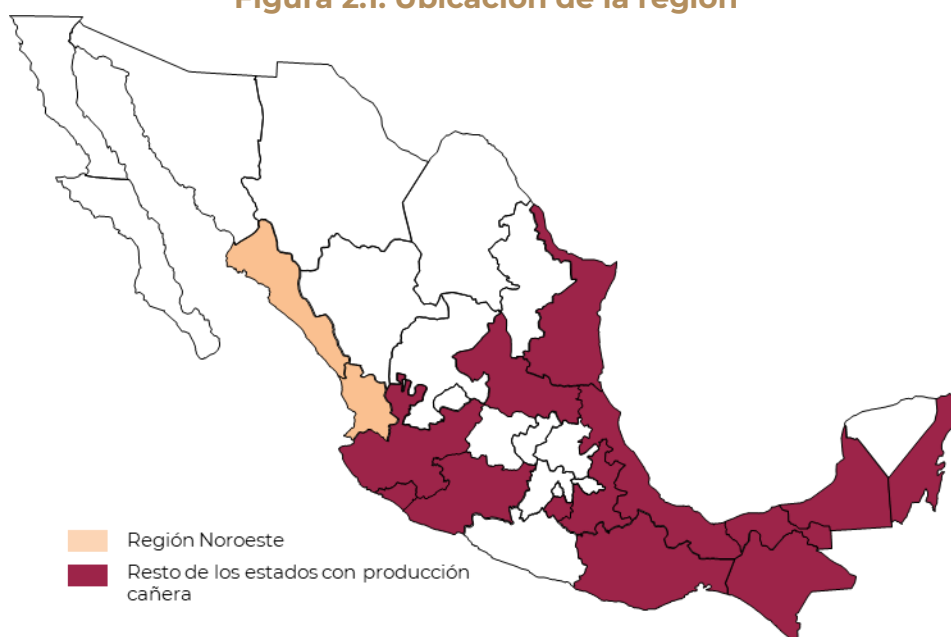
## 2. CARACTERIZACIÓN Y ENTORNO MEDIOAMBIENTAL DE LA REGIÓN NOROESTE

En la zafra 2017/18, en el país operaron 51 ingenios distribuidos en 15 estados, mismos que se ubican en siete regiones cañeras, de acuerdo con criterios del CONADESUCA. En la región Noroeste, que comprende los estados de Sinaloa y Nayarit, se encuentran los siguientes ingenios: La Primavera, El Molino, Eldorado, Los Mochis y Puga, de los cuales solo tres han operado ininterrumpidamente en la última década (El Molino y Puga, en el estado de Nayarit, y Eldorado, que se ubica en el valle de Culiacán, Sinaloa), mismos que son los considerados en el presente diagnóstico, los otros dos por haber cerrado operaciones no se incluyen.

### 2.1. Ubicación de la región

La región cañera Noroeste se ubica en la porción norte de la llanura costera del Pacífico y la porción extrema noroeste del Eje Neovolcánico Transversal, entre los paralelos de Latitud Norte  $21^{\circ} 4' / 24^{\circ} 35'$  y los meridianos de Longitud Oeste  $104^{\circ} 29' / 107^{\circ} 27'$ . De acuerdo con la parcelación del campo cañero realizada por el SIAP en 2016, la superficie cañera de esta región se distribuye, de Este a Oeste, desde el núcleo agrario Jomulco, municipio de Jala, Nayarit, hasta el núcleo El Dorado, municipio de Culiacán, Sinaloa y, de Sur a Norte, desde el núcleo agrario Estancia de los López, municipio de Amatlán de Cañas, Nayarit, hasta el núcleo agrario Campo Laguna, municipio de Culiacán, Sinaloa.

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 2008-09/2017-2018

Las 39,940 ha de superficie cañera que conforman la región se distribuyen 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
Nayarit	11	7,129	27,663	34,792
Sinaloa	3	5,145	3	5,148
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>12,274</b>	<b>27,666</b>	<b>39,940</b>

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

Como puede observarse en la tabla anterior, la producción de caña en la misma región ocurre en diferentes formas, por un lado, en Eldorado se cultiva bajo riego, mientras que en el complejo Puga-El Molino, la mayoría de los cañaverales depende del agua de lluvia para su desarrollo.

## 2.2. Suelos

Los factores edáficos tienen influencia en el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar, y siendo un cultivo versátil, se puede cultivar con éxito en un amplio rango de condiciones del suelo (Fauconnier, 1993). Las propiedades físicas del suelo, tales como: porosidad, profundidad, densidad aparente, permeabilidad y retención de humedad, son variables que, si bien influyen en la productividad de la caña de azúcar, son casi imposibles de modificar, a su vez, las propiedades químicas revisten una mayor importancia en su estudio y análisis, toda vez que son más fáciles de modificar (Malavolta, 1994). Por ejemplo:

- a. **La acidez del suelo** no reduce por sí misma el crecimiento, pero afecta el entorno químico asociado a las plantas. Algunos de los nutrientes se vuelven más solubles a bajo pH y terminan siendo lixiviados a través del perfil del suelo y en el suministro de agua. El cultivo de caña tolera un rango de pH de 4.5 a 8.5, siendo el óptimo de 6.0 a 7.5 (Instituto Ambiental de Estocolmo, 2001).
- b. **La capacidad de intercambio catiónico** (CEC) influye en la retención de nutrientes aplicados y, por consiguiente, en el efecto de lixiviación por las fuertes lluvias. Las pérdidas de lixiviación de nutrientes conducen a pérdidas económicas y precisan una mejor elección del método de aplicación de fertilizantes (Blackburn, 1984).
- c. **Los principales macronutrientes** que afectan el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar son: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) (elementos primarios), así como: Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) (elementos secundarios).

Con respecto a las capacidades nutrimentales de los suelos de la zona de abasto cañero de la región Noroeste, de acuerdo con los puntos de muestreo de recuperación de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos, las asociaciones

edáficas que presentan mayor eficiencia en la recuperación de los macronutrientes se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2.2. Recuperación de fertilizante en los grupos edáficos de la región**

Zona de abasto	Grupo edáfico	% eficiencia NPK	Superficie (ha)
Eldorado	Vc+Vp/3/n	39.7	83.8
	Kk+Hc/2/G	38.1	189.7
	Je+Hh/1/G	38.1	162.0
	Vc+Wm+Hc/2	37.3	51.0
	Vp+Vc/3	35.5	466.5
Puga-El Molino	Lf/3	44.8	22.6
	Lg/2	44.6	6.6
	Re+Th/2	40.9	2.8
	Lf+Bf/3/P	40.7	16.4
	Th+To+Re/2	39.1	301.1
	Ah+Th/2/LP	39.0	1,050.3

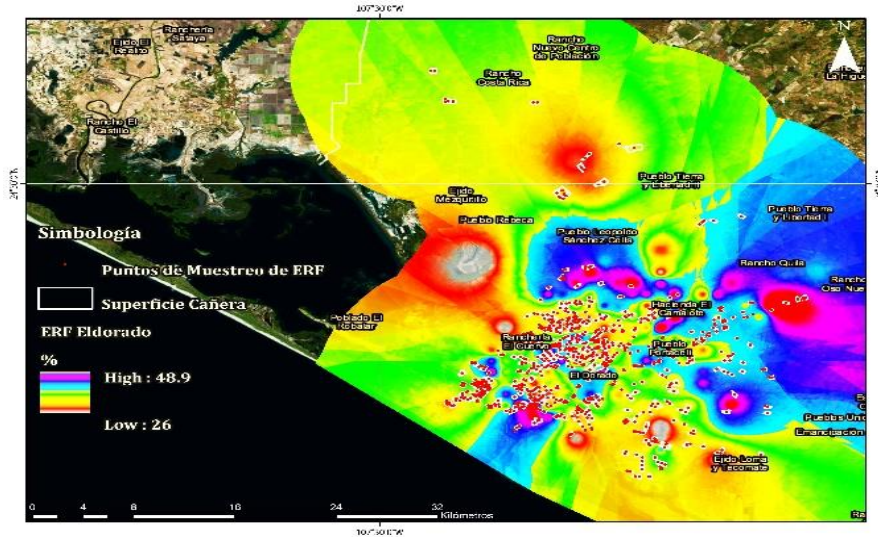
Fuente: UNICEDER S.C., con base en los vectoriales de suelos 1:50,000 de los inventarios estatales de los Consejos Estatales de Información Estadística y Geográfica.

El complejo edáfico con el mayor porcentaje de eficiencia (39.7%) en la recuperación conjunta de los macronutrientes NPK de la zona de abasto de Eldorado fue el que corresponde a la asociación de vertisol crómico más vertisol pélico con textura fina con más de 35% de arcillas y con fase química sódica, es decir, que presenta saturación de sodio intercambiable de 15 a 40%; pero esta unidad edafológica asociada sólo representa 2.1% del total de la superficie cañera.

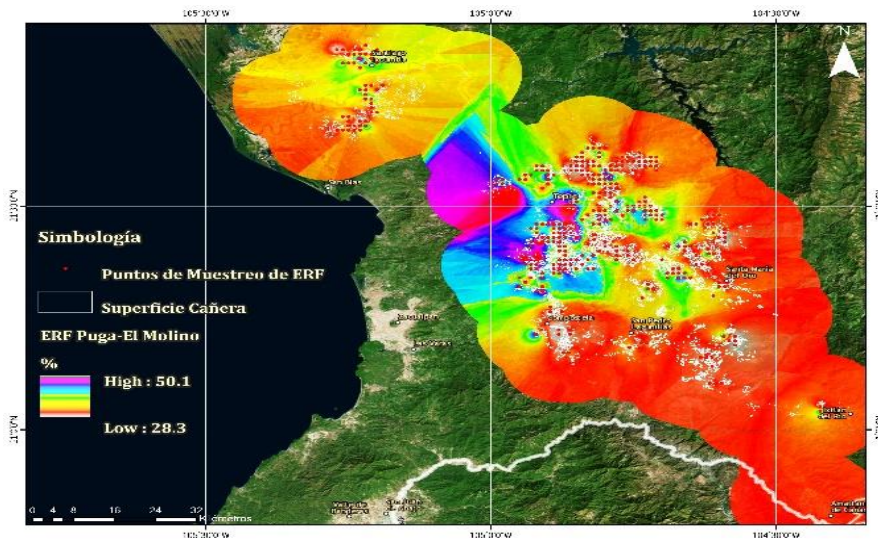
En el caso del complejo cañero Puga-El Molino, el complejo edáfico que alcanzó el mayor porcentaje de eficiencia (44.8%) en la recuperación conjunta de los macronutrientes NPK fue el que corresponde a luvisoles férricos de textura fina; no obstante, este grupo de suelos solo representa 0.048% del total de suelos cañeros en el complejo mencionado.



**Figuras 2.2. Porcentaje de recuperación de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos en las zonas de abasto cañero de Eldorado (a) y el complejo Puga-El Molino (b)**



(a)



(b)

Fuente: UNICEDER S.C., con base en la nube de puntos de verificación en campo para la zafra 2014/15

## CARACTERIZACIÓN Y ENTORNO MEDIOAMBIENTAL DE LA REGIÓN NOROESTE

De acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB), existen unidades de suelo que no son recomendadas para el cultivo de la caña de azúcar a nivel mundial, pues de hacerlo, la productividad del cañaveral se vería considerablemente disminuida por las características físicas y químicas de los horizontes edáficos. Este es el caso de las unidades siguientes: arenosoles, gleysoles, leptosoles, planosoles, castañozems y feozems. En estos últimos, depende en gran medida de los calificadores que presente.

El complejo edáfico predominante (46.4%) en la zona de abasto de Eldorado es el que corresponde a la presencia de castañozem cálcico más vertisol crómico más feozem calcárico con textura predominantemente media. En el caso del primero y el último, se trata de suelos con acumulación de materia orgánica en su costra u horizonte A, pero con alta saturación de bases cálcicas; son suelos de pH alcalino. Los castañozems son suelos de transición a un clima más seco, muestran acumulaciones de carbonatos secundarios más prominentes, mientras que los feozem son de transición a un suelo más húmedo. Los vertisoles, a su vez, son suelos influenciados por el agua, con condiciones alternadas de saturación-sequía y ricos en arcillas expandibles.

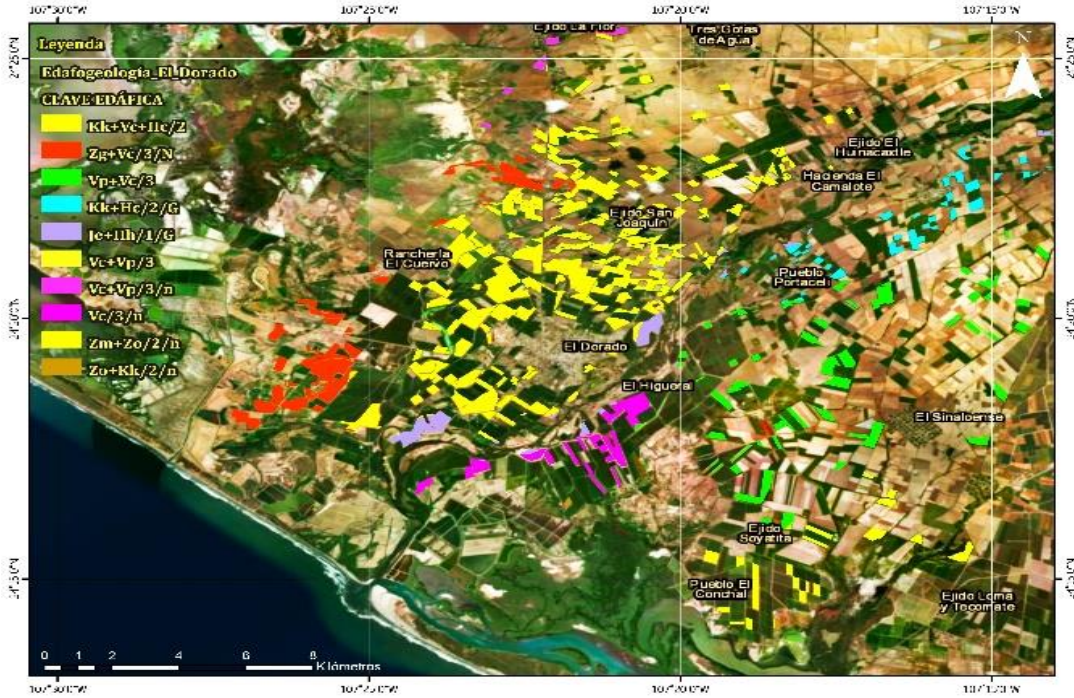
Los castañozems son suelos potencialmente ricos; la falta periódica de humedad del suelo es el obstáculo principal para alcanzar altos rendimientos en caña de azúcar. El riego es necesario para lograr buenas cosechas y poder realizar buenas prácticas de manejo de suelo; se debe evitar la salinización secundaria del suelo superficial en el cultivo. Los fertilizantes fosfáticos, por ejemplo, pueden llegar a ser necesarios para obtener buenos rendimientos. La erosión hídrica y eólica son un problema de conservación de suelos en los castañozems, especialmente en tierras en descanso en las zonas cañeras.

El segundo complejo edáfico con mayor presencia (12%) es el que corresponde a suelos vertisoles con calificador pélico y crómico, de textura fina, los cuales tienen un considerable potencial agrícola para el cultivo de caña de azúcar, pero el manejo adecuado es una precondition para la producción sostenida. La fertilidad química es comparativamente buena y su ocurrencia en planicies llanas extensas donde puede considerarse la recuperación y el laboreo mecánico son ventajas de los vertisoles (Ibañez J. y Manríquez, 2011).

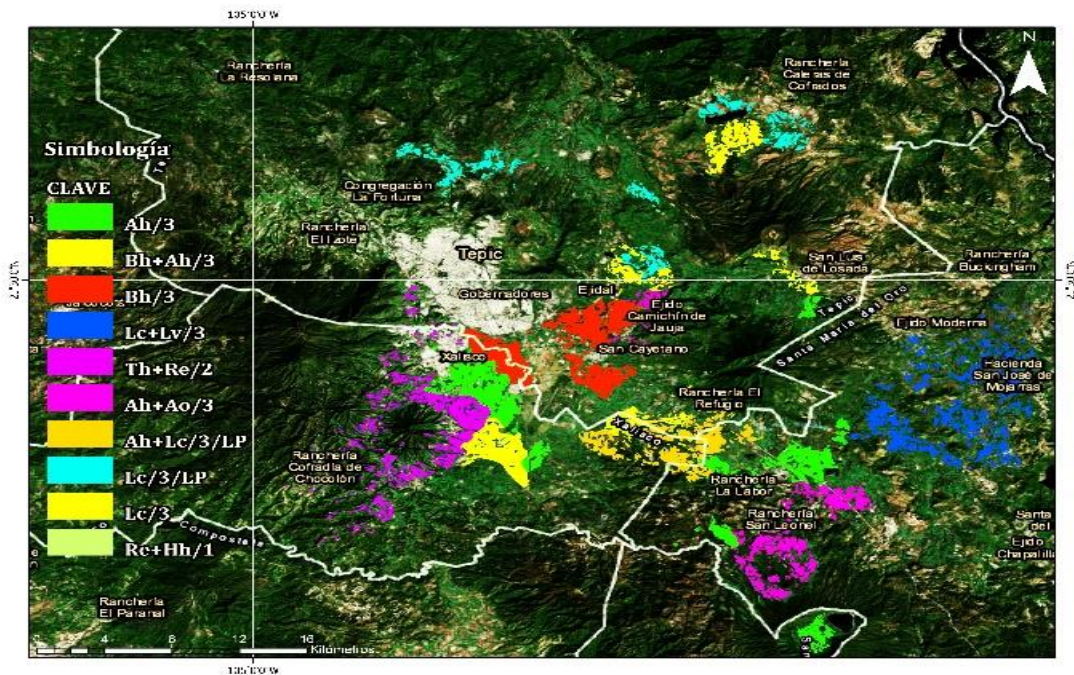
Las prácticas de manejo para producción agrícola deben dirigirse al control del agua en combinación con conservación o mejora de la fertilidad del suelo. Las propiedades físicas y el régimen de humedad del suelo de los vertisoles representan serias restricciones de manejo. La textura del suelo pesada y el predominio de minerales de arcilla expandibles resulta en un rango de humedad del suelo restringido entre el stress hídrico y el exceso de agua. La labranza se obstaculiza por la adhesividad cuando el suelo está mojado y dureza cuando está seco. La susceptibilidad de los vertisoles al anegamiento puede ser el único factor más importante que reduce el periodo de crecimiento real. El exceso de agua en la estación lluviosa debe almacenarse (*cosecha de agua*) para su uso en la

estación seca, sobre todo en vertisoles cuya velocidad de infiltración es muy lenta (Ibañez J. y Manríquez, 2011).

**Figuras 2.3. Ocupación territorial de cada unidad de suelo en las zonas de abasto cañero de Eldorado (a) y el complejo Puga-El Molino (b)**



(a)



(b)

Fuente: UNICEDER S.C., con base en la nube de puntos de verificación en campo para la zafra 2014/15.

## CARACTERIZACIÓN Y ENTORNO MEDIOAMBIENTAL DE LA REGIÓN NOROESTE

En la zona de abasto del complejo Puga-El Molino la asociación de suelos con mayor presencia (9.5%, del total de la superficie cañera) es la que corresponde a acrisoles húmicos; seguida de, con 7.6% de los cañaverales, cambisoles húmicos; también de luvisoles crómicos y vérticos (6.6%), todos estos suelos de textura fina. Otros complejos edáficos importantes en ocupación territorial cañera son: una asociación de andosoles húmicos y regosoles éutricos de textura media, el segundo una combinación de los suelos con mayor presencia en toda la zona; es decir, acrisoles y cambisoles húmicos y, el tercero, una asociación de acrisoles húmicos y órticos. En total, todas estas asociaciones cubren casi el 40% del total de la superficie cañera cultivada en Nayarit.

En los acrisoles, la preservación del suelo superficial, con su tan importante materia orgánica, y prevenir la erosión son precondiciones para cultivarlos. Por consiguiente, se requieren sistemas de cultivo adaptados con fertilización completa y manejo cuidadoso si se quiere obtener rendimientos máximos en estos suelos. Se recomiendan los sistemas agroforestales como una alternativa que proteja al suelo frente al uso cañero para alcanzar altos rendimientos sin requerir insumos costosos. La agricultura de bajos insumos en suelos acrisoles no es gratificante. La mayoría de las raíces de los cultivos se concentra en el horizonte superficial humífero con sólo unas pocas raíces principales se extienden hacia abajo en el subsuelo. Son apropiados para la producción de cultivos de gramíneas sólo después de haberse encalado e irrigados con fertilización completa (Ibañez J. y Manríquez, 2011).

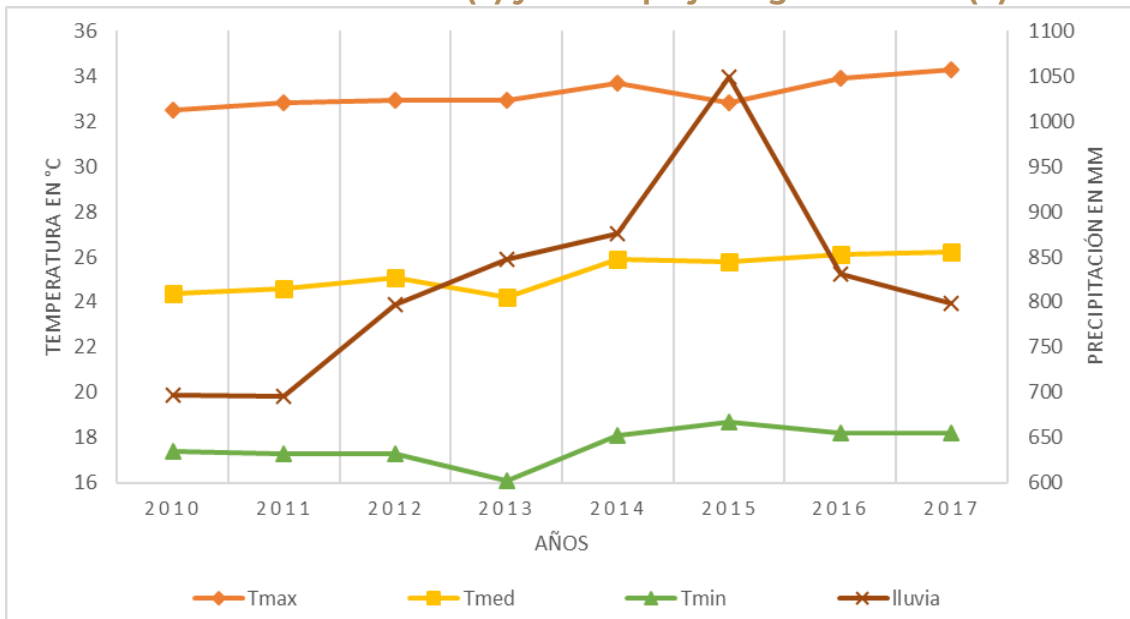
En el caso de los andosoles, generalmente constituyen buenas tierras agrícolas y se usan intensivamente, tienen relativa acidez por el contenido de la capa de humus que poseen. Son relativamente pobres en nutrientes, pero todavía son más ricos que los acrisoles o ferralsoles asociados y tienen una mayor capacidad de intercambio catiónico. Estos suelos, con el uso de agua de riego, son altamente productivos cuando se maneja su acidez.

Por su parte, los andosoles tienen un alto potencial para la producción agrícola, pero muchos de ellos no se usan hasta su capacidad máxima; generalmente tienen una fuerte fijación de fósforo (causada por Al y Fe libres), lo que es un problema. Las medidas de mejora para reducir este efecto incluyen la aplicación de calcio, sílice, material orgánico, y fertilización fosfatada. Los andosoles son fáciles de cultivar y tienen buenas propiedades de enraizamiento y almacenamiento de agua; son muy recomendados para pastos y otras gramíneas, incluyendo caña de azúcar (Ibañez, J. y Manríquez, 2011).

### 2.3. Clima

El clima en la región Noroeste, condicionado por dos de sus variables más importantes, como son: la temperatura y la precipitación, ha sido fluctuante de 2010 a 2017. Como puede observarse en el diagrama ombrotérmico<sup>1</sup>, por el lado de la precipitación, esta ha ido incrementando en la zona de abasto de Eldorado hasta 2015 cuando tuvo una caída considerable hacia 2016 de aproximadamente 200 mm, sin embargo, dado que la gran mayoría de las parcelas es de riego, no tiene gran influencia en el rendimiento. Lo que influyó en el rendimiento de Eldorado fue la caída de las temperaturas mínimas medias, al pasar de 17.3 en 2012 a 16.1°C en 2013, y en algunos días de enero y febrero de 2013, las temperaturas cayeron incluso a 3.1 y 2.1°C, presentándose heladas.

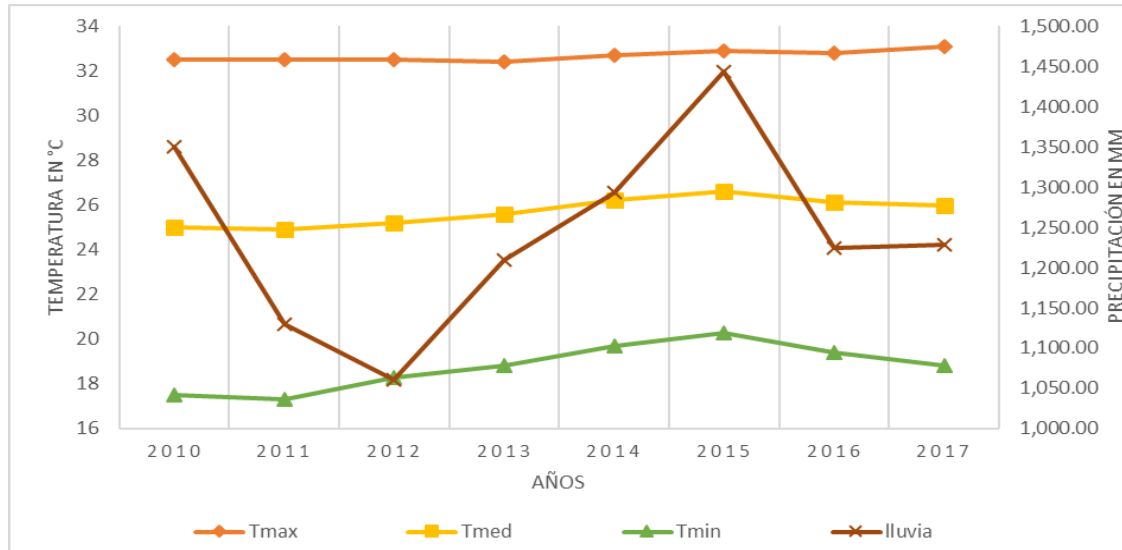
**Gráficas 2.1. Diagramas ombrotérmicos de Gausсен de las zonas de abasto cañero de Eldorado (a) y el complejo Puga-El Molino (b)**



(a)

<sup>1</sup> 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 Gausсен.

## CARACTERIZACIÓN Y ENTORNO MEDIOAMBIENTAL DE LA REGIÓN NOROESTE



(b)

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

En el caso de la zona de abasto del complejo Puga-El Molino hubo una caída drástica de aproximadamente 250 mm de 2010 a 2012, recuperándose hacia 2015, donde alcanzó su pico más alto para luego volver a caer y mantenerse hacia 2017. En esta superficie cañera sí afectó la producción y el rendimiento, toda vez que 79.5% de las parcelas depende completamente del agua de lluvia para poder subsistir. También se ha observado un aumento paulatino de la temperatura media que se mantiene en los 24 y los 26°C, situación que, por un lado, aumenta los grados días de desarrollo, pero permite a las plagas pasar de un instar a otro en menor tiempo en su ciclo de vida, por lo que las afectaciones se mueven en porcentaje de daño y fecha de incidencia del mismo.

### 2.4. Infraestructura

#### 2.4.1. Caminos

Como puede verse en las figuras 2.3., ambas zonas de abasto pertenecientes a la región Noroeste están bien comunicadas. Para el caso de Eldorado, de acuerdo con las coberturas vectoriales de la Red Nacional de Caminos 2017, los cañaverales de Sinaloa se distribuyen a lo largo y ancho de 1,000 km de caminos con superficie de rodamiento de tipo pavimento, 8 km de concreto hidráulico y 226 km de terracería, por lo que el transporte de la caña cortada hacia los patios de recepción se realiza de forma rápida. La parcela más cercana al ingenio se encuentra a no más de 670 m, mientras que la más lejana está a 37 km siguiendo toda la red pavimentada. Por consiguiente, Eldorado es uno de los ingenios donde la caña

llega con más frescura<sup>2</sup> para su molienda, con 14 horas en promedio ponderado de los últimos 5 años.

---

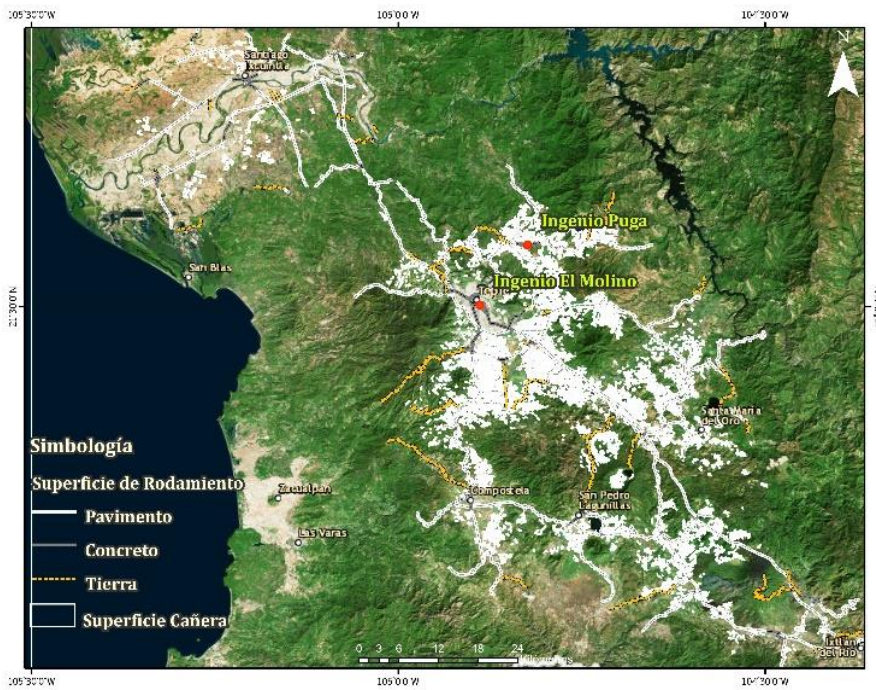
<sup>2</sup> Cabe hacer la aclaración que la frescura con que la caña llega a los patios de almacenamiento no depende exclusivamente del tiempo de transporte de la parcela hasta el ingenio; no obstante, es uno, entre varios, de los criterios más importantes para evaluarla.

CARACTERIZACIÓN Y ENTORNO MEDIOAMBIENTAL DE LA  
REGIÓN NOROESTE

**Figuras 2.4. Infraestructura caminera de las zonas de abasto cañero de Eldorado (a) y el complejo Puga-El Molino (b)**



(a)



(b)

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

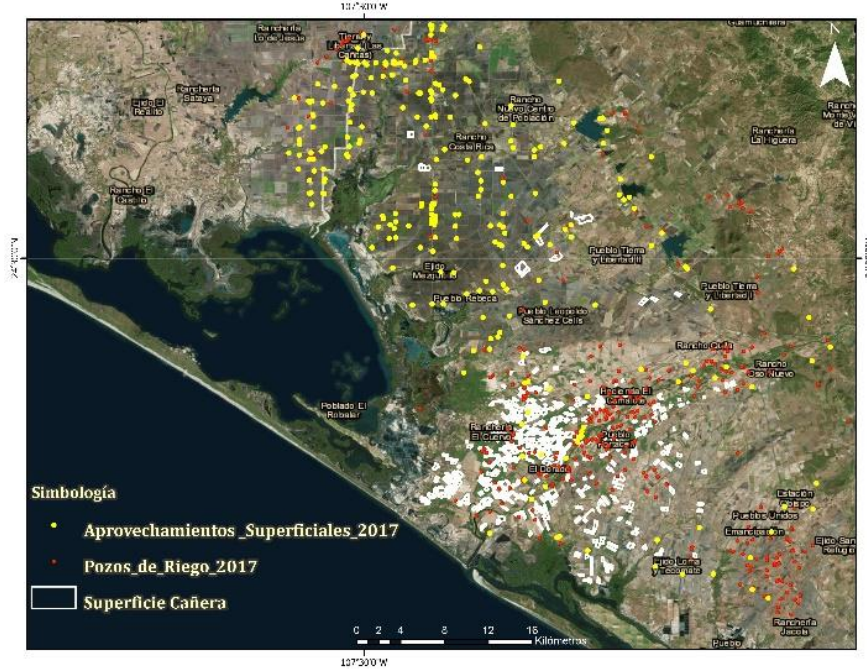


En el caso del complejo Puga-El Molino, en Nayarit, las parcelas de caña están distribuidas a lo largo y ancho de 958 km de asfalto, 12 km de concreto hidráulico y 213 de terracería. Esta situación no es favorable, pues la superficie cañera en Nayarit es 10 veces mayor que la de Sinaloa, cuyo único ingenio en activo es Eldorado. Por consiguiente, la movilidad de la caña cortada hacia los patios de recepción de los ingenios de Puga y El Molino es menos eficiente, razón por la cual el promedio de frescura con la que llega a la molienda es de 37 horas.

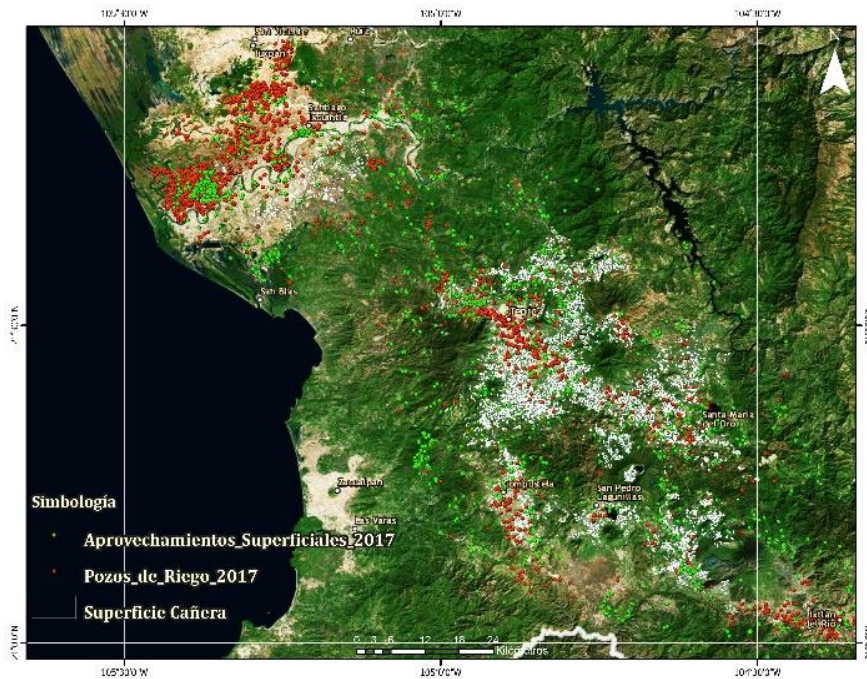
#### 2.4.2. Riego

La infraestructura de riego en las zonas de abasto en la región es variada, por un lado, se encuentran los distritos de riego como el de Culiacán-Humaya y Río San Lorenzo, donde se asienta la totalidad de las parcelas de riego de Eldorado. En cuanto a Nayarit se puede decir que, aunque también hay un distrito de riego con varios polígonos dispersos, la disponibilidad de agua para riego en caña de azúcar es nula, toda vez que se encuentran localizados sobre acuíferos sobreexplotados. La mayoría de los productores ha tenido que realizar aprovechamientos superficiales del agua almacenada en jagüeyes, presas, represas y pequeñas lagunas.

**Figuras 2.5. Infraestructura de riego de las zonas de abasto cañero de  
Eldorado (a) y el complejo Puga-El Molino (b)**



(a)



(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 zona de abasto de Eldorado, en el área de influencia a 1 km de las parcelas de caña de azúcar se han tramitado, desde diferentes fechas, 64 permisos de explotación del manto hídrico, con volúmenes de bombeo que van desde los 746 hasta los 160,000 m<sup>3</sup>/año. La mayoría de estas obras hidráulicas se encuentra en canales laterales de un escurrimiento superficial de amplio gasto o volumen de agua corriente. Asimismo, para el caso de aprovechamientos subterráneos, se han autorizado 179 permisos con volúmenes de extracción que van desde los 3,302 hasta los 351,964 m<sup>3</sup>/año; estos generalmente se encuentran asentados sobre el acuífero del Río San Lorenzo.

En la zona de abasto del complejo Puga-El Molino el problema del agua para riego es considerable, los productores de caña ocupan cualquier fuente de agua que tenga cercanía a su cultivo, como son: arroyos, manantiales, jagüeyes y represas. Cabe señalar que, de los 564 aprovechamientos superficiales que ha registrado la CONAGUA hasta 2017 en los municipios cañeros del estado de Nayarit, sólo 58 (10.3%) se ubican a menos de 500 m de alguna parcela cañera; de éstos, únicamente 43 (que van desde los 647 m<sup>3</sup>/año hasta los 78,345 m<sup>3</sup>/año) están asociados al cultivo de la caña de azúcar en el formato de datos recabado al momento de la solicitud. La situación con los pozos profundos para aprovechamientos subterráneos es similar, pues de las 867 unidades perforadas hasta 2017 en los municipios cañeros, sólo 246 se encuentran en la proximidad de las parcelas de caña; de éstas únicamente 172 (que van desde 6,722 m<sup>3</sup>/año hasta los 406,020 m<sup>3</sup>/año), se tramitaron para irrigar campos cultivados con caña.

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

#### 3.1. Paquetes tecnológicos

##### a. Régimen y fase de producción

En términos de régimen de suministro de agua, de acuerdo con la información recabada por CONADESUCA (2017), 54.5% tiene riego, mientras que la restante superficie se mantiene con agua de temporal, un desglose por ingenio se presenta en el cuadro 3.1. Es importante resaltar las dificultades que se tienen para poder acceder a riegos, ya sea de auxilio o programados, por la alta competencia que se tiene con otros cultivos.

**Cuadro 3.1. Superficie y régimen de producción de caña**

Ingenio	Superficie (ha)	Riego (%)	Temporal (%)
Eldorado	4,557	100	0
El Molino	12,950	15	85
Puga	19,772	48.6	50.4
<b>Total</b>	<b>37,279</b>	<b>54.5</b>	<b>45.5</b>

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

En términos de fase de producción para la zafra 2017/18, 75% de la superficie en cultivo corresponde a resocas (algunos casos con más de cinco años en producción, como se expuso en el apartado 2.5 del capítulo anterior), la fase de soca representa 10.2% de la superficie y la que tiene plantaciones nuevas (plantilla) representa el 14.8% (cuadro 3.2), lo cual refleja una buena proporción de las fases del cultivo en la región, y a la vez un cambio a lo reportado en 2014 (apartado 2.5.), en donde la proporción de plantilla era de 27.3%. y de cerca de 50% de resocas, observándose un proceso de renovación del campo cañero en ese año.

Al realizar el cruce entre la fase de producción y el régimen hídrico, se observa una combinación de edades y suministro de agua, esto es importante ya que los paquetes tecnológicos que se aplican, están en función de la edad y condiciones de humedad del cultivo, además, estas condiciones tienen especial influencia en los principales indicadores de producción considerados en este apartado.

**Cuadro 3.2. Porcentaje, régimen y fase de producción de caña**

Fase/régimen	Porcentaje/fase/régimen	Porcentaje del total cultivado
Plantilla Riego	64.2	14.8
Plantilla Temporal	35.8	
Soca Riego	68.9	10.2
Soca Temporal	31.1	
Resoca Riego	37.7	75.0
Resoca Temporal	62.3	

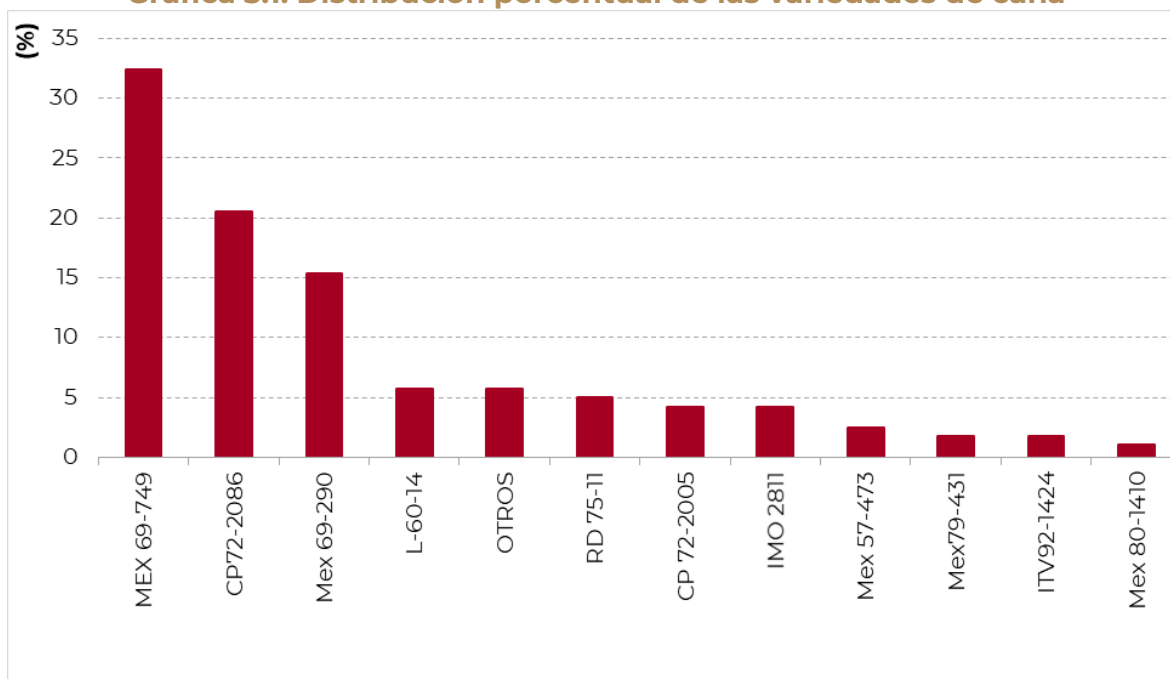
Fuente: UNICEDER S.C., con información del CONADESUCA, cierre de zafra 2017/18.

De acuerdo con el cuadro anterior, la fase de resoca es la que ocupa mayor superficie, particularmente la resoca-temporal. Para el caso de plantilla y soca, se observa que la mayor superficie se encuentra bajo el régimen de riego. Estas dos condiciones de las plantaciones tienen impacto en los rendimientos, tal y como se muestra en el apartado de rendimientos en este capítulo.

### **b. Variedades utilizadas**

De acuerdo con las cifras finales de la zafra 2017/18, el ingenio Eldorado, mantiene su producción de caña con base en la variedad CP 72-2086 con 96% de la superficie cultivada, la RD 75-11 y la ATEMEX 96-40 con 2% de la superficie cada una. En el caso del Ingenio Puga las variedades de caña más utilizadas son: la Mex 69-749 con 48% de la superficie, la Mex 69-290 con 19% y la CP 72-2086 con 10% de la superficie en cultivo. Para el caso del ingenio El Molino se utilizan principalmente las variedades MEX 69-749 en 20% de la superficie, MEX 69-290 con 16%, la variedad IMO 2811 y CP 72-2005 que cubre similar superficie, 12%. En la Gráfica 3.1. se desglosan todas las variedades utilizadas (12 en total) en toda la región y sus respectivos porcentajes con relación a la superficie en cultivo.

**Gráfica 3.1. Distribución porcentual de las variedades de caña**



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

Estos porcentajes indican que tres variedades ocupan 68.3% del total de la superficie cultivada de caña de la región Noroeste: la MEX 69-749, con 32.4%; la variedad CP 72-2086, con 20.5%, y Mex 69-290, con 15.4%.

En términos agronómicos, las tres variedades tienen características que las hacen muy apreciadas en la región: resistencia al acame, alta resistencia al ataque de enfermedades, asimismo resistencia al ataque de plagas (por la dureza de la corteza), en términos de madurez la Mex 69-290 y la MEX 69-749 son intermedias, la CP 72-2086 tiene madurez temprana; las tres variedades se adaptan bien a las condiciones de la mayoría de suelos de la región (arcillosos y franco-arenosos), además, su rendimiento en campo probado en los campos experimentales y en parcelas con riego es por arriba de las 100 t/ha. Las variedades que se han introducido son comparadas con estas características, y algunas de ellas (como la L 60-14 y la RD 75-11) ocupan cada vez más superficie cultivada, lo cual puede ser una ventaja en términos de resistencia a plagas o adaptación genética a los cambios ambientales.

### **c. Mecanización de labores y labores agrícolas**

En la región, la preparación del terreno es mecanizada en 100% de la superficie para los tres ingenios. Las otras labores son mecanizadas en 67%, así, el Eldorado es el ingenio que tiene una mayor superficie con labores agrícolas mecanizadas (prácticamente el 100%), tanto en la preparación del terreno como en las labores siguientes: limpieza, aplicación de plaguicidas, fertilización y control de plagas y

enfermedades. Para el caso de los ingenios Puga y El Molino, la superficie que tiene las labores mecanizadas es la mitad del total cultivada.

#### **d. Fertilización**

De acuerdo con información de campo, los problemas que se presentan en los suelos de la región tienen que ver con la baja cantidad de materia orgánica, las deficiencias en nutrientes y el insuficiente suministro de agua.

Así, en el ingenio Eldorado, las deficiencias de nitrógeno y fósforo se ven compensadas con la aplicación de dos tipos de fertilizante: fosfato mono amónico (12-61-00) en una dosis de 200 kg/ha y de 550 kg de urea (46-00-00) en dos aplicaciones. Para el caso de Puga se utiliza la fórmula 20-10-10 en dosis de 500 kg/ha con una segunda adición de urea con dosis de 400 kg/ha. En el ingenio El Molino se utiliza la misma fórmula (20-10-10) adicionando sulfato de amonio en una segunda aplicación.

La incorporación de materia orgánica (a base de bagazo de caña de azúcar), es una práctica que empieza a habilitarse. Tanto Puga como El Molino están utilizando la cachaza para la elaboración de composta, además se tienen predios a los que se les suministran biofertilizantes (CONADESUCA, 2017).

#### **e. Plagas**

El problema sanitario con algunas plagas se ha incrementado en la región, esto debido a la fragmentación de la superficie e introducción de otros cultivos, lo que ha obligado a incrementar las labores de cebado en los terrenos agrícolas, con la finalidad de controlar los ataques de rata cañera. Existen prácticas culturales como la limpia de canales, colocación de trampas o utilización de variedades con cierta resistencia al ataque, sin embargo, en las dos últimas zafras se ha visto un aumento en los daños, no sólo a la caña, sino a cultivos como maíz y sorgo.

La segunda plaga con mayor incidencia en la región es el barrenador de tallo de la caña de azúcar, para su control se tienen que realizar fumigaciones aéreas (Eldorado), en algunos casos se han realizado liberaciones parasitoides (control biológico). Los daños causados durante su desarrollo es la perforación de huecos y galerías en el interior del tallo de la caña, provocando debilitamiento y reducción del crecimiento. El cuadro siguiente muestra el tipo de plaga que se presenta por ingenio en la región.

**Cuadro 3.3. Presencia de plagas por ingenio**

Ingenio	Presencia de plagas
Eldorado	Gallina ciega, gusano barrenador, rata cañera y picudo
El Molino	Gusano barrenador, rata de campo
Puga	Gallina ciega, rata de campo, mosca pinta, gusano barrenador.

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

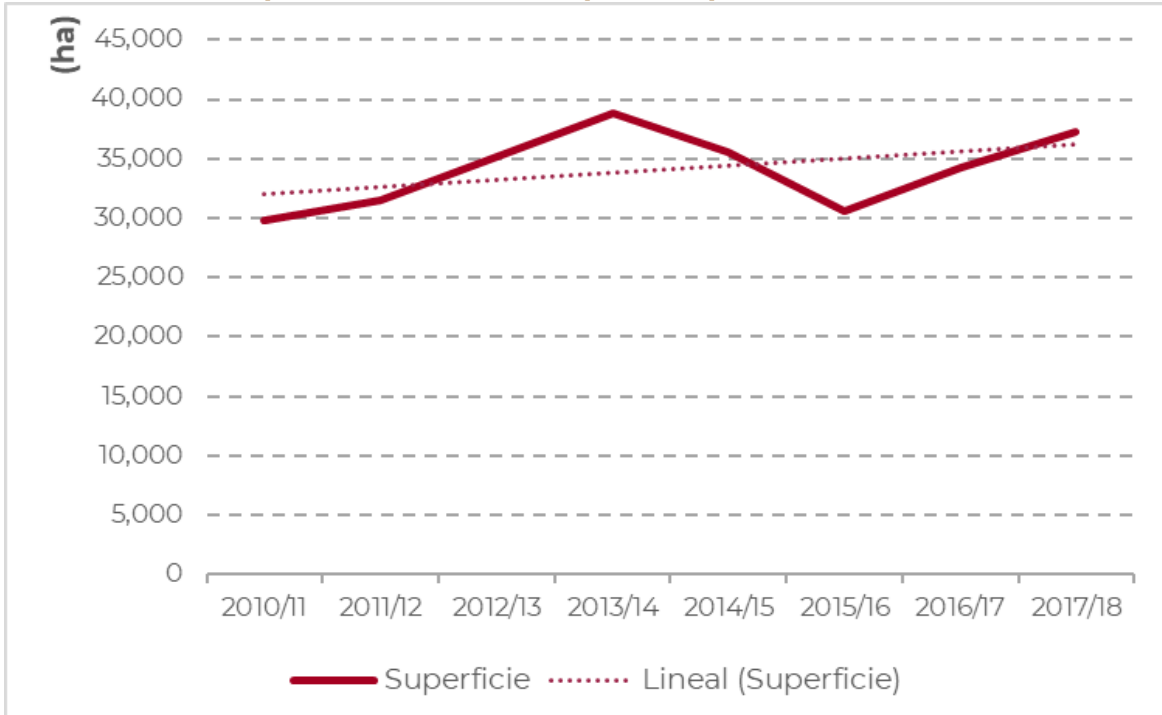
La utilización de organismos vivos para controlar el gusano barrenador y la mosca pinta han sido ensayados en dos de los ingenios (Puga y Eldorado), sin embargo, no es una práctica común, esto se debe principalmente a que existe la infraestructura (equipo, maquinaria y disposición de predios) que está diseñada para la aspersión de productos químicos con cierta eficacia. Asimismo, la incidencia de dichas plagas todavía no presenta mermas económicas de consideración (la estructura de costos 2017, indica que en la región el gasto por hectárea fue de 6.4% en los rubros de rodenticidas e insecticidas).

### **3.2. Comportamiento de la superficie cañera**

La superficie del cultivo de la caña de azúcar se ha mantenido entre las 30 y 37 mil hectáreas en las zafras de 2010 hasta la 2017, registrando en 2013 la mayor superficie plantada en la región. El trabajo de campo y la recopilación de información cualitativa, señala que las variaciones en la superficie tienen, al menos, tres elementos de análisis: la competencia con cultivos que tienen mayores apoyos gubernamentales (maíz, principalmente), la rentabilidad por hectárea de otros cultivos (hortalizas y frutales), y la posibilidad de arrendamiento de terrenos que puede llegar a ser mayor al pago de liquidación de una hectárea de caña. Se presenta a continuación el comportamiento de la superficie cañera, en la región Noroeste en la presente década.



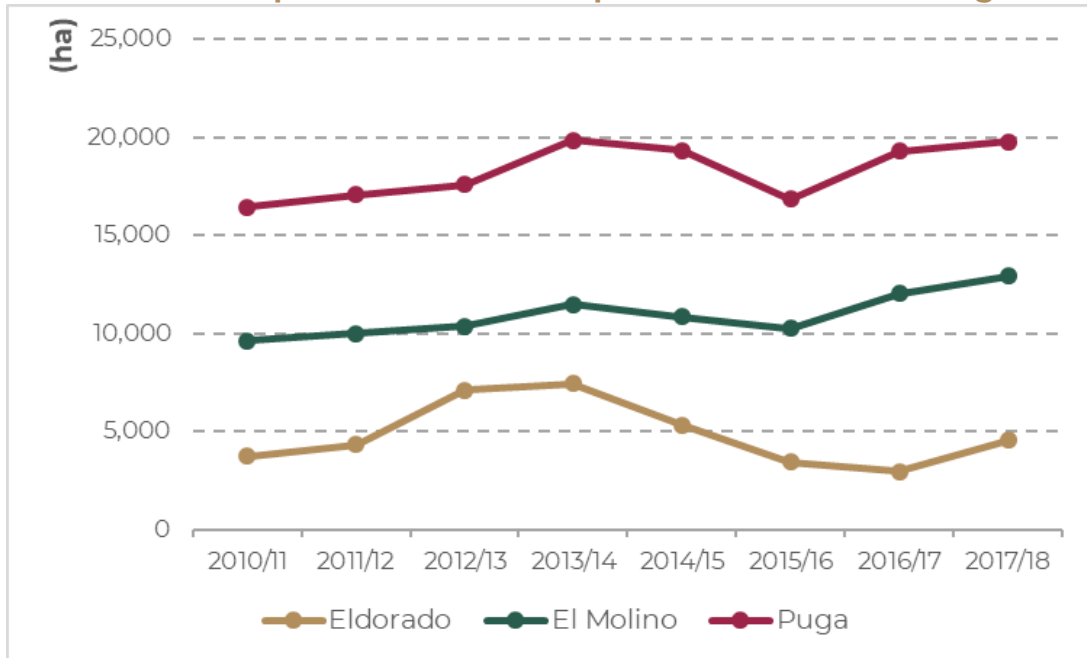
**Gráfica 3.2. Comportamiento de la superficie para las zafras 2010/11-2017/18**



Fuente: UNICEDER S.C., con información del CONADESUCA, zafras 2010/11-2017/18.

Se observa un efecto de cierta oscilación, la tendencia es ascendente en términos de crecimiento. Un desglose por ingenio muestra el efecto que tiene la superficie de Eldorado, la cual es la que tiene las mayores variaciones anuales.

**Gráfica 3.3. Comportamiento de la superficie cañera en tres ingenios**

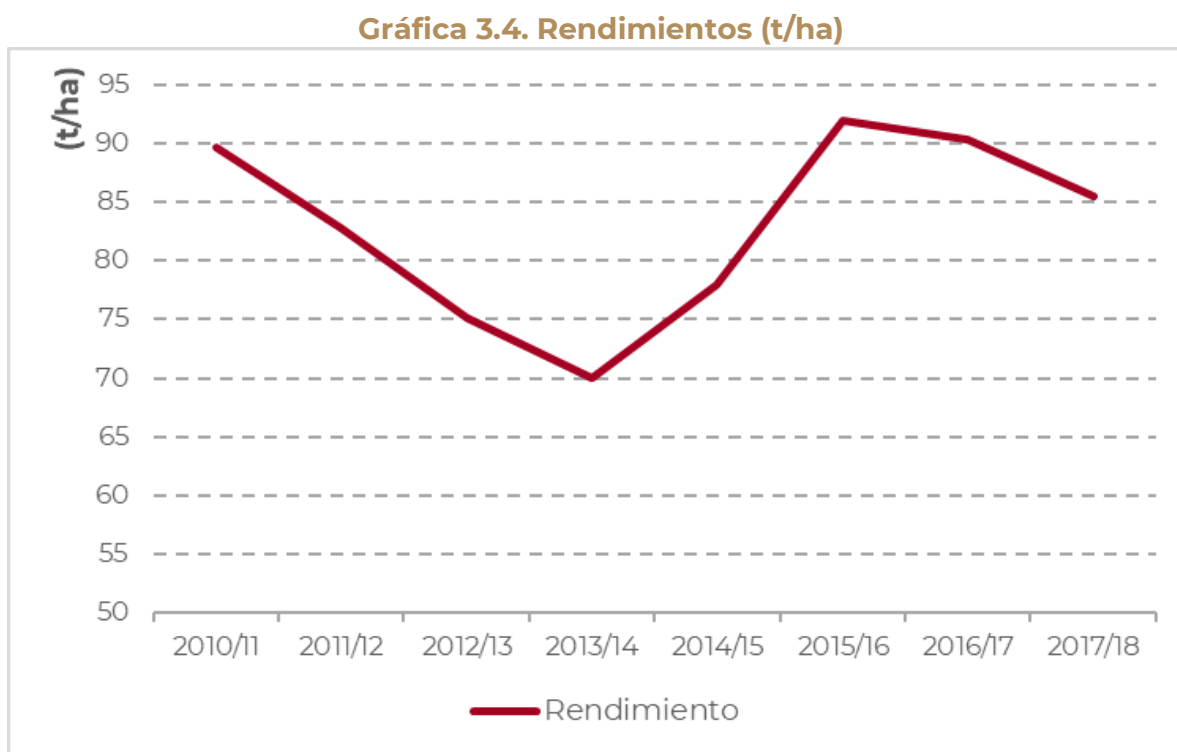


Fuente: UNICEDER S.C., con información del CONADESUCA, zafras 2010/11-2017/18.

El ingenio El Molino tiene un comportamiento regular en crecimiento, manteniendo una tendencia en similares términos. La influencia en las tasas de crecimiento en el caso de Eldorado es importante, sin embargo, no se ve reflejada en la tendencia regional, debido a la menor superficie de su zona de abasto.

### 3.3. Comportamiento de rendimientos

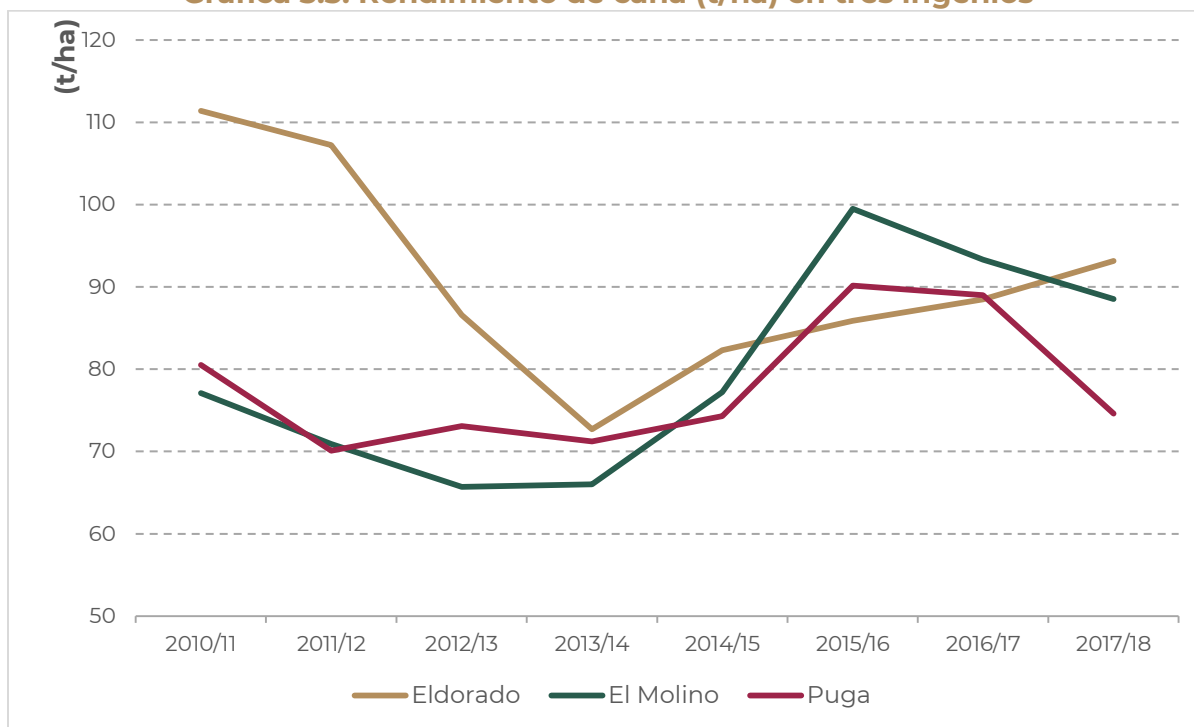
Considerando el mismo tiempo de análisis zafra 2010/11-2017/18, se presentan en la gráfica siguiente los rendimientos promedio por hectárea de la región.



Fuente: UNICEDER S.C., con información del CONADESUCA, zafras 2010/11-2017/18.

La tendencia en los rendimientos es irregular, pero con una tendencia hacia la baja, de tal forma que en la zafra más reciente (2017/18) no se ha recuperado el nivel de rendimiento de inicio de la década. El ingenio que más influye en esta caída es Eldorado, en el cual los rendimientos han tenido caídas más prolongadas y no ha habido recuperación de rendimientos en la zafra más reciente, tal y como se muestra en la gráfica siguiente.

**Gráfica 3.5. Rendimiento de caña (t/ha) en tres ingenios**



Fuente: UNICEDER S.C., con información del CONADESUCA, zafras 2010/11-2017/18.

Cabe señalar que estos rendimientos son promedios ponderados por la superficie. Cuando se realiza un desglose de ellos considerando el régimen y la fase de siembra, se tienen resultados que muestran significativas diferencias, cuadro 3.4.

**Cuadro 3.4. Rendimiento por fase y régimen, zafra 2017/18**

Ingenio	Fase	Riego	Temporal
El Molino	Plantilla	86.85	79.39
	Soca	74.72	77.31
	Resoca	65.92	63.48
Puga	Plantilla	121.5	96.4
	Soca	97.3	85.6
	Resoca	89.2	79.4
Eldorado	Plantilla	117.0	
	Soca	90	
	Resoca	72.5	

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

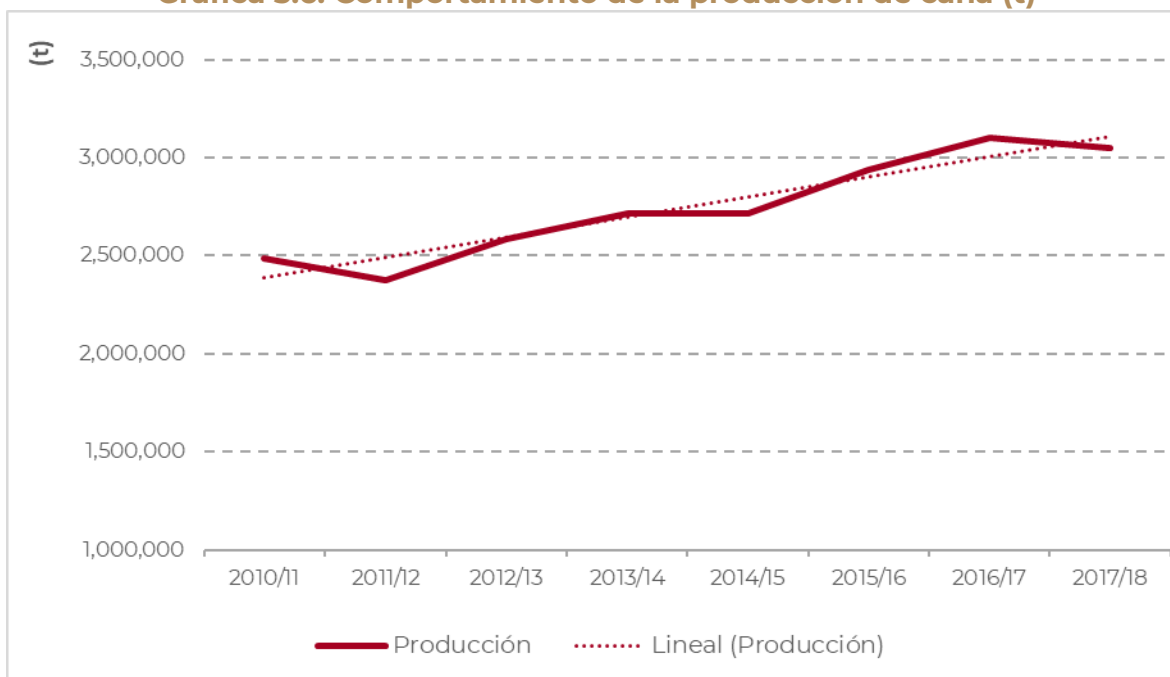
La combinación del paquete tecnológico, las variedades y el suministro de agua, permite tener rendimientos que sobrepasan las 100 toneladas por hectárea. Los rendimientos promedio para toda la región en todas las fases se estiman en 85.4 toneladas por hectárea, lo cual coloca a la región 9.2 toneladas por encima del promedio nacional.

### 3.4. Comportamiento de la producción

La producción de caña es el resultado de la combinación del paquete tecnológico, la superficie cultivada y algunos factores que inciden en la producción (lluvias, humedad, efectos climáticos, etc.). Para la región Noroeste, se estima una tasa de crecimiento anual de 3%, lo cual la coloca dentro de las regiones con crecimiento positivo a nivel nacional.

Así, la región ha pasado de 2'485,434 toneladas en 2010, a 3'046,197 toneladas en 2017, su contribución a nivel nacional no ha sido mayor debido a que en otras regiones el crecimiento de la superficie o de los rendimientos ha tenido tasas mayores. El ingenio que tiene el mayor peso específico en este rubro es El Molino, el cual ha pasado de 743,201 toneladas en 2010, a 1'146,464 en 2017, como efecto de dos factores: el aumento en la superficie cosechada y un incremento promedio de 11 toneladas por hectárea en el lapso de análisis.

**Gráfica 3.6. Comportamiento de la producción de caña (t)**



Fuente: UNICEDER S.C., con información del CONADESUCA, zafras 2010/11-2017/18.

## 4. INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS, REGIÓN NOROESTE

---

En el siguiente 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 las corridas de fábrica o reportes de producción, que los ingenios otorgan al CONADESUCA de manera semanal.

### 4.1. KARBE

El KARBE hace referencia a los Kilogramos de Azúcar Recuperables Base Estándar que pueden obtenerse de la caña de azúcar y que, a partir del 30 de mayo de 1991, se estableció como el sistema de pago. A partir de esta variable, se considera la calidad de azúcar de acuerdo a la capacidad de producción de la misma de los ingenios.

El azúcar recuperable, se refiere al contenido de azúcar teórico que potencialmente contiene la caña en el momento de su industrialización. La cantidad de azúcar recuperable 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 cuál 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).

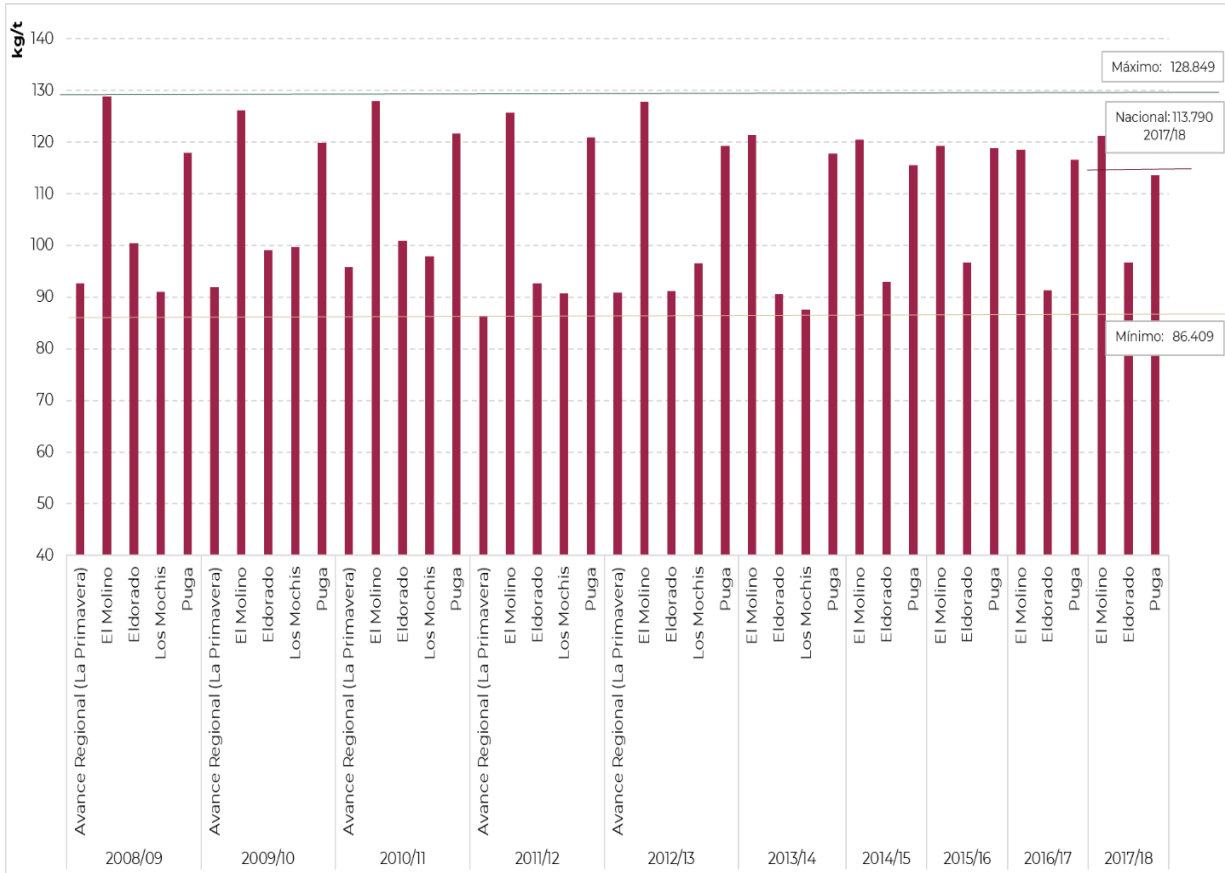
Existen dos indicadores que se calculan para el KARBE:

INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS,  
REGIÓN NOROESTE

4.1.1. KARBE bruto teórico

El KARBE bruto teórico de la zafra 2008/09, hasta la 2017/18 por ingenio se presenta a continuación:

**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.

De los ingenios mostrados en el gráfico anterior, El Molino es el que ha conservado los KARBE's brutos teóricos más altos de la región en las zafras mostradas, y, en contraparte, el ingenio que tenía los valores más bajos (86.409) fue el ingenio La Primavera, que dejó de operar a partir de la zafra 2013/14.

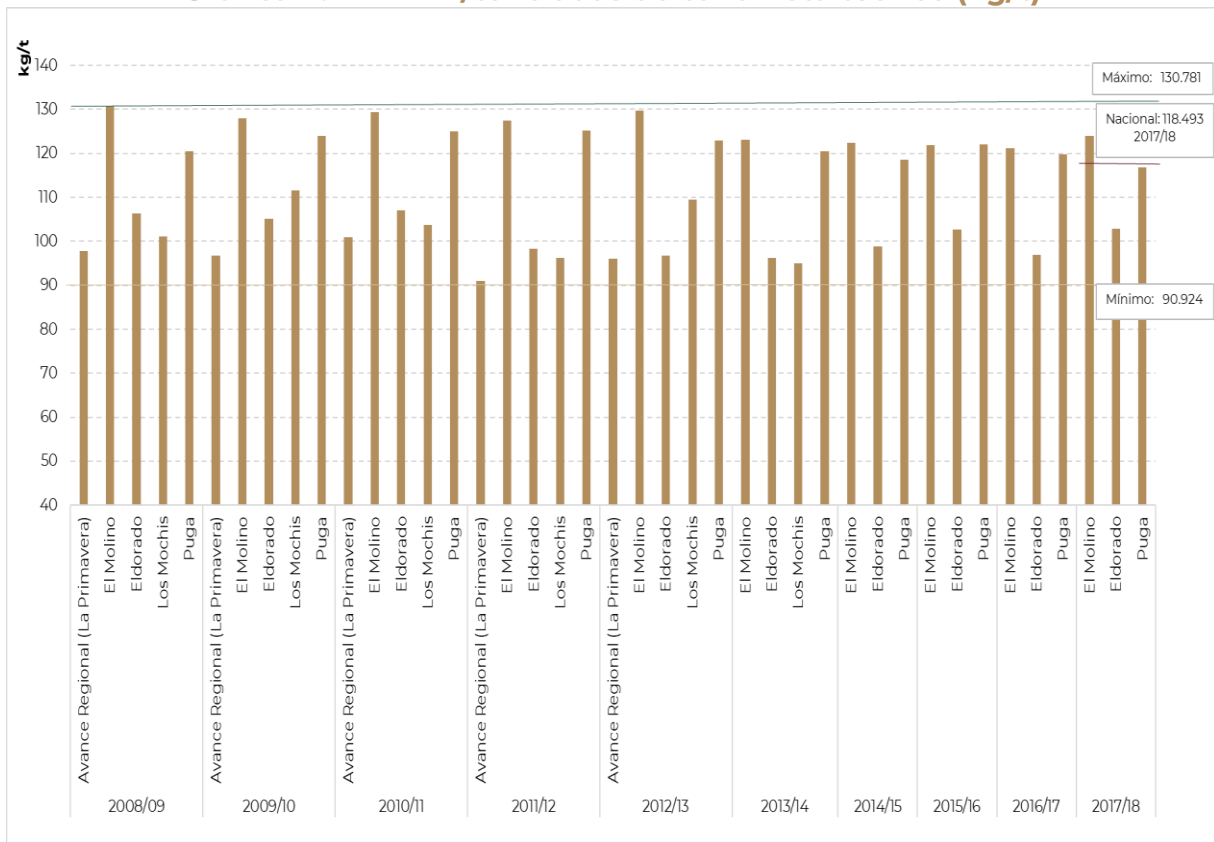
#### 4.1.2. KARBE neto teórico

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

El KARBE neto teórico de la zafra 2008/09 hasta la 2017/18 se muestra en el siguiente gráfico:

Al igual que el KARBE bruto teórico, los datos más altos desde la zafra 2008/09, hasta la 2017/18 son del ingenio El Molino, el cual produce azúcar estándar y que para la zafra 2017/18 industrializó una superficie de 11.1 mil hectáreas.

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

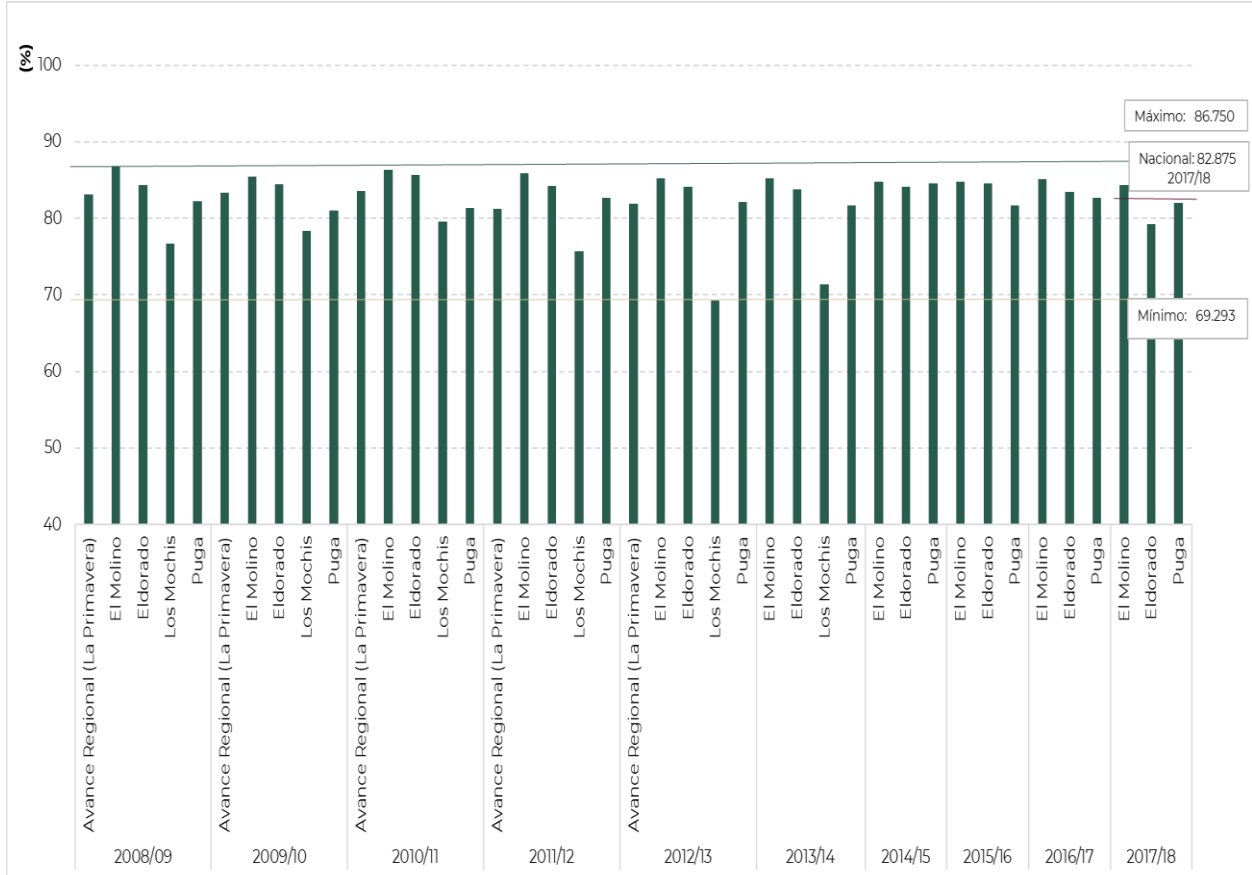


Fuente: UNICEDER S.C. Con base en la información del 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafra 2008-09/2017-2018.

## 4.2 Eficiencia en fábrica

Es la proporción porcentual de la Pol en Azúcar Producido y Estimado entre la Pol en Caña en toneladas.

**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 2008-09/2017-2018.

Los valores más bajos en la serie reportada los tuvo el Ingenio Los Mochis, que cerró operaciones después de la zafra 2013/14. Los demás ingenios tienen porcentajes de eficiencia superiores a 80% en todas las zafras reportadas en la gráfica anterior, con excepción del ingenio Eldorado, que tuvo una eficiencia cercana de 79.3%.

## 4.3 Rendimiento

A continuación, se presentan tres indicadores de rendimiento:

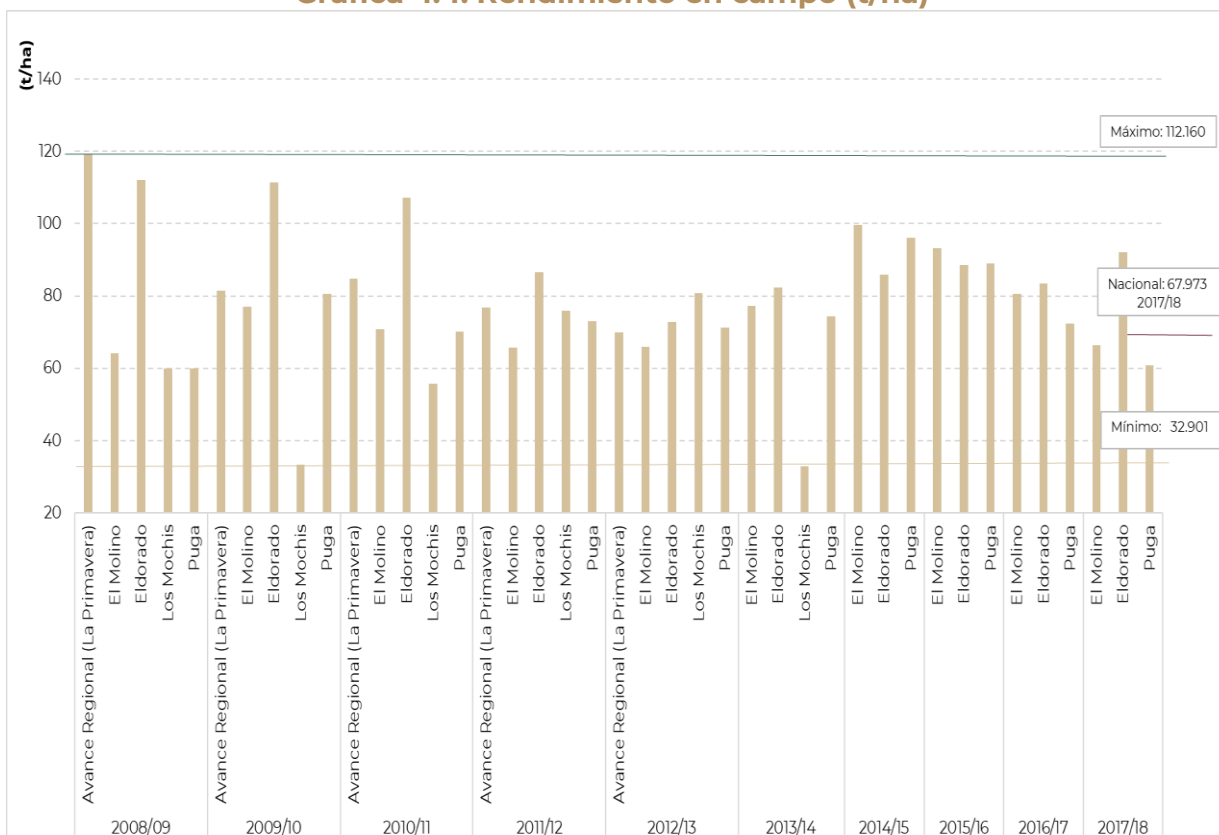
- i) Rendimiento de campo (t/ha),
- ii) Rendimiento de fábrica (%), y
- iii) Rendimiento agroindustrial (t/ha).



### 4.3.1. Rendimiento de campo

El rendimiento de campo es una variable de importancia, pues está estrictamente ligada al volumen de materia prima que ingresa al ingenio. Entre mayor rendimiento se obtenga por unidad de superficie, se puede reducir los costos.

**Gráfica 4.4. Rendimiento en 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.

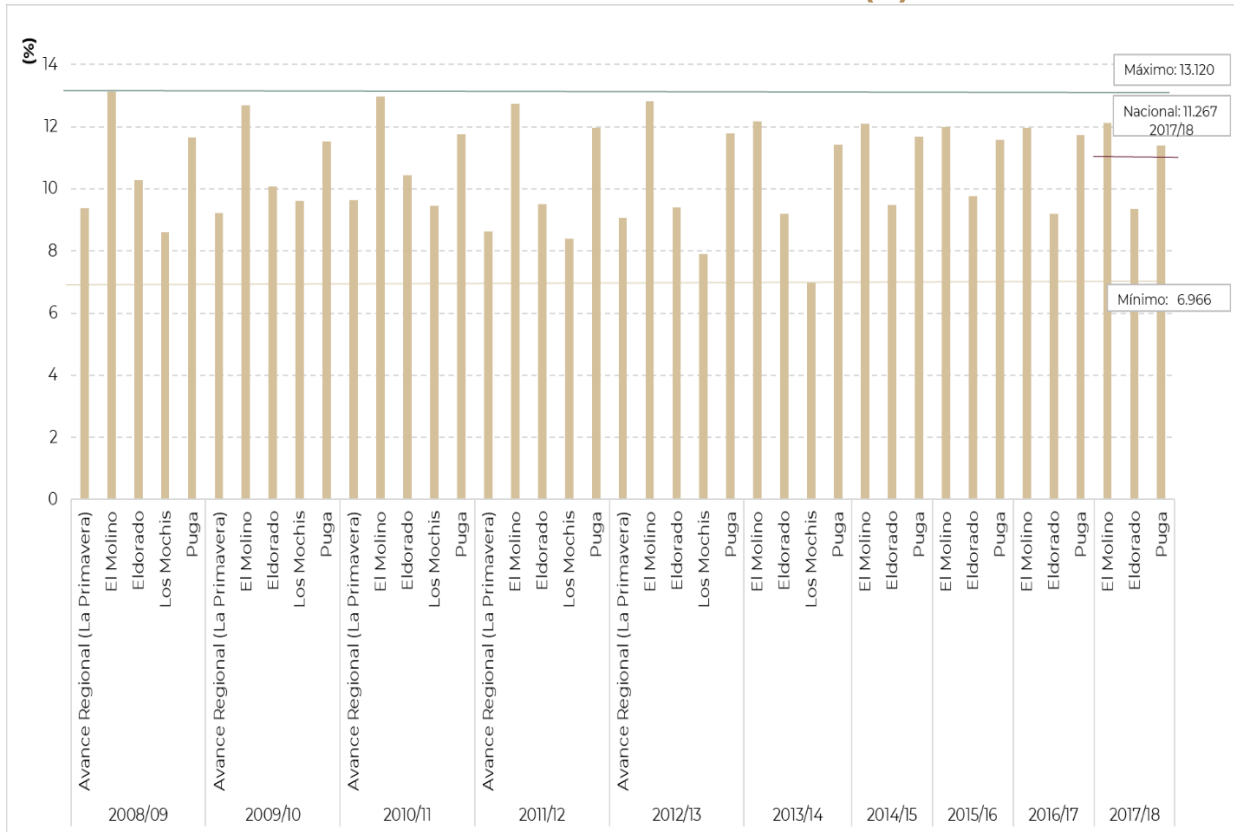
Internacionalmente, México ocupa el sexto lugar en la producción de caña, con 784 mil hectáreas aproximadamente (FAOSTAT, 2018). Además de ello, varios países a pesar de las superficies que siembran, tienen mayores rendimientos a los que tiene México; el más alto es Guatemala con 127 t/ha (2016) y el rendimiento de México en la última zafra fue de 67.9 t/ha.

En el documento Estadísticas Internacionales de Producción de caña de azúcar, se muestra que, en México, el volumen de producción ha crecido por incremento de la superficie cañera, pero no por el rendimiento obtenido, y aunque en algún momento el ingenio La Primavera, reportó el mayor rendimiento en la zafra 2008/09, no logró niveles similares en las siguientes zafras. En la última zafra, dos ingenios, de los tres que operan en la región obtuvieron rendimientos en campo menores al promedio nacional.

### 4.3.2. Rendimiento de fábrica (%)

El rendimiento en fábrica se refiere al porcentaje de azúcar que produce el ingenio de acuerdo a la caña molida. Entre más alto porcentaje, mayor recuperación de azúcar por tonelada de caña molida. En la región, el menor valor lo reportó el ingenio Los Mochis con 6.966% en su última zafra (2013/14). Los mayores rendimientos de fábrica los presentan los Ingenios El Molino y Puga.

**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.

### 4.3.3. Rendimiento agroindustrial (t/ha)

El rendimiento agroindustrial es un elemento que permite conocer la producción de azúcar con respecto a la superficie declarada por el ingenio como industrializada, pues no toda la superficie cultivada es industrializable, ya sea porque está en fase de crecimiento o porque se emplea para otros fines.

Este factor es importante porque con el paso del tiempo puede mostrar los signos de degeneración de alguna variedad en específico, lo que puede comprometer los rendimientos agrícolas e industriales. Esto permite a los ingenios tomar decisiones sobre el cultivar otras variedades genéticamente superiores y con altos índices de productividad agrícola e industrial.

**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.

Otro de los factores que pueden afectar este rendimiento es el clima, pues de acuerdo a los días de luz, la precipitación presentada, la temperatura y sus interacciones con la caña de azúcar, pueden favorecer o limitar las condiciones de desarrollo del cultivo, afectando este indicador.

El rendimiento agroindustrial nacional de la última zafra fue de 7.659%, pero El Molino y Eldorado mostraron tener valores superiores a ese en la misma zafra, 8.048 y 8.611%, respectivamente. Puga, por su parte, obtuvo un valor de 6.926% solo 0.733% por debajo del nacional. Los mismos ingenios, en la zafra 2014/15 y 2015/16 mostraron valores más altos que los reportados en la 2016/17.

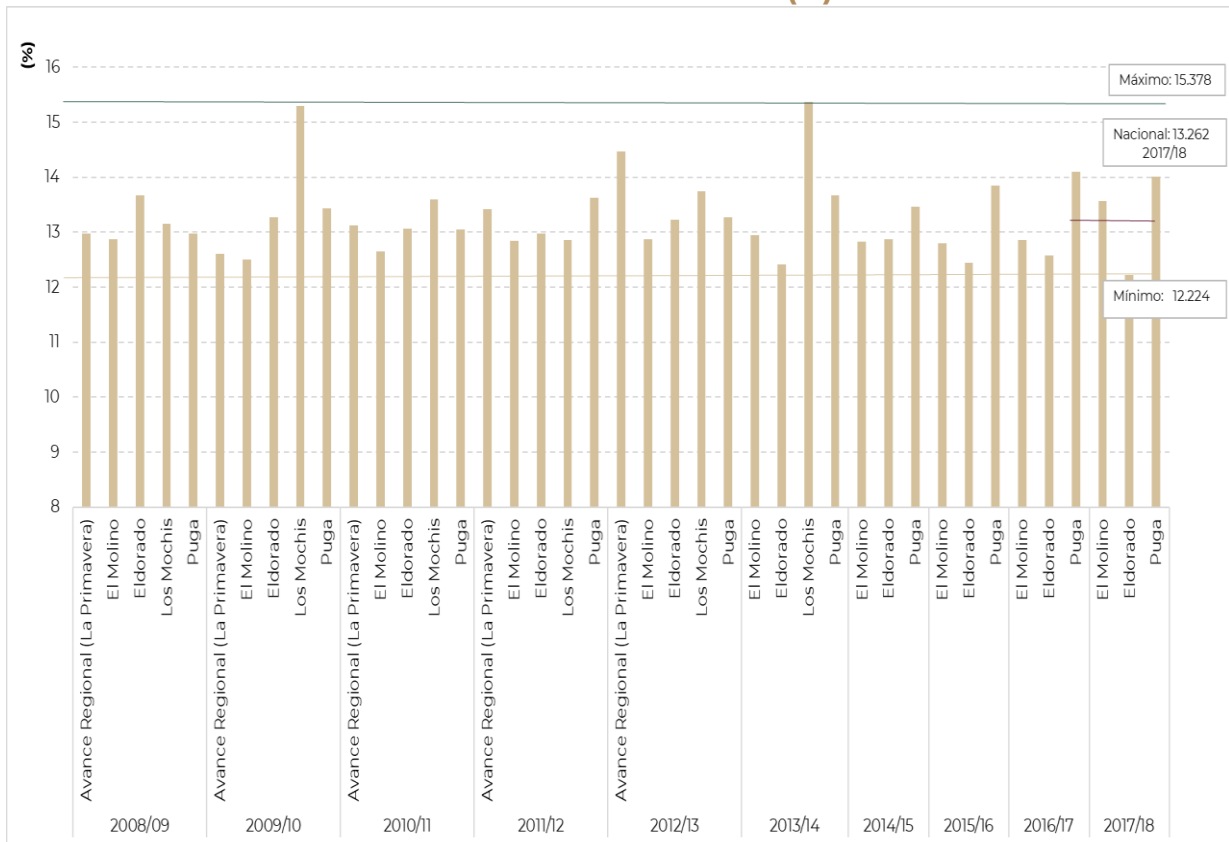
#### 4.4. Fibra en caña (%)

Es el porcentaje de materia seca e insoluble en agua que contiene la caña. Este porcentaje de fibra está relacionado con la calidad de la caña que se emplea en la molienda.

La caña de azúcar está constituida por jugo y fibra. La fibra es la parte insoluble en agua y 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).

En la siguiente gráfica se presentan los ingenios de la región, que muestra que el Ingenio Los Mochis estaba presentando altos niveles de fibra, su porcentaje más alto reportado fue en su última zafra. De los tres ingenios que han reportado zafra en los últimos 3 años Eldorado es el que tiene los niveles más bajos de fibra en caña.

**Gráfica 4.7. Fibra en caña (%)**

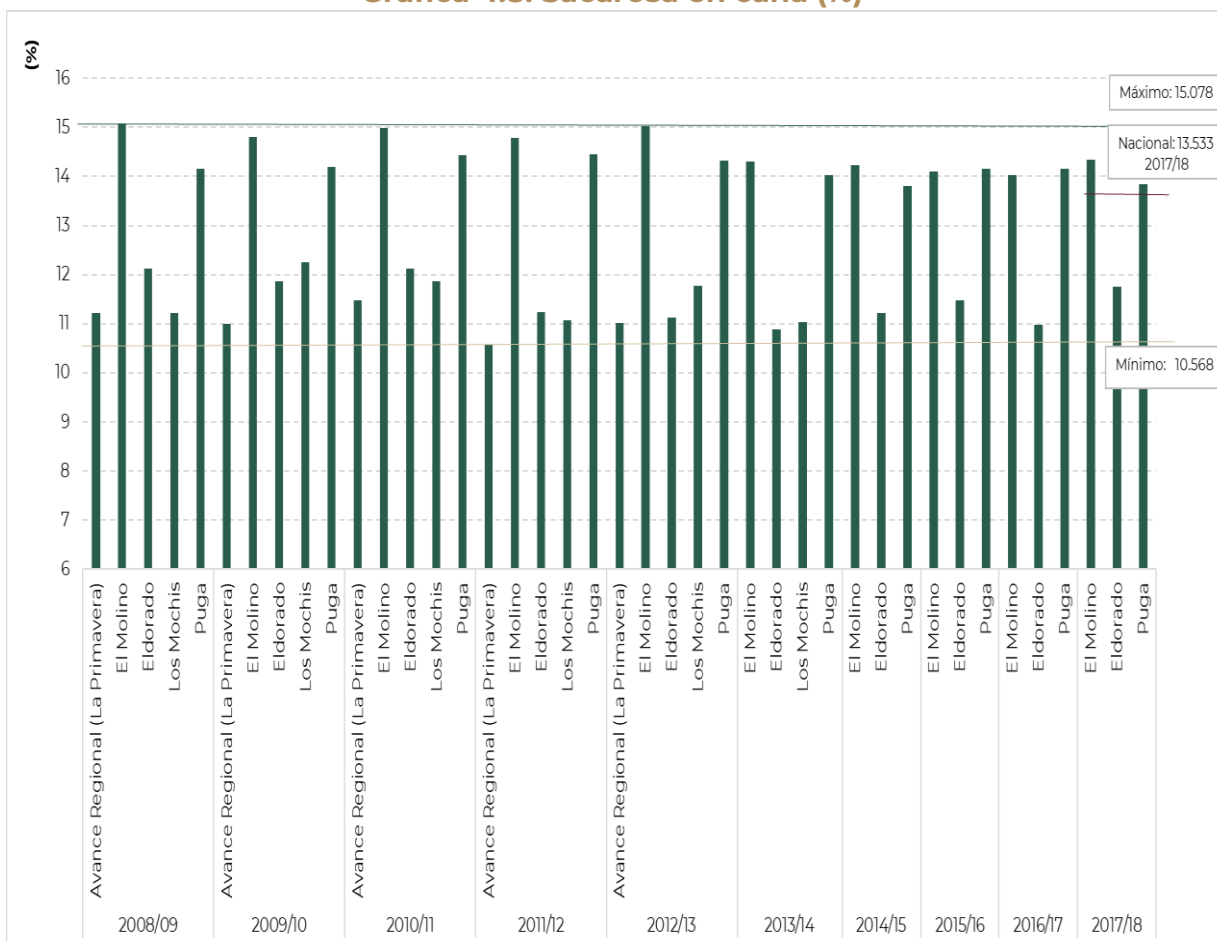


Fuente: UNICEDER S.C. Con base en la información del 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-2018.

#### 4.5. Sacarosa en caña (%)

Otra de las características que determinan la calidad de la caña es su alto contenido de sacarosa y es un factor relacionado con la recuperación final de azúcar. El contenido aparente de sacarosa, expresado como un porcentaje en peso y determinado mediante un método polarimétrico, se denomina pol.

Gráfica 4.8. Sacarosa 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 ingenios con porcentajes altos de sacarosa en caña son: el Molino y Puga, valores que han mantenido en niveles similares desde la zafra 2008/09, incluso, en la zafra 2017/18 se encuentran por encima del nivel nacional.

El Ingenio Eldorado tiene bajos porcentajes de sacarosa en caña y desde la zafra 2008/09 han ido reduciéndose; en la zafra 2017/18 alcanzó 11.746%.

La sacarosa puede reducirse debido a aplicaciones excesivas de nitrógeno en los campos de cultivo, a desequilibrios minerales asimilables, la edad de las plantaciones, el grado de la quema y tiempo de corte y molienda, al contenido de

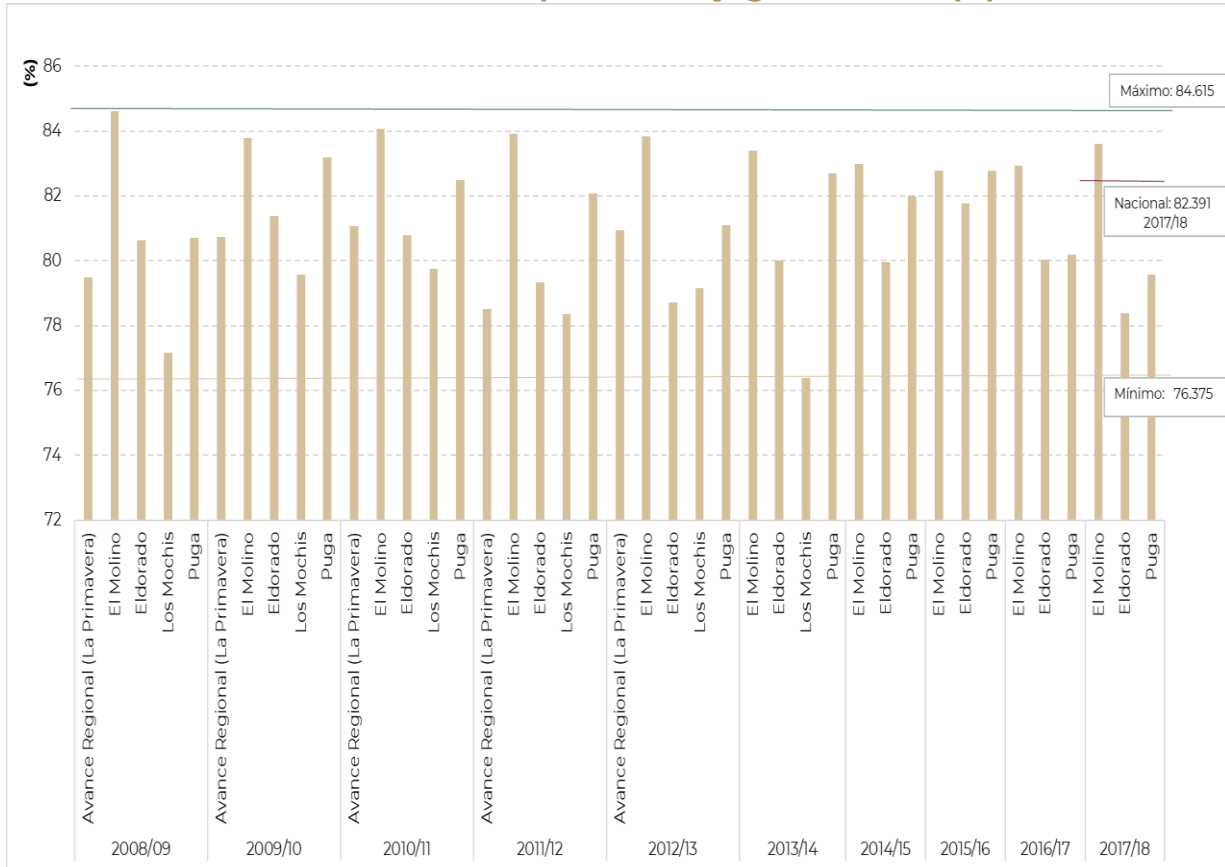
INDICADORES PRODUCTIVOS DE LOS INGENIOS,  
REGIÓN NOROESTE

material extraño o a la acción de microorganismos o a pérdidas de frescura una vez realizado el corte (Larrondo, 1995).

**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.

**Gráfica 4.9. Pureza aparente en jugo mezclado (%)**



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 mejores porcentajes en la región los presenta el ingenio El Molino; el cual, en la zafra 2017/18 superó el valor nacional (82.391%). Por su parte, Puga ha tenido valores por arriba de 80.000% desde la zafra 2008/09, aunque el porcentaje alcanzado en la última zafra no llegó a ese valor (79.562%).

#### 4.7. Tiempo perdido en fábrica (%)

El tiempo perdido en fábrica es el porcentaje de los tiempos perdidos imputados a fallas en maquinaria y equipo utilizado principalmente en la molienda. Los ingenios que presentan mayores resultados en estos valores, tienen mayores fallas en su maquinaria y equipo, ya sea por el desgaste o la antigüedad de la misma. A continuación, se presentan los ingenios con los acumulados de tiempo perdido desde la zafra 2008/09 hasta la 2017/18, pertenecientes a la región noroeste.

Gráfica 4.10. Tiempo perdido en fábrica (%)



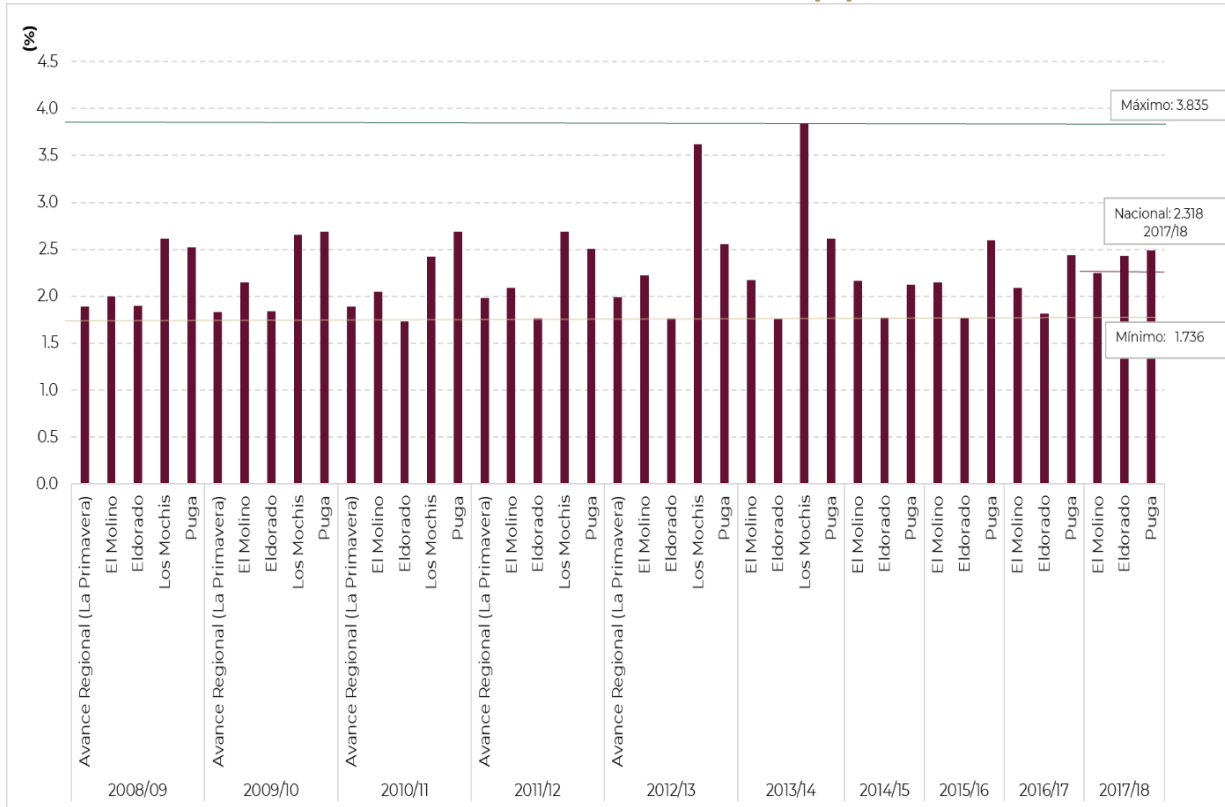
Fuente: UNICEDER S.C. Con base en la información del 5to. Informe estadístico del sector agroindustrial de la caña de azúcar en México, zafras 2008-09/2017-2018.

El máximo tiempo perdido registrado a nivel nacional fue de 18.898% para la zafra 2017/18. Los ingenios de la región que operaron esa zafra tuvieron tiempos perdidos en fábrica menores a 12%.

#### 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).

**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 2008-09/2017-2018.

Las mayores pérdidas totales las presentó el ingenio Los Mochis, que en sus dos últimas zafras (2012/13 y 2013/14) obtuvo pérdidas de más de 3.5%. Los tres ingenios que registraron operaciones durante la zafra 2017/18 reportaron porcentajes menores a 2.5%, un poco superiores a lo reportado a nivel nacional (2.318).



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

Este apartado tiene como referencias principales los datos obtenidos del sistema Si-Costos, y el trabajo de campo a través de entrevistas a técnicos de los ingenios y de las organizaciones de productores visitados, así como a dirigentes de las mismas.

### 5.1. Costos de producción de la caña de azúcar

La estimación de costos está basada en la información que se envía a través de los responsables técnicos de cada ingenio, esta información se revisa y se compara con la información de los ingenios de la misma región, y posteriormente con la de todos los ingenios que envían información, la cual se encuentra liberada en el siguiente enlace Si-Costos:

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

Para el caso de la región Noroeste, para la zafra 2017-2018, se obtuvo información de dos ingenios Eldorado y Puga, los promedios que se presentan están basados en dichos datos. El costo promedio por hectárea se estimó en 27,435 pesos, a su vez el costo por tonelada de caña fue de 326 pesos. Un mayor desglose por fase y por régimen de riego se presenta en el cuadro siguiente:

**Cuadro 5.1. Costo por hectárea y tonelada de caña**

Fase	Régimen	Costo/hectárea (\$)	Costo/t
Plantilla	Riego	38,322	358
	Temporal	33,871	427
	Riego + Temporal	37,440	385
Soca	Riego	25,767	306
	Temporal	21,492	278
	Riego + Temporal	24,635	300
Resoca	Riego	20,795	307
	Temporal	16,671	263
	Riego + Temporal	18,377	282

Fuente: UNICEDER S.C., con base en la información 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 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/graficas/costos/fases/2017-2018/Plantilla%20Riego.pdf>).

Para el caso de la región en estudio, en casi todas las fases (exceptuando resoca-riego) se ubica dentro de las regiones que mantiene sus costos bajos con rendimientos altos (cuadrante IV), lo cual sugiere que se mantiene la capacidad productiva con precios por debajo de la media nacional (ver cuadro 5.2)

**Cuadro 5.2. Indicador comparativo entre costo y rendimiento**

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

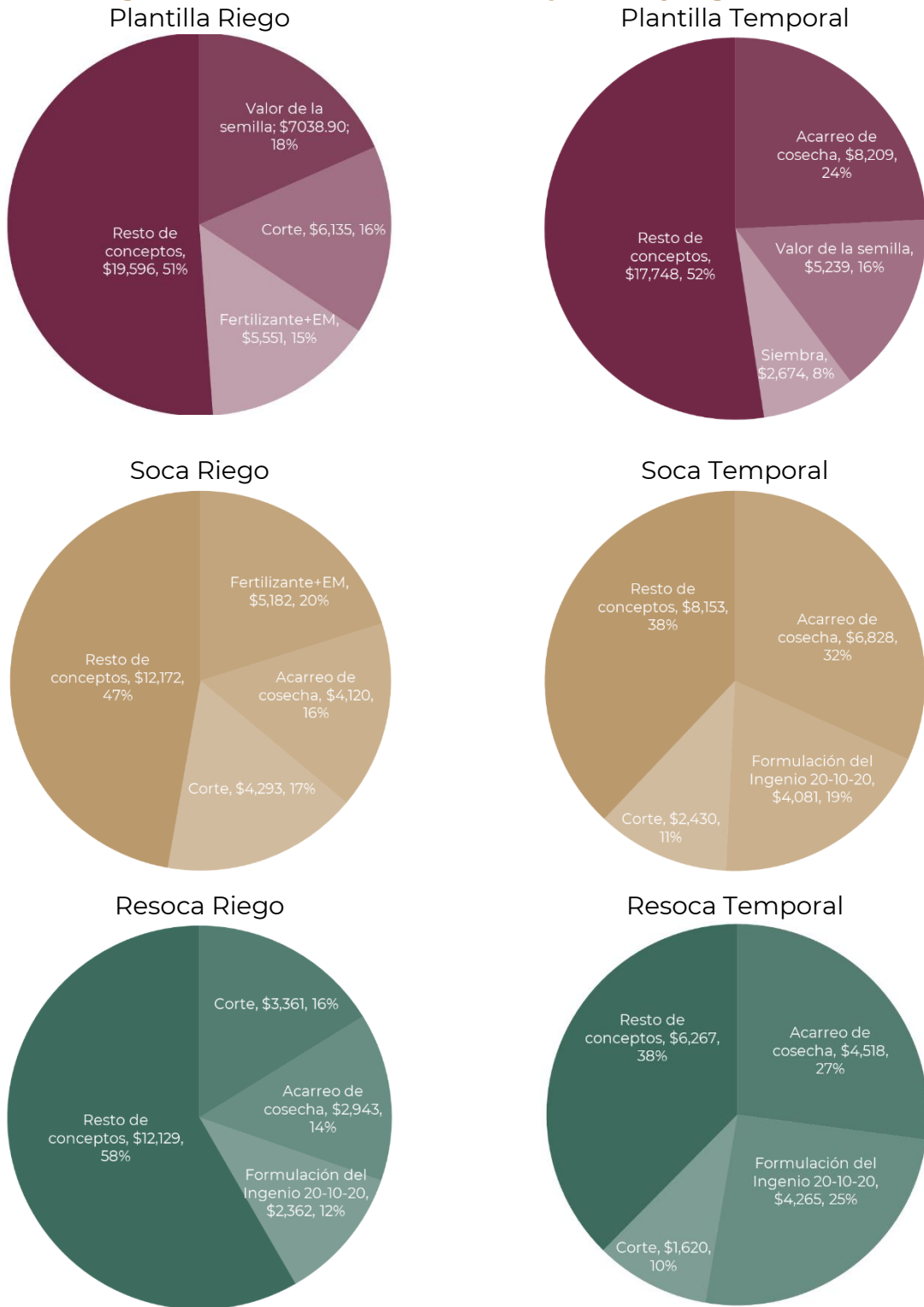
Fuente: UNICEDER S.C., con base en la información del CONADESUCA.

Por otra parte, una revisión de la estructura de costos a nivel regional, muestra que en la fase de plantilla la compra de semilla, el corte de cosecha y la adición de fertilizantes son los principales rubros del costo (los tres llegan alcanzar 49% del costo/ha en la más reciente zafra). En la fase de soca, los principales conceptos de costo son: el corte de cosecha, el acarreo de cosecha y el suministro de fertilizantes, en esta fase para estos tres conceptos se eroga poco más del 57% del costo total.

Finalmente, en la resoca, los rubros de corte de cosecha, el acarreo de cosecha y el suministro de fertilizantes alcanzan 52% de los costos totales. La figura siguiente muestra el comportamiento de los principales rubros de costos por fase y régimen de producción, en la región Noroeste.

ENTORNO SOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN REGIONAL  
DE LA CAÑA DE AZÚCAR

**Figuras 5.1. Distribución de costos por fase y régimen**



Fuente: UNICEDER S.C., con base en la información del CONADESUCA.

## 5.2. Ingenios y organizaciones de productores

Este apartado está basado en el trabajo de campo, en donde se realizaron nueve entrevistas con líderes de las organizaciones de productores cañeros. Las organizaciones que trabajan con los ingenios fueron de tres tipos: las que representan a ejidatarios, las de representación a pequeños propietarios y las que congregan a productores locales independientes. Además, se entrevistaron a equipos técnicos de dos ingenios (Eldorado y Puga). El desglose de este apartado está basado en la guía de entrevistas para los técnicos como para los líderes de las organizaciones.

De acuerdo con la información proporcionada por las organizaciones, el número de productores afiliados para la zafra más reciente para toda la región es de cerca de 8,500 productores considerando algunos que no se encuentran bajo contrato (cuadro 5.3).

**Cuadro 5.3. Afiliados de las organizaciones de productores de caña**

Organización de productores	Afiliados	Porcentaje
CNC	2,862	34
CNPR	3,850	46
Locales	1,334	16
Independientes	406	5
<b>Total</b>	<b>8,452</b>	<b>100</b>

Fuente: UNICEDER, S.C. con información de Guía de entrevistas. Organizaciones de productores (2018).

Los productores de caña “libres” o independientes tienen la restricción de calidad y cantidad, pero por lo general toda su caña entra al proceso de zafra. Estos productores independientes no tienen contrato por diversas razones (terrenos en proceso de venta, migración de dueños, estar fuera de alguna organización, entre otros). De acuerdo con la información recabada en las entrevistas con representantes de organizaciones, 96% de los productores que abastece de caña a los ingenios tiene contrato vigente.

Gran parte de los líderes de las organizaciones entrevistados opinan que la relación con el ingenio, es buena, un tercio opina que es regular y una minoría la considera como mala. Las causas principales de esta calificación están referidas a los pagos de preliquidación y liquidación fuera de las fechas establecidas, así como las discrepancias en la estimación del KARBE. Las organizaciones, consideran que los ingenios deben considerar el pago con mayor prontitud y con menores descuentos en las liquidaciones.

Los créditos que se otorgan por parte de los ingenios se procuran entregar a productores que tienen contrato. El tipo de crédito es refaccionario y de avío, los criterios para definir los montos no son restrictivos. Por lo general no se piden garantías, y las tasas del crédito son: TIE+10.3% (Tasa de interés interbancaria), el

origen de los recursos para otorgar crédito proviene de FIRA en 85-90% de los recursos y un 10-15% de recursos de las SOFOM Propias.

La vinculación principal entre el ingenio y las organizaciones de productores es garantizar su zona de abastecimiento, la cual, para el caso del ingenio Eldorado ha sido oscilante, teniendo en algunas zafras 2,900 hectáreas (la más baja en la presente década), ahora se considera que con 4,500 hectáreas cultivadas, bajo contrato el ingenio puede trabajar de manera regular todo el período de zafra. En el caso de Puga la tasa de crecimiento es mínima en términos de superficie contratada (19,000 hectáreas), lo cual les ha permitido tener estándares de producción constantes en los últimos siete años.

Otra vinculación importante entre las organizaciones y el ingenio, es la relativa a la implementación de los paquetes tecnológicos. El responsable de trabajo de campo del ingenio y las organizaciones integran el denominado Comité de Producción y Calidad Cañera (CPCC); el cual debe facilitar y garantizar que los paquetes tecnológicos sean los adecuados en cada zafra.

De esta forma, en la región Noroeste, se tienen identificadas acciones para la compra y dispersión de fertilizantes, semilla y agroquímicos. Por otra parte, las organizaciones ponen a disposición de los productores herbicidas y plaguicidas, a precios bajos, crédito y asistencia técnica.

Los paquetes tecnológicos están relacionados con la posibilidad de suministro de agua. En el caso de Eldorado, 100% de la superficie tiene riego, sin embargo, existe una alta competencia por su suministro, sobre todo con el maíz. Las cuotas de agua otorgadas a las parcelas con caña son cada vez más distanciadas y menores, lo cual obliga a los productores a hacer más eficiente y oportuno su suministro, la rehabilitación de pozos y la utilización de sistemas de riego tecnificado son las soluciones que se han implementado en las zafras recientes.

Para el caso de Puga, en la superficie cultivada con caña que se encuentra irrigada el riego está fraccionado, ya que poco más de 12% se encuentra tecnificado (1,600 hectáreas con riego por aspersión y 800 por goteo, la superficie restante se riega por gravedad). Para la implementar de sistemas de riego se requiere una inversión considerable, para lo cual los 101 ejidos que abastecen al ingenio proponen proyectos para 20 pozos, ya sea para su rehabilitación o la perforación de otros.

### **5.3. Mercado del azúcar de producción regional**

El azúcar producido en dos de los tres ingenios de la región tiene procesos y destinos diferentes. El ingenio Puga en la zafra 2017/18 realizó ventas al mercado nacional en un 83.9% del total producido y al internacional el restante 16.1% con azúcar refinada, también produjo melaza (49,193 t a 85° Brix) la cual se vendió en mercados regionales y locales.

## ENTORNO SOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN REGIONAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Cabe señalar que, para abril de 2018, 75% del total del azúcar a nivel nacional, se exporta con pol menor a 99.2 y sólo 25% como final, modificando los procesos de transportación del producto, pues el azúcar con polarización menor requiere de diferentes contenedores a los requeridos por el azúcar final, y sólo se puede exportar vía marítima.

En 2016/17 hubo un incremento en las exportaciones. Por acuerdo con Estados Unidos, para la zafra 2017/18, sólo se pudo exportar 30% como azúcar refinada y 70% como crudo.

Derivado de estos cambios en las exportaciones, el ingenio de Puga ha tenido problemas de logística, pues la producción en crudo tiene diferentes procesos con relación a la producción de azúcar de otras calidades; además el transporte de este producto es diferente, pues solo se puede exportar a granel por barco; teniendo que trasladar el producto hasta Tampico o Veracruz.

En el ingenio Eldorado, su producción total fue azúcar estándar que estuvo encaminada al abasto del mercado nacional, teniendo en las cadenas de supermercados sus principales clientes. Tiene además producción de melaza, la cual se coloca en el mercado regional.

### 5.4. Problemática de la producción regional de azúcar y caña

#### 5.4.1. Problemática en fábrica.

Puga tiene como principal problema llegar a la estabilidad de la calidad del azúcar (refinada y blanco especial). Se pretende tener un sistema de 3 plantas en crudo para blanco y así estabilizar la calidad y la recuperación del mercado.

Para Eldorado, el principal problema en fábrica es comprar nuevos difusores y molinos (lo que se tienen ya caducaron su vida útil). Se pretende adquirir un Tandem (batería) de molinos, que permita hacer eficiente la molienda.

#### 5.4.2. Problemática en campo

**Alta competencia por superficie con otros cultivos.** Los responsables técnicos de campo de los ingenios, señalaron que cada vez es más apremiante la situación de competencia con cultivos como: maíz, hortalizas y frutales, entre otros. De acuerdo con ellos, el sector cañero no tiene peso político, las organizaciones de maiceros son más numerosas y mantienen el control de las dependencias oficiales.

**Escasez de agua para riego.** De acuerdo con la misma fuente de información, no hay acuerdo sobre zonas de abastecimiento y perforación de pozos. En algunos ejidos, aunque exista infraestructura no siempre se puede regar, debido a la falta de acuerdos internos de las organizaciones, hay Unidad de Riego, pero no existen convenios escritos que permitan garantizar las cuotas y zonas de riego. De

acuerdo con las entrevistas a los responsables de campo del ingenio, es costosa la inversión para ampliar la superficie de riego.

**Cosecha mecánica.** Eldorado es el único ingenio en el país que realiza 98% de la superficie con cosecha mecánica, sin embargo, esto conlleva diversos problemas: el primero de ellos es que la maquinaria no es moderna, lo cual origina que los cortes no sean precisos. Además, la cosecha mecánica contiene mucha basura (20%) lo cual disminuye los rendimientos. No existe mano de obra para corte manual, o ésta es escasa y cara.

**Problemas fitosanitarios.** El costo de tratamientos sanitarios ha aumentado, sobre todo en la utilización de químicos para el control de rata de campo y barrenador del tallo. En campo se observa que cuando existe mayor diversidad de cultivos la rata cañera prolifera.

## 6. CONCLUSIONES

---

1. En la región se cuenta con una cultura cañera, no obstante, se tiene alta competencia con cultivos como maíz. Un ejemplo de ello es que en Eldorado para la zafra 2017-2018, 50% de la producción se realizó en superficie rentada por el ingenio, esto incrementa los costos de producción.

2. La variable de producción, en el caso de los modelos de regresión estimados<sup>3</sup>, muestra que la correlación entre las variables de superficie y producción es mayor a la obtenida entre rendimientos y producción.

3. La implementación de paquetes tecnológicos tienen cuatro prioridades para incrementar la productividad en la región: a) el incremento en la superficie irrigada con sistemas de alta precisión y fertirriego; b) el control integrado de plagas; c) la disposición de variedades nacionales con mejores rendimientos; y d) la renovación del campo con semilla saneada y/o mejorada.

4. La disminución del agua en la región, obliga a hacer uso eficiente del agua y disminuir el riego por gravedad. El costo del agua es alto para la agroindustria de la caña de azúcar; por lo que es necesario mejorar la eficiencia en su uso en campo y fábrica, utilizando sistemas de riego tecnificado y reciclando el agua empleada en los procesos. Las organizaciones, los ingenios y las autoridades locales necesitan trabajar en coordinación con los gobiernos estatales y federal para llevar a lograr mejoras en el uso del agua.

5. El problema sanitario se ha incrementado debido a la fragmentación de la superficie y a la introducción de otros cultivos, de tal manera que se realizan acciones como fumigaciones aéreas, y cebar los terrenos para controlar al barrenador y la rata cañera, respectivamente. Se realizan actividades de control biológico contra gusano barrenador (hongos para siembras, micorrizas), empero no se tiene un incremento sustancial en la superficie que permita asegurar un incremento en los indicadores de sustentabilidad.

6. Las organizaciones y los responsables técnicos de los ingenios proponen la renovación del programa fitosanitario federal, ya que actualmente no se contemplan todas las acciones necesarias para el control de los dos problemas fitosanitarios de la región. En este programa se debe considerar la reactivación del CSV (comité de sanidad vegetal) a nivel regional, además de blindar la superficie cañera con créditos y maquinaria (programa sanitario, renovación de cortadoras-extracción de basura-)

---

<sup>3</sup> Se realizaron dos modelos: Regresión Simple - Producción vs. Superficie; y Regresión Simple - Rendimiento vs. Superficie



7. Para mejorar la calidad de la caña que entra a la zafra y disminuir los costos en la cosecha, los ingenios muestreados buscan la mecanización del corte para incrementar la cosecha en verde.

8. En torno a la utilización de variedades con mayor producción de azúcar, se tiene el problema de que no se tienen semilleros de nuevas variedades.

9. La problemática en fábrica es la adecuación de la infraestructura para la producción de azúcar con menores estándares de refinación (de 99.5 a 99.2% de pol), lo cual implica la generación de costos para su rediseño, sobre todo en las fases de proceso final (cristalización, centrifugado y secado). Otros problemas son el estibado y traslado a los puertos de exportación debido al incremento en los costos de logística y reducción de la competitividad por el tipo de azúcar.

10. Los ingenios en la región han realizado acciones de sustentabilidad en los temas de utilización de bagazo para reducir el consumo de petróleo o para la total suficiencia del ingenio. Pero para mejorar los procesos es necesaria la reposición de equipos debido a que no funcionan adecuadamente y les impiden reducir el tiempo perdido durante la producción de azúcar.

11. De acuerdo con las declaraciones sobre el cupo máximo de exportación de azúcar a los Estados Unidos de América que realizó la Secretaría de Economía en el Sistema Integral de Información de Comercio Exterior, y bajo el acuerdo de suspensión firmado entre México y Estados Unidos, en el cual México accede a reducir la calidad de las exportaciones de azúcar de 99.5 a 99.2% de pol, los ingenios interesados en seguir exportando deben adecuar sus procesos de producción y los referentes al traslado del producto, como es el caso de los ingenios de la región.

## 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](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.

CONAGUA 2017. coberturas vectoriales de Aprovechamientos Superficiales y Subterráneos de la Coordinación General de Recaudación y Fiscalización. México.

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

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

Gbadegesin 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.

Ibáñez, J. y Manríquez C. 2011. Un Universo invisible bajo nuestros pies: los suelos y la vida. Blog.

INEGI 2016. Conjunto de datos edafológicos. [https://www.inegi.org.mx/400.html?aspxerrorpath=/geo/contenidos/recnat/edafologia/vectorial\\_serieii.aspx](https://www.inegi.org.mx/400.html?aspxerrorpath=/geo/contenidos/recnat/edafologia/vectorial_serieii.aspx)

INEGI 2017. Red Nacional de Caminos. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463674641>

Larrahondo, J. 1995. Calidad de la Caña de Azúcar. CENICAÑA.

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.

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