



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE DESARROLLO
PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL

ANÁLISIS DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR



VOLUMEN

1



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE DESARROLLO
PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL

ANÁLISIS DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR

MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL (MDPyEP)

Néstor Huanca Chura

Ministro de Desarrollo Productivo y Economía Plural

Luis Joshua Siles Castro

Viceministro de Políticas de Industrialización

COORDINACIÓN

Giovani Hugo Luis Tórrez Yáñez

Director General de Análisis Productivo Industrial y Economía Plural

Juan Edgar Condori Gutiérrez

Jefe de Unidad de Análisis Productivo e Industrial

CONTENIDO Y REDACCIÓN

- Luis Antonio Herrera Arandía.
- Israel Gutiérrez Ulo

DISEÑO

Unidad de Comunicación Social

DIRECCIÓN

Av. Mcal. Santa Cruz, Edif. Centro de Comunicaciones La Paz, piso 16 y 20

Teléfono: +591 (2) 2184444 – Fax:+591 (2) 2124933

www.produccion.gob.bo

La Paz – Bolivia

Septiembre 2023



Luis Alberto Arce Catacora
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL
DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



David Choquehuanca Céspedes

VICEPRESIDENTE CONSTITUCIONAL
DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



PRESENTACIÓN

En el periodo 2006 - 2019, el Gobierno de la Revolución Democrática Cultural implementó el Modelo Económico Social Comunitario Productivo, y a partir de la recuperación de la democracia a finales de 2020, con el gobierno del presidente Luis Arce y el vicepresidente David Choquehuanca, se da continuidad al modelo boliviano cuyo énfasis está en la producción y la redistribución del ingreso, basa su enfoque en el Estado como promotor y protagonista del desarrollo económico, social y ambiental, prioriza el mercado interno y la industrialización de los recursos naturales. El modelo identifica a los sectores generadores de excedentes como hidrocarburos, minería y energía eléctrica y a los sectores generadores de empleo e ingresos, en este segundo sector se ubica la industria manufacturera y artesanía, turismo, desarrollo agropecuario, vivienda y servicios.

La crisis política y económica a la que condujo el gobierno de facto, en la gestión 2020, impactó

de forma negativa en el sector productivo transformador de la economía. La ausencia de políticas productivas y las limitadas acciones para enfrentar las consecuencias de la pandemia incidieron que en la gestión 2020 la economía registre una caída del PIB de -8.8% y en la industria manufacturera de -8.3% siendo uno de los sectores más afectados.

En las elecciones nacionales de 18 de octubre de 2020, con la fuerza del pueblo, se recupera la democracia en Bolivia, con una victoria contundente del Movimiento al Socialismo - Instrumento Político para la Soberanía de los Pueblos (MAS-IPSP) con el 55,1% de preferencia electoral en favor del binomio Luis Arce Catacora, Presidente, David Choquehuanca Céspedes, Vicepresidente. Desde el inicio de gestión de Gobierno del presidente Arce, se tomaron medidas económicas para la reactivación del aparato

productivo, como el financiamiento para el sector productivo, la reactivación de la inversión pública, la articulación y el fortalecimiento de la producción nacional con el mercado interno, la protección de la producción nacional, la reactivación de las empresas del Estado y el apoyo a la recuperación del sector turismo, entre otras.

La Ley 307 del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar, de 10 de noviembre de 2012, y sus reglamentos: el Decreto Supremo 1554, de 10 de abril de 2013, y el Decreto Supremo 3456, de 11 de enero de 2018, regulan las actividades y relaciones productivas de este complejo productivo, que se constituye en el segundo con mayores exportaciones y uno de los más importantes en términos de volúmenes de producción dentro el rubro de alimentos en el país.

Con la apertura del mercado nacional del etanol anhidro, como aditivo vegetal de las gasolinas, se

ha generado una demanda adicional de caña de azúcar que ha permitido incrementar los niveles productivos y que logra sustituir importaciones de gasolina, que busca la recuperación de la economía y reactivación productiva.

El Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, como cabeza de sector para la implementación de las políticas de sustitución de importaciones, desarrollo productivo integral e industrialización establecidas en el Plan de Desarrollo Económico Social 2021-2025, ha elaborado la presente publicación: “El Complejo Productivo de la Caña de Azúcar en Bolivia”, un instrumento de información sectorial productiva para uso de todos los niveles del Estado, actores productivos y la sociedad en su conjunto, para fortalecer la toma de decisiones en la optimización de mejorar la competitividad e incrementar las capacidades de producción e industrialización de la caña de azúcar.

Néstor Huanca Chura
MINISTRO DE DESARROLLO PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL

ÍNDICE

1	MARCO HISTÓRICO.....	15
2	MARCO REGULATORIO DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	18
	2.1 LEY 307 del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar.....	18
	2.2 DECRETO SUPREMO 1554 Reglamento de la Ley N°307.....	18
	2.3 DECRETO SUPREMO 3456 Modificaciones al D.S.1554.....	19
	2.4 RM MDPyEP/Despacho N°045.2018 Reglamento de Mecanismos de Control y Seguimiento del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar.....	19
	2.5 RM MDPyEP/Despacho N°144.2018.....	20
	2.6 Resoluciones de coparticipación.....	20
	2.7 Autorización para creación o ampliación de capacidades productivas.....	20
	2.8 Conformación del Comité Técnico de Planificación del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar...	20
3	CARACTERÍSTICAS DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR.	22
	3.1 Producción primaria.....	22
	3.1.1 Fase agrícola.....	22
	3.1.1.1 Evolución de la producción de la caña de azúcar.....	22
	3.1.1.2 Regiones productoras de caña de azúcar.....	22
	3.1.1.3 Número de productores de caña de azúcar.....	25
	3.1.1.4 Calendario agrícola y datos técnicos agrícolas.....	26
	3.1.2 Identificación de la superficie cultivada de caña de azúcar – campaña de verano 2023.....	28
	3.1.2.1 Estimación de la precipitación acumulada y la producción del cultivo de caña de azúcar.....	30
	3.1.3 Producción de caña de azúcar.....	31
	3.1.3.1 Producción de caña de azúcar 2013 - 2022.....	31
	3.2 Transformación e Industrialización de la caña de azúcar.....	33
	3.2.1 Ingenios azucareros.....	33
	3.2.2 Capacidades productivas de la industria azucarera en Bolivia.....	35
	3.2.3 Caña de azúcar homologado.....	36
	3.2.4 Procesamiento de caña de azúcar.....	37
	3.2.5 Molienda programada vs ejecutada.....	38
	3.2.6 Pol en caña de azúcar.....	39
	3.2.7 Producción de azúcar.....	40
	3.2.8 Rendimiento fabril de azúcar.....	42
	3.2.9 Relación entre el rendimiento fabril y el contenido de sacarosa.....	43
	3.2.10 Azúcar entregado al sector agrícola cañero.....	43
	3.2.11 Producción de alcohol.....	44
	3.2.12 Índice de producción de caña, azúcar y alcohol.....	45
	3.3 Comercialización.....	46
	3.3.1 Ventas de azúcar al mercado interno.....	46
	3.3.2 Análisis de ventas de azúcar por tipo de cliente.....	46
	3.3.3 Ventas de alcohol al mercado interno.....	47
	3.3.4 Consumo nacional per cápita de azúcar.....	48
	3.3.5 Precio promedio de azúcar en Bolivia.....	49
	3.3.6 Precios de azúcar en mercados internacionales.....	51
	3.3.7 Precio promedio de alcohol.....	53
	3.3.8 Precio internacional de alcohol.....	54

3.3.9 Exportaciones e importaciones de azúcar	55
3.3.10 Exportaciones e Importaciones de alcohol	56
4 ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR	58
4.1 Valor bruto de producción de la industria sucroalcoholera	58
4.2 Contribución al PIB industrial.....	59
4.3 Unidades económicas.....	60
4.4 Empleo.....	60
5 FINANCIAMIENTO.....	62
6 PERSPECTIVAS DE COMPLEJO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	66
7 CONTEXTO INTERNACIONAL DE LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR CONVENCIONAL Y ORGÁNICA	69
8 BIBLIOGRAFÍA.....	71

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Producción de caña de azúcar	22
Gráfico 2: Superficie cultivada de caña de azúcar por municipio, 2013 y 2023	25
Gráfico 3: Bolivia: Participación de las UPA en cultivo de caña	26
Gráfico 4: Bolivia: Superficie cultivada de caña de azúcar, 2010-2023	31
Gráfico 5: Bolivia: Rendimiento agrícola de caña de azúcar, 2010-2023	32
Gráfico 6: Rendimientos agrícolas de caña de azúcar en países de la región por año, 2010, 2015 y 2020	33
Gráfico 7: Capacidad Instalada de molienda de caña	35
Gráfico 8: Cantidad de molienda planificada de Caña de Azúcar	36
Gráfico 9: Caña molida	37
Gráfico 10: Participación de ingenios en la compra de caña	38
Gráfico 11: Grado de cumplimiento	39
Gráfico 12: Contenido de sacarosa	39
Gráfico 13: Contenido de sacarosa, según departamento	40
Gráfico 14: Oferta y demanda mundial de azúcar	41
Gráfico 15: Producción de azúcar	42
Gráfico 16: Rendimiento fabril de azúcar	42
Gráfico 17: Rendimiento fabril y contenido de sacarosa	43
Gráfico 18: Entrega de azúcar al sector agrícola cañero	44
Gráfico 19: Producción de alcohol 2013-2022	45
Gráfico 20: Índice de producción de caña, azúcar y alcohol	45
Gráfico 21: Ventas de azúcar al mercado interno	46
Gráfico 22: Ventas de la industria al mercado interno	47
Gráfico 23: Ventas de alcohol al mercado interno 2013 y 2022	47
Gráfico 24: Consumo per cápita anual de azúcar en Bolivia	48
Gráfico 25: Consumo mundial per cápita de azúcar	49
Gráfico 26: Precio productor promedio de azúcar en el mercado interno	49
Gráfico 27: Evolución del precio mensual de azúcar en el mercado interno en Bolivia	50
Gráfico 28: Precio mensual promedio del azúcar al consumidor	51
Gráfico 29: Índice del precio del azúcar (Base 2014-2016)	52
Gráfico 30: Precio internacional mensual promedio del azúcar	52
Gráfico 31: Evolución del precio promedio mensual del alcohol 2016-2023	53
Gráfico 32: Precio promedio mensual del alcohol	54
Gráfico 33: Precio internacional del alcohol	54
Gráfico 34: Exportaciones e importaciones de azúcar	55
Gráfico 35: Exportaciones de azúcar por país	56
Gráfico 36: Exportaciones de alcohol	56
Gráfico 37: Valor bruto de producción a precios básicos	58
Gráfico 38: Participación VBP Complejo Productivo azúcar / VBP industria manufacturera	59
Gráfico 39: Evolución del PIB industrial, PIB de alimentos y VAB azúcar y confitería a precios corrientes	59
Gráfico 40: Créditos otorgados al complejo productivo de la caña de azúcar	63
Gráfico 41: Distribución geográfica del crédito sectorial	63
Gráfico 42: Número de prestatarios	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentajes de coparticipación por ingenio	20
Tabla 2: Bolivia: Superficie cultivada de caña de azúcar 2022-2023	24
Tabla 3: Bolivia: Unidades Productivas Agropecuarias dedicadas al cultivo de caña de azúcar, 2012.....	26
Tabla 4: Periodo de recepción de caña en ingenios 2013-2022	27
Tabla 5: Bolivia: Superficie cultivada de caña de azúcar 2023	30
Tabla 6: Estimación de producción y rendimiento campaña de verano cultivo de caña de azúcar, 2023...	31
Tabla 7: Capacidad instalada de la industria azucarera boliviana (2022)	35
Tabla 8: Molienda programada Vs. ejecutada	38
Tabla 9: Balance de azúcar zafra 2023-2024.....	66

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Distribución geográfica de producción departamental de caña de azúcar	23
Mapa 2: Municipios productores de caña de azúcar, 2023.....	24
Mapa 3: Identificación de superficies de cultivos de caña de azúcar.....	29
Mapa 4: Ubicación de ingenios sucroalcoholeros	34
Mapa 5: Producción mundial orgánica e inorgánica del cultivo de caña de azúcar.....	70
Mapa 6: Producción comunitaria de cultivo de caña de azúcar, 2022	79
Mapa 7: Distribución espacio temporal de la precipitación acumulada 2013-2023.....	82
Mapa 8: Distribución espacio temporal de la temperatura suelo 2013-2023.....	84
Mapa 9: Distribución espacio temporal de la evapotranspiración, 2013-2023.....	85
Mapa 10: Distribución espacio temporal del promedio mensual del NDVI, Años: 2013-2023	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modulo de gestión de datos climáticos – NASA GIOVANNI.....	80
Figura 2: Esquema metodológico de identificación de cultivos de caña de azúcar	89
Figura 3: Combinación de bandas a) Municipio Mineros – Gral. Saavedra b) Municipio de Bermejo.....	90
Figura 4: Zona de muestro en el municipio de Bermejo – Tarija	91
Figura 5: Zona de muestro del departamento de Santa Cruz.....	92
Figura 6: Firma espectral del cultivo de caña de azúcar.....	93
Figura 7: Clasificación supervisada para determinar cultivos de caña de azúcar.....	94
Figura 8: Diagrama del proceso productivo del azúcar de caña.....	98



1. MARCO HISTÓRICO





1. MARCO HISTÓRICO

Los inicios de la producción azucarera en Bolivia datan de la época de la colonia. En la zona de Los Yungas (Hacienda Cañamina). Posteriormente, la expansión de las zonas de producción azucarera abarcó las Misiones Franciscanas de Moxos y Chiquitos en Santa Cruz; en Tarija, Chuquisaca y Cochabamba¹.

En el siglo XX, se dio impulso a la producción azucarera en el departamento de Santa Cruz, siendo una de sus primeras experiencias la hacienda “La Esperanza”, fundada en 1949, ubicada en la provincia Warnes. Los pequeños ingenios azucareros tradicionales recibieron un empuje de grandes dimensiones las siguientes décadas, donde la agroindustria y la producción de alimentos se convirtieron en los sectores más dinámicos, además de la refinación de petróleo y de productos derivados, así como la fundición de minerales².

Como consecuencia de la incorporación de tecnología, Bolivia pasaría de producir azúcar morena y alcohol en pequeñas factorías, a la

producción actual de azúcar blanca, azúcar refinada, alcohol etílico, bebidas alcohólicas (ron, melaza, cachazas) bioabono, producto resultante del tratamiento y mezcla de la cachaza y vinaza, e incluso energía a partir del vapor generado por la combustión del bagazo³.

La Compañía Industrial Azucarera “San Aurelio” que inició su actividad en el año 1951, produjo 5.000 quintales de azúcar y subió a más de 1 millón de quintales hasta el año 1976. En el año 1952 se instaló el ingenio “La Bélgica” con una molienda de 800 Tn/día que representaba una producción diaria de 1.623 quintales de azúcar. En 1956 se inicia la primera zafra del Ingenio Azucarero “Guabirá”; con una capacidad de molienda de 1.000 toneladas de caña/día. La primera ampliación de la fábrica, realizada en el año 1963, incrementó la molienda a 1.500 toneladas de caña/día.

En el año 1968, en la localidad de Bermejo, Tarija nació el ingenio “Stephan Leigh” con una producción

1 Orígenes de Agroindustria azucarera en Bolivia. Homenaje al IV Centenario de La Paz. Ramiro Fernández Quisbert, Historiador. Abril 2010.

2 Hitos de la historia de la industria en Bolivia. Alfredo Vicente Seoane. CIDES UMSA. Junio 2015

3 Historia del azúcar en Bolivia. Andreas W. Noack, Historia del sector azucarero en Bolivia. Instituto Boliviano de Comercio Exterior. Abril 2010.

de 68 mil quintales de azúcar, incrementándose a más de un millón de quintales en la gestión de 1976.

En diciembre de 1972, se funda la Unión Industrial de Cañeros S.A. UNAGRO, conformado por un grupo de agricultores bajo la conducción Roberto Barbery Paz, instalando en 1977 en la localidad de Mineros, el Ingenio Azucarero Santa Cruz, siendo la primera empresa colectiva conformada sobre una base societaria que integraría a miles de familias del sector cañero buscando romper con los tratos preferenciales que se daban a algunas agremiaciones.

Actualmente existen seis industrias sucroalcoholeras en Santa Cruz: la Unión Agroindustrial de Cañeros S.A. UNAGRO; Compañía Industrial Azucarera San Aurelio CIASA; Ingenio Azucarero GUABIRÁ S.A.; POPLAR CAPITAL S.A.; Ingenio Sucroalcoholero AGUAÍ S.A. y una planta mediana dedicada a la producción de alcohol Sociedad Colectiva Industrial y Comercial SANTA CECILIA. Además, en Bermejo-Tarija se encuentra Industrias Agrícolas de Bermejo S.A. IABSA y en el Norte de La Paz, la estatal Empresa Azucarera San Buenaventura EASBA.



2. MARCO REGULATORIO DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

2. MARCO REGULATORIO DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

2.1 Ley N° 307 del Complejo Productivo de Caña de Azúcar

La Ley N° 307 fue promulgada el 10 de noviembre de 2012, y tiene por objeto regular las actividades y relaciones productivas, de transformación y comerciales del sector agrícola cañero y agroindustrial cañero, y la comercialización de productos principales y subproductos derivados de la caña de azúcar. Entre las finalidades de esta ley están:

- Precautelar la seguridad con soberanía alimentaria, priorizando el abastecimiento del mercado interno de productos principales y subproductos derivados de la transformación de la caña de azúcar.
- Establece el Control Técnico Cañero en cada ingenio, como instancia de monitoreo y control de la totalidad del proceso de acopio, recepción, análisis y transformación de la caña de azúcar, sus productos principales y subproductos.
- Crea un sistema de trazabilidad de productos principales y subproductos de la caña de azúcar con objeto de conocer la ubicación y trayectoria de un producto a lo largo de la cadena de suministros.
- Faculta al Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural (MDPyEP) en coordinación con el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) a realizar el monitoreo y control de las actividades y relaciones en los procesos de producción, recepción

y transformación de la caña de azúcar; así como en el almacenamiento, distribución y comercialización.

- Crea los registros de productores del sector agrícola cañero y el registro de ingenios, así como permite la creación de otros registros necesario.
- Señala que un decreto supremo, creará el Centro Nacional de la Caña de Azúcar (CENACA) con la finalidad de fomentar el desarrollo e innovación en la producción de la caña de azúcar.
- Se crea la retención por producción de azúcar y la retención por producción directa de alcohol de caña de azúcar, estableciendo cuotas de retención por quintal de azúcar y por litro de alcohol, mismas que financiarán el funcionamiento del CENACA (96%) y de la Autoridad de Fiscalización de Empresas (AEMP) (4%) para realizar la recaudación, control y fiscalización del correcto pago de las retenciones. También establece un régimen sancionatorio.

2.2 DECRETO SUPREMO 1554 Reglamento de la Ley N°307

Este Decreto Supremo fue promulgado el 10 de abril de 2013 y tiene por objeto reglamentar la Ley N° 307 del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar. Principalmente:

- Regula el aprovisionamiento de caña de azúcar estableciendo las modalidades Compra directa y

Convenio de Cooperación, estableciendo que el MDPyEP definirá los porcentajes de coparticipación de los productos principales y subproductos mediante Resolución Ministerial.

- Regula el proceso de transformación, señalando el porcentaje máximo de la pérdida fabril, estableciendo atribuciones del Control Técnico Cañero, el contenido y procedimientos de elaboración y homologación del Plan de Zafra, y, requerimientos para la recepción de caña de azúcar.
- Regula el registro, control y monitoreo del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar, estableciendo los parámetros de los diferentes instrumentos que componen el Sistema de trazabilidad.
- Establece inspecciones físicas u otros medios para el proceso de monitoreo de la información declarada para el sistema de trazabilidad y el procedimiento de calibración y/o verificación de equipos en los ingenios.
- Dispone que la creación y/o ampliación de capacidades de producción de la agroindustria cañera, debe ser autorizada por el MDPyEP y el MDRyT.
- Crea el Centro Nacional de la Caña de Azúcar (CENACA) señalando sus funciones y la coordinación institucional requerida.
- Modifica la cuota de retención por producción directa de alcohol, estableciendo procedimientos para la liquidación, pago y control de ambas retenciones.
- Establece el procedimiento para garantizar el abastecimiento interno y crea la Licencia de exportación de caña de azúcar, sus productos principales y subproductos como un documento soporte de la Declaración Única de Exportación. Asimismo, establece el régimen sancionatorio y el procedimiento de impugnación.

2.3 DECRETO SUPREMO 3456 Modificaciones al D.S. 1554

Este Decreto Supremo fue promulgado el 10 de enero

de 2018 y tiene por objeto modificar e incorporar disposiciones al Decreto Supremo N°1554 y establecer mecanismos de control y seguimiento para garantizar las condiciones de abastecimiento interno y precio justo, tomando en cuenta las condiciones de mercado.

Adicionalmente, modifica plazos para los convenios de cooperación y contratos de compra venta, modifica plazo de remisión de planes de zafra, establece el plan de producción cuyos requisitos, procedimiento y plazos serán establecidos en Resolución Ministerial. Asimismo, deroga las licencias de exportación y manda al MDPyEP a cuantificar el volumen de producción necesario para el abastecimiento del mercado interno y el inventario de seguridad obligatorio, así como la aplicación de mecanismos de control y seguimiento para garantizar las condiciones de abastecimiento interno y precio justo y medidas correctivas en función de los casos.

2.4 RM MDPyEP/Despacho N°045.2018 Reglamento de Mecanismos de Control y Seguimiento del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar

Esta Resolución Ministerial fue emitida el 28 de marzo del año 2018 y aprueba el Reglamento de Mecanismos de Control y Seguimiento del Complejo Productivo de la Caña de azúcar señalado en los D.S. 1554 y D.S. 3456.

El Reglamento establece los mecanismos de control y seguimiento del complejo productivo de la caña de azúcar, entre ellos: el procedimiento de homologación de Planes de zafra y aprobación de Planes de Producción, el procedimiento de registro y actualización de ingenios, el procedimiento de reporte de información de ingenios, el procedimiento de remisión de reporte de información del Control Técnico Cañero, el reporte de información de instituciones cañeras, las estimaciones del saldo exportable y el régimen sancionatorio.

Finalmente, identifica las responsabilidades institucionales en el monitoreo, el procedimiento de las Licencias de Exportación y las situaciones que motivan su aplicación.

2.5 RM MDPyEP/Despacho N°144.2018

Esta Resolución Ministerial emitida el 2 de agosto de 2018, modifica parcialmente los artículos 8 y 10 del “Reglamento de los Mecanismos de Control y Seguimiento del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar” aprobado mediante Resolución Ministerial MDPyEP/Despacho N° 045.2018.

El Reglamento establece las modificaciones relacionadas a la presentación de los reportes quincenales por las instituciones cañeras, el criterio de aprobación de planes de producción y la inclusión de la posibilidad de modificar este criterio por Resolución Administrativa.

2.6 Resoluciones de coparticipación

El Decreto Supremo N°1554 Reglamento de la Ley N° 307 del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar, en su Artículo 4 inciso a) establece el aprovisionamiento Vía Convenio de Cooperación, en la cual el productor cañero mantiene la propiedad de la caña de azúcar y participa en el total de los productos principales y subproductos obtenidos, de acuerdo con el porcentaje de coparticipación.

Los porcentajes de coparticipación señalados en la Ley N° 307 fueron aprobados por seis resoluciones ministeriales a partir de octubre de 2013 donde individualmente definen el porcentaje de coparticipación del sector agrícola cañero para cada ingenio azucarero.



TABLA 1:
Porcentajes de coparticipación por ingenio

Ingenio	Resolución Ministerial	Porcentaje de coparticipación
Ingenio Azucarero Guabirá S.A.	R.M. 258/2013 de 12 de noviembre de 2013	Azúcar: 57,20% Alcohol: 60,60%
Ingenio Sucroalcoholero AGUAI S.A.	R.M. 009/2014 de 15 de enero de 2014	Azúcar: 57,20% Alcohol: 60,60%
Unión Agroindustrial de Cañeros UNAGRO	R.M. 259/2013 de 12 de noviembre de 2013	Azúcar: 57,20% Alcohol: 57,20%
Ingenio Azucarero POBLAR CAPITAL S.A.	R.M. 256/2013 de 12 de noviembre de 2013	Azúcar: 57,20% Alcohol: 57,20%
Compañía Industrial Azucarera San Aurelio (CIASA)	R.M. 230/2013 de 18 de octubre 2013	Azúcar: 57,20% Alcohol: 57,20%
Industrias Agrícolas de Bermejo S.A.	R.M. 230/2013 de 18 de octubre 2013	Azúcar: 60,60% Alcohol: 57,20%

Fuente: Elaboración VPI

2.7 Autorización para creación o ampliación de capacidades productivas

La Resolución Biministerial MDPyEP-MDRyT N° 002.2018 de 07 de junio de 2018, reglamenta el procedimiento de autorización para la creación de un nuevo ingenio o ampliación significativa de capacidades de producción de la agroindustria cañera, estableciendo las condiciones, requisitos y el procedimiento de autorización, así como las infracciones y sanciones por su incumplimiento.

2.8 Conformación del Comité Técnico de Planificación del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar

La Resolución Biministerial MDPyEP-MDRyT N° 001.2022, de 25 de mayo de 2022, aprueba la conformación del Comité Técnico de Planificación del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar, como instancia de coordinación, análisis y planificación de acciones destinadas a promover el desarrollo del complejo productivo de la caña de azúcar.

A photograph showing a glass of light green sugarcane juice on the left and several cut stalks of sugarcane on a wooden surface in the foreground. The background is a blurred green field of sugarcane plants. The image is framed by blue bars at the top and bottom.

3.

CARACTERÍSTICAS DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

3. CARACTERÍSTICAS DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

3.1 Producción primaria

3.1.1 Fase agrícola

Con base en los datos del Instituto Nacional de Estadística, el cultivo de caña de azúcar es el séptimo cultivo más grande producido en el país, en términos de superficie cultivada (luego de la soya, maíz, trigo, sorgo, arroz y papa). Asimismo, es el principal cultivo en el país en términos de volumen producido.

3.1.1.1 Evolución de la producción de la caña de azúcar

En base a los datos del Instituto Nacional de Estadística, la información y análisis presentados se circunscriben a nivel nacional y se enmarcan hasta año agrícola 2021-2022 del cultivo de caña de azúcar. Por efectos de simplificación las zafras se referirán al año final del año agrícola.

GRÁFICO 1:
Producción de caña de azúcar
(Millones de toneladas)



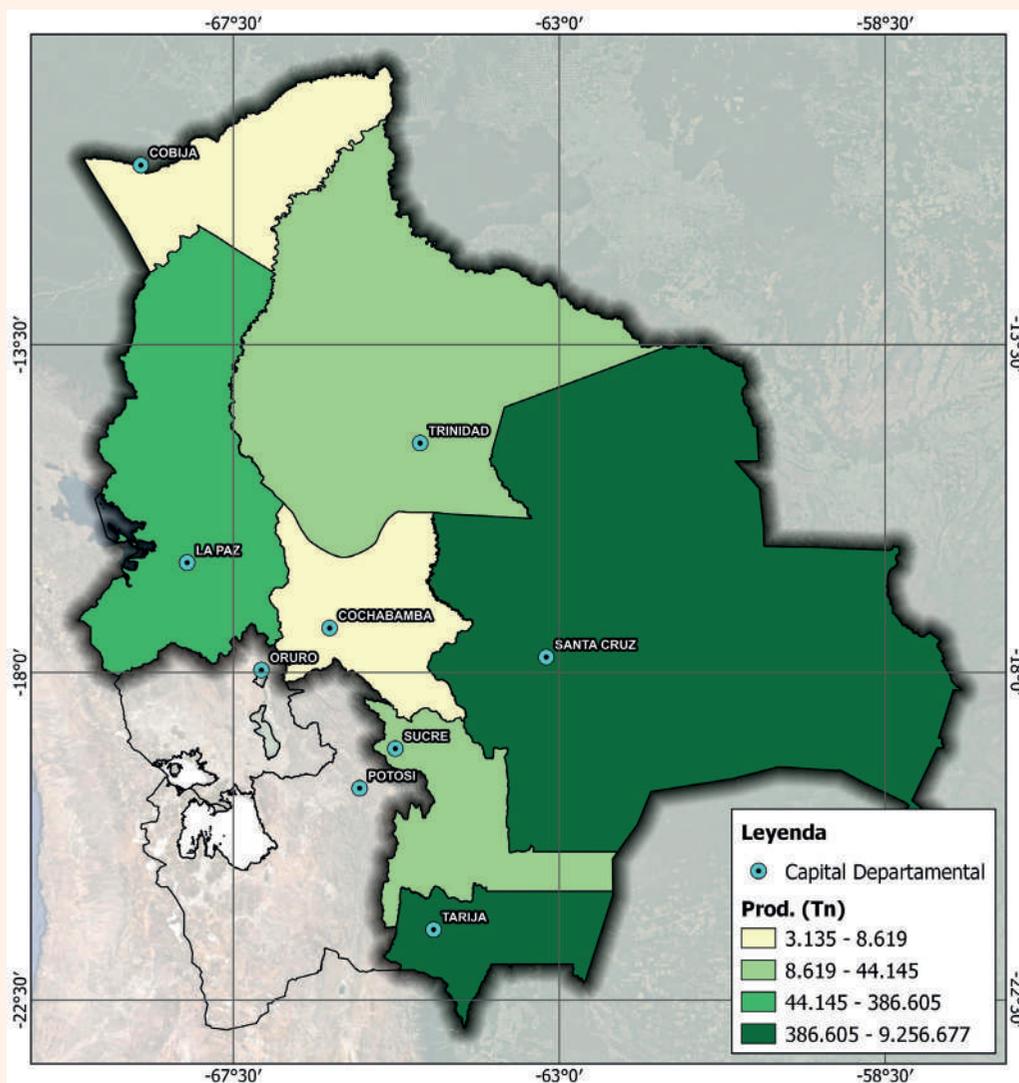
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2020

La producción nacional de caña de azúcar, en la zafra 2020 alcanzó una producción superior a 10 millones de toneladas, que muestra un crecimiento sostenido de la producción, pese a periodos donde se estancó o se redujo la producción (zafras 2005, 2010, 2011, 2014, 2015, 2016, 2022). A lo largo de los últimos veintidos años se tuvo una tasa promedio de crecimiento interanual de 4,8% en la producción de caña de azúcar, aunque a partir de la zafra 2018 se presenta una mayor tasa de crecimiento anual (6,4%),

mostrando el dinamismo sectorial, impulsado en estos últimos años por la apertura del mercado nacional del etanol anhidro como aditivo vegetal, que coadyuva en la sustitución de importaciones de combustibles. No obstante, las recientes zafras 2021 y 2022 hubo una leve caída de la producción de caña, siendo la última de 9,66 millones de toneladas.

Para la zafra 2023, se estima una caída en la producción de caña de azúcar a 9 millones de toneladas.

MAPA 1:
Distribución geográfica de producción departamental de caña de azúcar



Fuente: Censo Nacional Agropecuario, 2013. Encuesta Nacional Agropecuario, 2015. PSARDI – MDRyT, 2017. Atlas de Vocaciones y Potencialidades – MDPyEP, 2018. INE, 2019.
Elaboración: DGAPIEP, 2023

Los departamentos de Santa Cruz y Tarija, agrupan la mayor producción estimándose en más de 8,8 millones de toneladas para el año 2023. El departamento de La Paz alcanza una producción de 178.000 toneladas. Los demás departamentos tienen una producción baja destinada principalmente para el intercambio y consumo local.

3.1.1.2 Regiones productoras de caña de azúcar

Según los datos del Censo Nacional Agropecuario del 2013, y en complementación con los datos de la Encuesta Nacional Agrícola del 2015⁴ y del Plan del Sector Agropecuario y Rural con Desarrollo Integral Para Vivir⁵, la caña de azúcar se produce en todos los departamentos excepto Oruro, aunque el área cultivada se concentra en Santa Cruz (93%), Tarija (4%) y La Paz (3%)⁶.

TABLA 2:

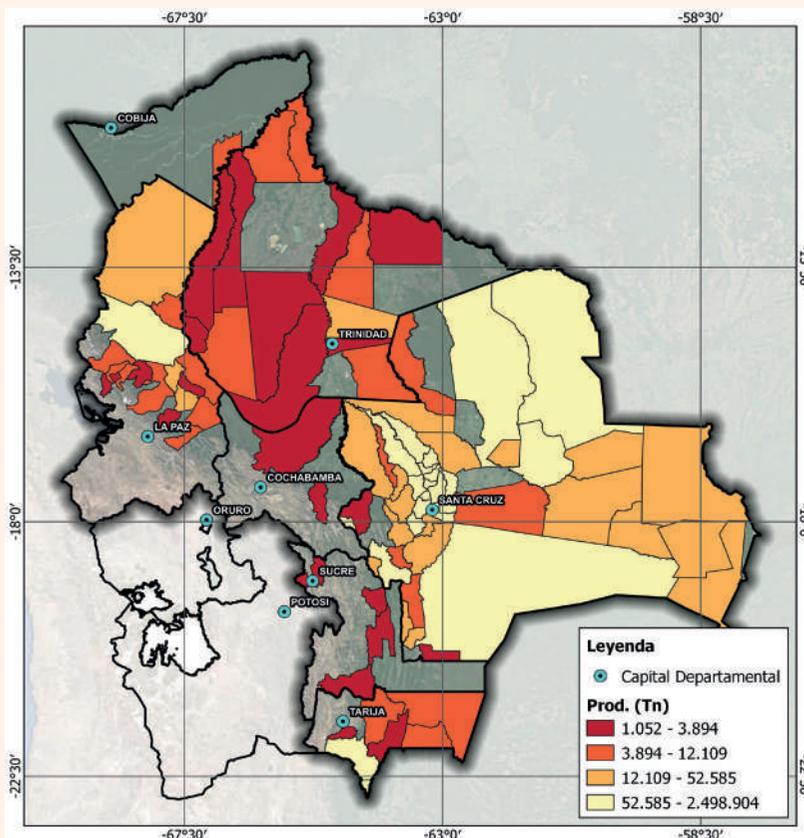
Bolivia: Superficie cultivada de caña de azúcar 2022-2023

Departamento	Zafra 2022 Sup. (Ha)	Zafra 2023 (e) Sup. (Ha)
Santa Cruz	169.125	173.571
Tarija	5.311	4.621
La Paz	4.707	4.010
Beni	1.051	918
Chuquisaca	285	270
Cochabamba	181	153
Pando	137	117
Potosí	3	3
Total	180.801	183,663

Fuente: DGAPIEP.

El año del Censo Agropecuario 2013, la superficie cultivada de caña de azúcar en el país, sumaba 150.538 hectáreas, misma que para el año 2022 subió a 180.800 hectáreas, mostrando una tasa de crecimiento interanual del 2,1% en este periodo.

MAPA N° 2:
Municipios productores de caña de azúcar, 2023



Fuente: Censo Nacional Agropecuario, 2013. Encuesta Nacional Agropecuario, 2015. PSARDI – MDRyT, 2017. Atlas de Vocaciones y Potencialidades – MDPyEP, 2018. INE, 2022.

4 Instituto Nacional de Estadística.
5 Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras.
6 Censo Nacional Agropecuario 2013. INE.

De acuerdo a cálculos geoestadísticos, se estima para el año 2023, la superficie cultivada de caña de azúcar en el país, alcanzara las 173.036 hectáreas, cuatro por ciento menos en comparación al año 2022. Esta reducción se debe a la ampliación de cultivos de soya; en el caso de las zonas productoras del departamento de Santa Cruz en las superficies destinadas tradicionalmente al cultivo de caña de azúcar, a esto también, se hace evidente la falta de renovación de los cañaverales que en algunos casos superan los 5 años de antigüedad. En caso del departamento Tarija, la presencia de sequía y la ampliación en superficie de los cultivos de papa y frutales mermaron las zonas tradicionales de siembra de caña de azúcar.

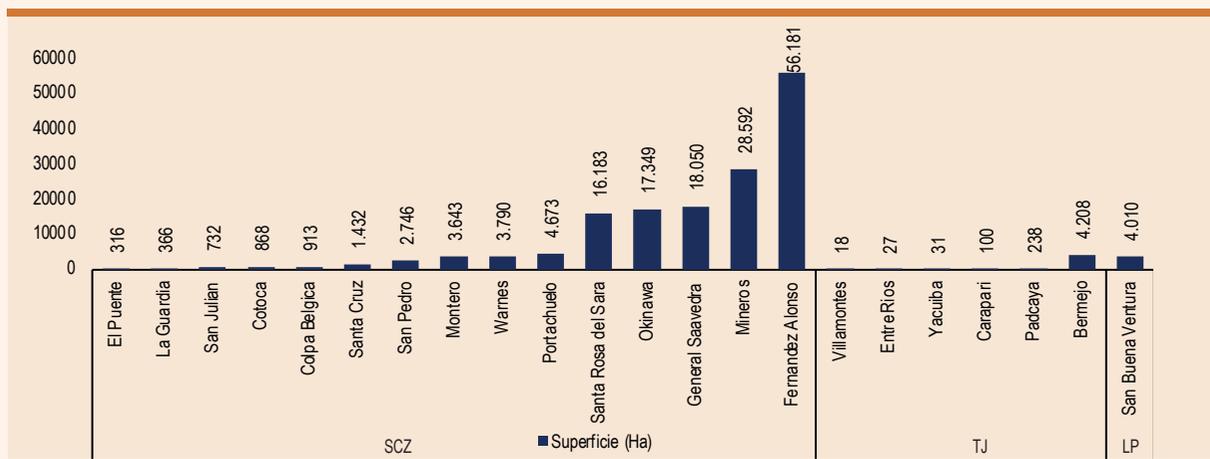
De acuerdo a las fuentes de información citadas, los principales municipios productores del país son: Gral. Saavedra, Mineros, Fernández Alonso, Okinawa Uno, Warnes, Portachuelo, Cotoca, San Pedro, Santa Cruz y Montero; del departamento de Santa Cruz y que

participan con 84% del total nacional demostrando la alta concentración geográfica de la producción de caña de azúcar.

En el departamento de Tarija, en el municipio de Bermejo se presentó una reducción de la superficie efectiva sembrada del 52%, es decir, 4.501 hectáreas menos en comparación al 2022. Lastimosamente esta zona productora durante los últimos siete años muestra una reducción de la superficie cultivada de caña de azúcar por: antigüedad de los cañaverales, efectos climatológicos, altos costos de producción y rotación de cultivos con menor tiempo de siembra y cosecha, como ser la papa y cítricos.

En el departamento de La Paz, en el municipio de San Buena Ventura, se observa que se incrementó la superficie cultivada con caña de azúcar en los últimos cinco años, posterior a la realización del Censo Agropecuario 2013 se observó que la superficie cultivada de 308 a 4.010 hectáreas al 2023.

GRÁFICO 2:
Superficie cultivada de caña de azúcar por municipio, año 2023
(En hectáreas)



Fuente: Censo Nacional Agropecuario, 2013. Encuesta Nacional Agropecuario, 2015. PSARDI – MDRyT, 2017. Atlas de Vocaciones y Potencialidades – MDPyEP, 2018. INE, 2019.

Las mayores perspectivas de crecimiento de este cultivo están en el departamento de Santa Cruz, donde se espera que, en el futuro, la superficie cultivada vaya extendiéndose hacia el norte de esta región (Norte Integrado) donde precisamente están asentados cuatro ingenios azucareros.

Otra región potencialmente productora se encuentra en la provincia Ballivián en Beni, que ya muestra

incrementos en el cultivo de caña de azúcar, debido a su cercanía con el Ingenio de San Buenaventura EASBA.

3.1.1.3 Número de productores de caña de azúcar

El Censo Nacional Agropecuario 2013 señala que en el país existen 11.618 Unidades Productivas Agrícolas (UPAs) que cultivan caña de azúcar de un total de 871.927 unidades en el país.

La relación entre superficie cultivada por UPA se muestra en la siguiente tabla y muestra que en promedio cada parcela tiene casi 13 hectáreas de caña de azúcar. Sin embargo, un análisis desagregado muestra que los productores cruceños quintuplican la superficie cultivada por productores tarijeños en promedio, y más sobre el resto de los productores del país, que cultivan caña de azúcar en superficies menores a una hectárea, mostrando que lo hacen con fines de autoconsumo o uso artesanal.

En La Paz, debido a la instalación y funcionamiento de EASBA, se estima que está relación habría subido de 0.61 a 8.2 hectáreas por UPA entre el 2012 y el 2015.

TABLA 3:
Bolivia: Unidades Productivas Agropecuarias dedicadas al cultivo de caña de Azúcar, 2012

Departamento	UPAs	Ha/UPA
Chuquisaca	421	0,29
La Paz	937	0,61
Cochabamba	376	0,53
Potosí	29	0,18
Tarija	2.290	4,18
Santa Cruz	5.994	23,16
Beni	1.383	0,80
Pando	188	0,65
BOLIVIA	11.618	12,96

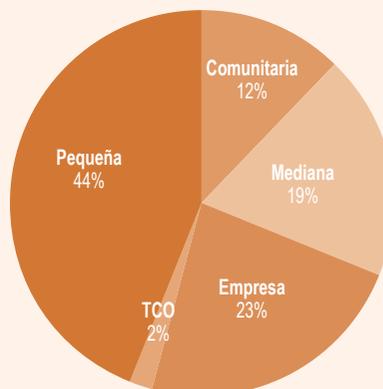
Fuente: Instituto Nacional de Estadística - Censo Nacional Agropecuario 2013

La Ley de Reforma Agraria⁷ clasifica en Santa Cruz a la pequeña propiedad cuando es menor a 50 ha., la propiedad mediana cuando es mayor a 50 ha y menor a 500 ha. y la empresa cuando es mayor a 500 ha. En otras regiones del país, las clasificaciones presentan valores menores a los de Santa Cruz.

Con esta tipología se establece que las propiedades pequeñas, comunitaria y TCO participan con el 58% del total de la superficie cultivada de caña de azúcar en el país, mientras que la propiedad mediana y la empresa aportan con el 42% restante.

GRÁFICO 3:

Bolivia, participación de las UPA en cultivo de caña por tipo de propiedad
(En porcentaje)



Fuente: Elaboración DGAPIEP

La superficie promedio cultivada de caña de azúcar (13 ha/UPA) indica un comportamiento típico en los cultivos industriales, que buscan la generación de economías de escala para mejorar sus ingresos y con empresas industriales grandes que aseguren su abastecimiento de materia prima, al contrario de otro tipo de cultivos que son más de autoconsumo y/o que no generan suficientes ingresos al productor por la baja superficie cultivada (alrededor de 1 ha/UPA).

Por otro lado, un análisis por departamento, con datos de la encuesta agropecuaria del año 2015, nos muestra que en La Paz las empresas tienen una participación más alta en la superficie cultivada, esto debido a la etapa inicial de desarrollo del complejo productivo donde los cultivos son promovidos por la empresa y se espera generar interés en los productores de la región para que empiecen a cultivar caña de azúcar.

3.1.1.4 Calendario agrícola y datos técnicos agrícolas

La caña de azúcar es un cultivo semi-perenne con un ciclo promedio de cinco a seis años tras el cual debiera ser reemplazada. El periodo de cosecha de la caña de azúcar y la recepción de la misma en ingenios, están estrechamente vinculados. La caña de azúcar debe ser cosechada cuando alcanza un máximo contenido de

⁷ Ley de Reforma Agraria de 2 de agosto de 1953, la clasificación se establece en los artículos 15, 16 y 17.

sacarosa y ser transportada a los ingenios en el menor tiempo posible, ya que el contenido de sacarosa va disminuyendo con el transcurso del tiempo. Por ello, los ingenios generalmente identifican la evolución de cada área productiva en los cañaverales y programan su cosecha, transporte y recepción, para evitar la disminución del contenido de sacarosa.

La recepción de caña de azúcar en los ingenios sucroalcoholeros durante los últimos seis años, tuvo duraciones variables, con fechas de inicio y fin diferentes. Así, las zafras 2015, 2019 y 2022 presentan el periodo más largo de recepción, con 14 quincenas, mientras que en la gestión 2014, 2018 y 2021 solamente fue de 12 quincenas.

TABLA 4:
Periodo de recepción de caña en ingenios 2013-2022

Safr	Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Duración Quincenas
	2da. Quinc.	1ra. Quinc.	2da. Quinc.																
2013																			13
2014																			12
2015																			14
2016																			13
2017																			13
2018																			12
2019																			14
2020																			13
2021																			12
2022																			14

Fuente: Elaboración UCP-VPIMGE en base a reportes de la industria azucarera

El inicio del periodo de zafra está condicionado por el inicio y la frecuencia de lluvias, su mayor presencia impide la cosecha de la caña de azúcar. Mientras que el fin del periodo de zafra depende también de las lluvias y de la accesibilidad a los campos más alejados y el deterioro en el desarrollo fenológico de la planta (disminución del contenido de sacarosa).

Algunos datos técnicos del sector agrícola cañero, nos muestra que solamente el 3,3% de la superficie cultivada con caña de azúcar cuenta con riego⁸, que equivale a 4.970 hectáreas. Un 88% de las hectáreas bajo riego se encuentran en el departamento de Santa Cruz, 4% en Tarija y 8% en otros departamentos productores.

Respecto del uso de maquinaria por parte de los productores, un estudio del MDRyT (2016)⁹ identifica que el 90% de los productores en el departamento de Santa Cruz usan maquinaria para la cosecha de caña

de azúcar, mientras que el 10% de los productores cosechan de forma manual. Entre quienes usan maquinaria para la cosecha, 47% emplean maquinaria propia, 27% maquinaria alquilada y 26% emplean tanto maquinaria propia como alquilada.

En el mismo estudio se identificó que entre los productores cruceños, un 82% utiliza algún agroquímico para controlar el cultivo de caña de azúcar, entre los agroquímicos más empleados tenemos Triple mezcla (47%) y 24-D (28%), y entre los fertilizantes más empleados urea (46%) y NPK (19%).

Existe una relación proporcional entre el uso de fertilizante y el rendimiento agrícola, por ello se espera que un mayor empleo de la urea producida en la planta ubicada en Bulu Bulu, Cochabamba tenga un mayor impacto positivo sobre el rendimiento y la producción de caña de azúcar en el país.

⁸ Reporte Estadístico de la Encuesta de pronóstico de cosecha de la zafra 2016 de la caña de Azúcar – MDRyT

⁹ Reporte estadístico de la encuesta de pronóstico de cosecha de la zafra 2016 de la caña de azúcar. MDRyT-OAP.

3.1.2 Identificación de la superficie cultivada de caña de azúcar – campaña de verano 2023

La ejecución de planes y programas en las diferentes zonas de producción del país, depende directamente de la disponibilidad de información geo estadística y un conocimiento conciso de la superficie ocupada del cultivo de caña de azúcar, y la tendencia de producción y rendimiento.

El conocimiento de su distribución geográfica, resulta muy importante tanto para la actividad privada, como para el Estado, con el propósito de mejorar la calidad de sus intervenciones y satisfacer los requerimientos propios de un proceso de planificación.

En ese marco, los sensores remotos y los sistemas de procesamiento de imágenes digitales, son en la actualidad la tecnología más adecuada para realizar estudios de monitoreo, identificación y cuantificación de cultivos, en este caso del cultivo de caña de azúcar.

En ese entendido, se identificó y cuantifico las zonas de cultivo de caña de azúcar, a partir de la captura, procesamiento y análisis digital de imágenes satelitales de resolución espacial adecuada que permita evaluar las variables meteorológicas y estimar su producción para la campaña de verano 2023. Efectuándose las siguientes tareas::

- Procesamiento de imágenes satelitales de variables meteorológicas que cubran las zonas de cultivos de caña de azúcar.
- Tratamiento e interpretación de las imágenes de satélite para la identificación de la superficie cultivada de caña de azúcar.
- Estimar los volúmenes y rendimientos proyectados en las zonas productoras de cultivo de caña de azúcar.

El factor más importante para obtener los volúmenes estimados de la producción del cultivo de caña depende directamente de la precipitación y la temperatura suelo, en este caso de la acumulación en la superficie caracterizada por los pisos ecológicos en las zonas de producción.

En ese contexto, se planteó la metodología de focalizar las comunidades dedicadas a la producción agrícola, analizando su distribución, las conexiones y la correlación entre los datos y la representación espacial, para lo cual, se empleó los datos del Censo Nacional Agropecuario del año 2013, como línea base, Encuesta Agropecuaria del 2015 – INE, los volúmenes de producción agrícola proyectados en el Plan Sectorial del MDRyT de 2017 y el Atlas de Vocaciones y Potencialidades Productivas, 2019.

En esa línea metodológica, la información de las comunidades agro productivas estructurada de acuerdo a condiciones de clasificación por la cantidad de producción, fueron sometidos a criterios algebraicos de carácter cartográfico; resultando información cuantitativa y cualitativa de aquellos volúmenes de producción que se manifiestan en el espacio territorial de acuerdo al tipo de actividad agrícola.

Se obtuvo imágenes satelitales de la época húmeda (enero, febrero y marzo) en una serie de tiempo de 2011 al 2023, debido principalmente a que partir del año 2010; en adelante, los efectos del cambio climático inciden en el proceso de frecuencia paramétrica de la precipitación y temperatura a nivel Nacional. El conjunto de datos de los productos satelitales, se detallan a continuación:

- Precipitación acumulada mensual, obtenidas del sensor TRMM
- Temperatura suelo día mensual, obtenidas del sensor MODIS-Terra
- Índice de vegetación NDVI obtenidas del sensor MODIS-Terra
- Evapotranspiración, obtenidas del Modelo GLDAS
- Modelo Digital de Elevación obtenido de SRTM

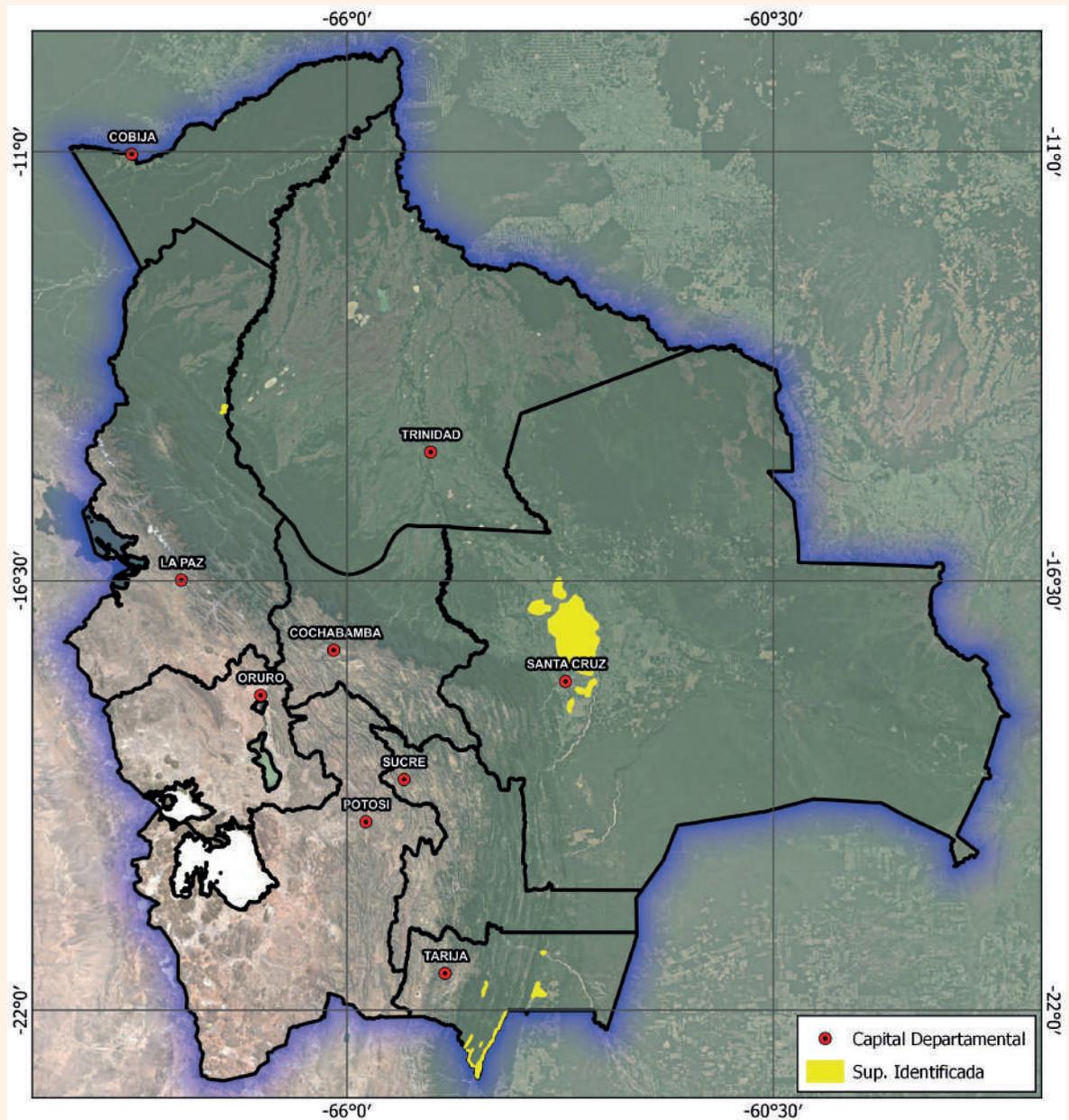
Se descargó en un total de 80 imágenes de satélite en formato netCDF, con una cobertura de aproximadamente de 10.050 km². Estas se organizaron a partir del año 2011 al 2023 y

distribuidos para los meses de la época húmeda (enero a marzo).

Definida la tecnología de geo procesamiento de datos de tipo raster; en el software QGis 3.16, se procedió al análisis de la variabilidad meteorológica

y su correlación la producción del cultivo de caña de azúcar, abordándose desde dos perspectivas: una es la aplicación de la geo estadística; empleándose el software estadístico Rstudio, y otra es el análisis multivariado de las imágenes de satélite empleándose el Google Engine.

MAPA 3:
Identificación de superficies de cultivos de caña de azúcar, año 2023



Fuente: DGAPIEP, 2023

Con las imágenes resultado de la clasificación supervisada donde se identificó las áreas de cultivo de caña de azúcar en los departamentos de Santa Cruz y Tarija, se procedió a poligonizar estas zonas de cultivo identificadas para calcular el área aproximada de cultivos de caña de azúcar para la campaña de verano.

TABLA 5:
Bolivia: superficie cultivada de caña de azúcar 2023

Departamento	Municipio	Superficie estimada (ha)
Santa Cruz	Fernandez Alonso	62.576
	Mineros	31.846
	General Saavedra	20.104
	Okinawa	19.324
	Santa Rosa del Sara	18.025
	Portachuelo	5.205
	Warnes	4.221
	Montero	4.058
	San Pedro	3.059
	Santa Cruz	1.595
	Colpa Belgica	1.017
	Cotoca	967
	San Julian	815
	La Guardia	408
El Puente	352	
Sub Total		173.571
Tarija	Bermejo	4.208
	Padcaya	238
	Carapari	100
	Yacuiba	31
	Entre Rios	27
	Villamontes	18
Sub Total		4.622
La Paz	San Buenaventura	4.010
Total		182.203

Fuente: DGAPIEP, 2023

De acuerdo al análisis y procesamiento geoestadístico de la imagen satelital clasificada, se obtiene como resultado que en el departamento de Santa Cruz se

tiene una superficie aproximada de 173.571 Ha, que representa el 94% de área cultivada. El municipio de FernándezAlonso tiene la mayor superficie identificada de cultivos de caña de azúcar con 62.576 hectáreas. Seguidamente se tiene al departamento de Tarija con una superficie aproximada de 4.622 Ha, siendo el 4% de las zonas de cultivo del total nacional; donde el municipio de Bermejo tiene la mayor superficie con 4.208 Ha y finalmente el departamento de La Paz, siendo el municipio de San Buenaventura con una superficie aproximada de 4.010 Ha; representando un 2% de la superficie nacional de cultivos de caña de azúcar.

3.1.2.1 Estimación de la precipitación acumulada y la producción del cultivo de caña de azúcar

Reiterando que las superficies identificadas cultivadas de caña de azúcar están susceptibles a ser afectados en la cantidad producida por las unidades productivas por la variabilidad de la precipitación acumulada estacional en la época de siembra.

Se realizó el cálculo estimado de la precipitación acumulada para el año 2023 empleando el modelo geoestadístico de regresión lineal múltiple para la época de siembra para la campaña de verano, tomándose en cuenta que para su crecimiento fenológico se requiere una precipitación de 900 a 1.200 mm y a una temperatura suelo máxima de 30°C.

En el departamento de Santa Cruz se estima una precipitación acumulada de 825 a 1.115 mm, en las zonas de cultivo del departamento de Tarija entre los 550 a 870 mm, para el departamento de La Paz se proyecta una precipitación entre los 680 a 1.605 mm.

Para estimar la producción del cultivo de caña de azúcar, se empleó la colección de imágenes de satélite meteorológicas de precipitación acumulada, temperatura suelo, evapotranspiración y el índice de vegetación, bajo un análisis de multi variante, se determinó un modelo geoestadístico de regresión lineal múltiple por cada zona de producción del cultivo de caña de azúcar.

$$Rend.(Tn/Ha)=8,7467-0,0035\sum PP+0,89538\sum TEMP+2,6451\sum EVP+35,98241\sum NDVI$$

Indicar que este modelo ajustado tiene un 90% de confianza y un coeficiente de correlación múltiple del 76%.

Aplicando este modelo de regresión lineal múltiple, se obtuvo los volúmenes proyectados de producción y rendimiento para la campaña de verano en las zonas productoras de caña de azúcar.

TABLA N° 6:
Estimación de producción y rendimiento campaña de verano cultivo de caña de azúcar, 2023

Departamento	Superficie Identificada (Ha)	PP (mm) Mínima requerida	PP (mm) Estimada Ene-Mar 2023	Estimación Producción Campaña Verano 2023 (Tn)	Estimación Rendimiento Campaña Verano 2023 (Tn)
Santa Cruz	173.571	900-1.200	825-1.115	9.876.190	56,9
Tarija	4.621		550-870	230.126	49,8
La Paz	4.010		680-1.605	178.044	44,4
Total	182.202			10.284.360	56,4

Fuente: DGAPlyEP, 2023

En la tabla 6, se describe la comparación de valores estimados de precipitación acumulada calculados a partir del modelo geoestadístico para la época húmeda respecto a la precipitación mínima requerida para el crecimiento fenológico el cultivo de caña de azúcar.

Se estima que la producción de caña de azúcar para la campaña de verano 2023, en el departamento de Santa Cruz, Tarija y La Paz, será de más 10.284.360 Tn, en una superficie identificada de 182.202 Ha y un rendimiento promedio de 56,4 Tn/Ha.

El departamento de Santa Cruz tuvo el mayor volumen de producción de caña de azúcar estimándose en 9.876.190 Tn, en una superficie cultivada de 173.571 Ha y un rendimiento promedio departamental de 56,9 Tn/Ha. Le sigue, el departamento de Tarija con una superficie identificada de 4.621 Ha estimándose una producción de 230.126 Tn y un rendimiento promedio de 49,8 Tn/Ha. Finalmente, en el departamento de La Paz, el volumen de producción estimado alcanzara 178.044 toneladas en una superficie cultivada de 4.010 hectáreas y un rendimiento promedio de 44,4 toneladas por hectáreas.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta los niveles de precipitación acumulada estimado a través de las imágenes de satélite meteorológicas, donde se presenta un déficit de más de 105 mm que puede llegar a afectar el crecimiento fenológico por pérdida de precipitación..

3.1.3 Producción caña de azúcar

3.1.3.1 Producción de caña de azúcar 2010 - 2023

En este decenio, hubo un incremento continuo tanto de la superficie cultivada como de la producción obtenida. La producción tuvo tasas de crecimiento mayores a las tasas de crecimiento de la superficie, debido a que los rendimientos también subieron, mejorando la productividad de los cañaverales.

GRÁFICO 4:
Bolivia: superficie cultivada de caña de azúcar, 2010-2022
(En miles de hectáreas)



Fuente: MDRyT-DGAPIEP

Entre los años 2017 hasta el 2021, fue el periodo de mayor crecimiento de la superficie cultivada con un promedio anual de 172.000 hectáreas y representa un crecimiento promedio anual del 5%. La aplicación de la superficie cultivada de caña de azúcar se debe a los incentivos en la producción de alcohol anhidro y alta demanda del azúcar en el mercado interno y la industria de bebidas.

En la gestión 2022, la superficie se redujo a 180.801 hectáreas, es decir, 2.000 hectáreas menos con respecto al 2021. En el año 2023, la superficie estimada fue de 173.036 hectáreas, 4% menos en comparación al año 2022. Esta reducción se debe a la antigüedad de los cañaverales, efectos climáticos sequía y exceso de precipitación que afectan directamente al rendimiento del cultivo y principalmente a la ampliación de la siembra de cultivo de soya en zonas tradicionales destinado a los cañaverales.

GRÁFICO 5:
Bolivia: Rendimiento agrícola de caña de azúcar, 2013-2022
 (En toneladas por hectárea)

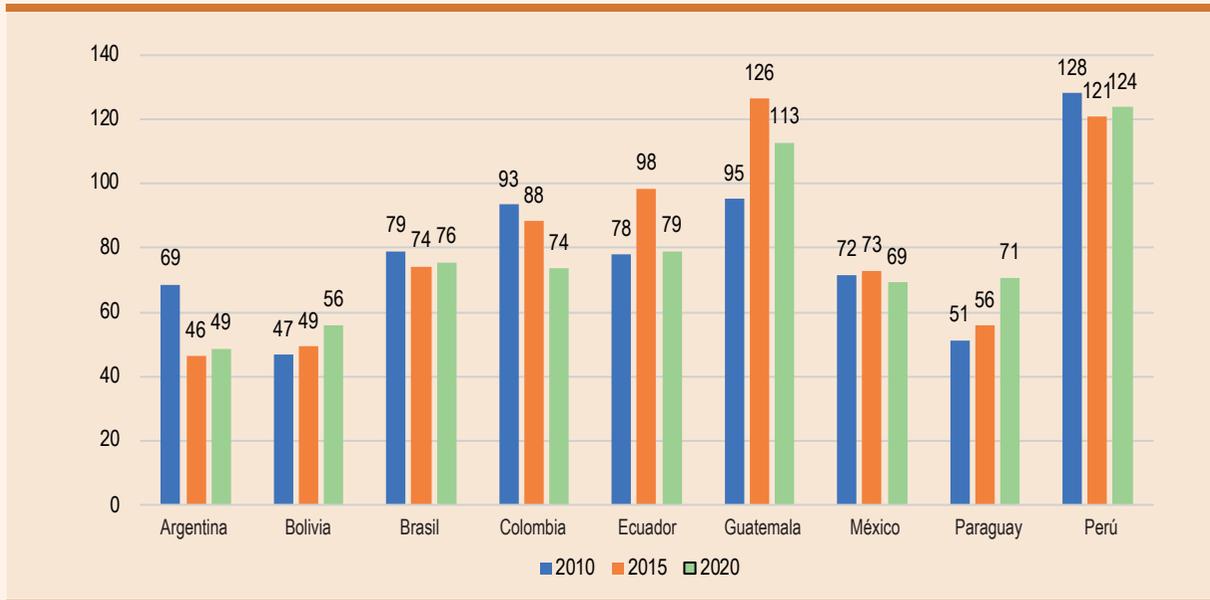


Fuente: MDyT

El gráfico siguiente, muestra un ranking de los países del continente americano de acuerdo a su rendimiento del cultivo de caña de azúcar. De acuerdo a estos datos Bolivia ocupa la menor ubicación pese a haber incrementado su rendimiento agrícola en los últimos años.

Por ello, resulta importante avanzar en la investigación de variedades que no solamente incrementen el rendimiento de toneladas de caña por hectárea, sino también incrementen el contenido de sacarosa por tonelada de caña, ambos factores que hacen a la competitividad de la industria azucarera.

GRÁFICO 6:
Rendimientos agrícolas de caña de azúcar en países de la región por año, 2010, 2015 y 2020
 (En toneladas por hectárea)



Fuente: FAOSTAT

Perú y Guatemala están entre los países con mayores rendimientos agrícolas de caña de azúcar en el mundo, por encima de las 110 toneladas de caña por hectárea, el doble de lo que se obtiene en nuestro país. Además, Brasil, Guatemala, México y Guatemala se encuentran entre los principales exportadores de azúcar del mundo, debido a esta ventaja en la productividad agrícola.

Realizando una comparación de rendimientos del cultivo de caña de azúcar para el año 2020 con el país de Perú, siendo el país con el mejor rendimiento a nivel mundial, con 124 t/ha, lo que significa lograr una producción de 10,8 millones de toneladas en una superficie cultivada de 87.095 ha. solamente.

La mayor disponibilidad y uso de urea como fertilizante en los cultivos, y el impulso efectivo a la investigación por parte de CENACA y CITCCA, serán acciones importantes para seguir aumentando el rendimiento agrícola de la caña de azúcar en los próximos años y reducir las brechas de productividad con otros países de la región.

Bolivia de no mejorar su rendimiento agrícola basará su incremento de producción en un incremento de superficie, siendo que lo recomendable es el incremento de rendimiento, dado el potencial de crecimiento debido

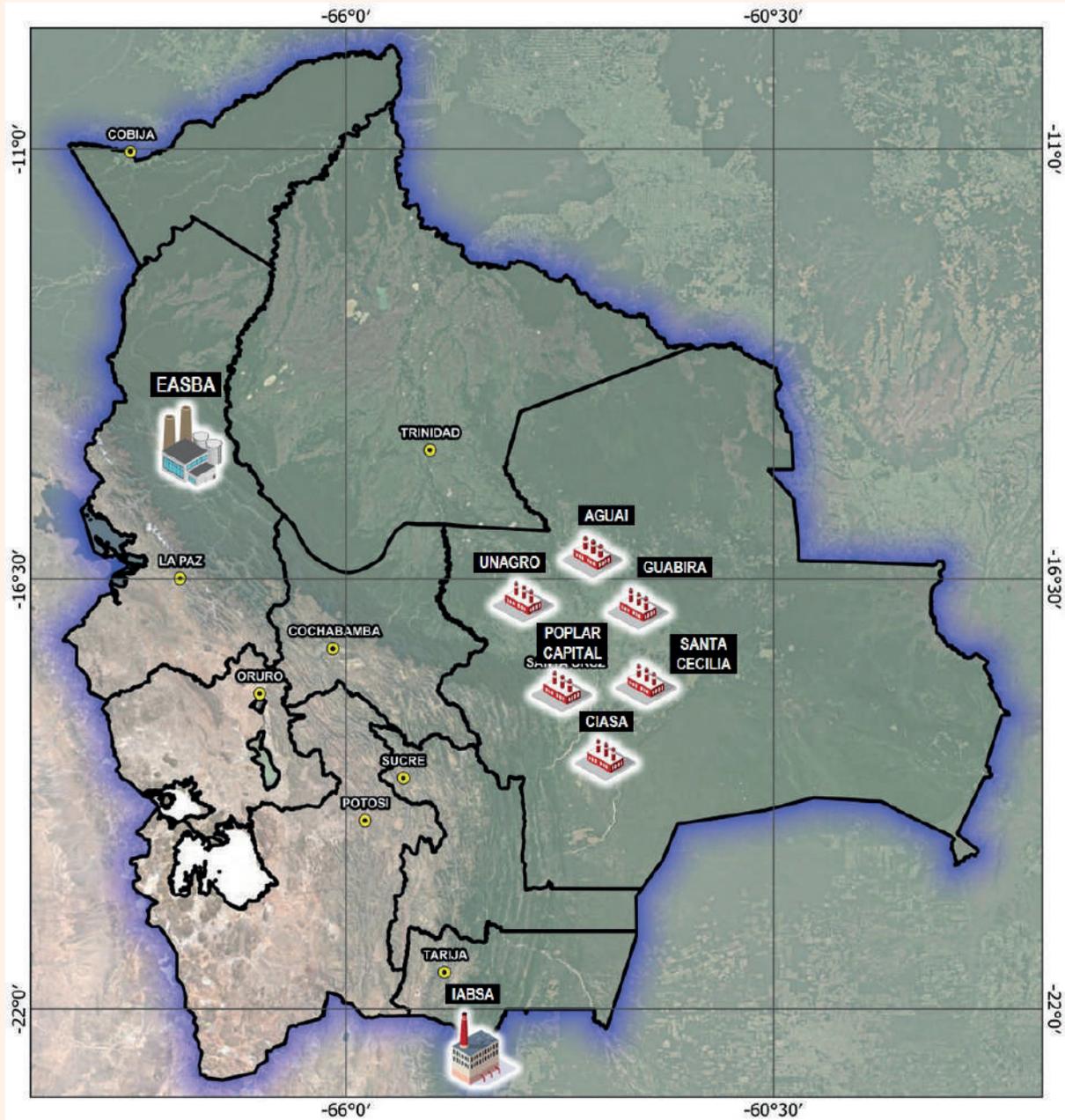
a nuestro rezago tecnológico. Así, un incremento de 10 t/ha en el rendimiento, hasta los 66 t/ha, tendría un incremento adicional de 1,8 millones de toneladas de caña de azúcar suficientes para producir adicionalmente al menos 2,4 millones de quintales de azúcar y más de 50 millones de litros de alcohol, evitando la siembra de al menos 32.000 hectáreas de caña.

3.2 Transformación e industrialización de la caña de azúcar

3.2.1 Ingenios azucareros

En Bolivia, actualmente existen siete Ingenios, cinco de ellos ubicados en el Departamento de Santa Cruz: Ingenio Azucarero UNAGRO S.A, Planta Industrial Poplar Capital S.A (ex Don Guillermo), Compañía Industrial Azucarera San Aurelio e Ingenio Azucarero Guabirá S.A., Ingenio Sueroalcoholero Aguaí S.A., uno en el Departamento de Tarija: Industrias Agrícolas de Bermejo S.A. – IABSA, finalmente otro en el departamento de La Paz con el Ingenio estatal Empresa Azucarera San Buenaventura - EASBA siendo así las zonas de cultivo de la caña de azúcar a nivel nacional los departamentos Santa Cruz, La Paz y Tarija.

MAPA 4:
Ubicación de ingenios sucroalcoholeros



Fuente: VPI. Elaboración: DGAPIEP

La industria sucroalcoholera nacional presenta características productivas heterogéneas en varios aspectos, por un lado existen ingenios modernos recientemente instalados y otros con decenas de años de antigüedad, ingenios de una capacidad productiva superior a las 20.000 toneladas de molienda diaria y otros que no alcanzan las 5.000 toneladas diarias,

ingenios que por su procesos productivos orientan su producción al azúcar mientras que otros la orientan a la producción de alcohol, ingenios cuya propiedad pertenece a un pequeño grupo accionista mientras otros que presentan una estructura accionaria perteneciente mayoritariamente a sus productores cañeros, ingenios que producen su caña, otros que se

abastecen de pocos proveedores y otros ingenios de muchos pequeños productores, ingenios con buenos estados financieros y otros con estados financieros deficitarios, ingenios que acceden a mercados de exportación y otros que no, etc. por lo que todas estas características otorgan a este complejo productivo una singularidad que dificulta la gestión de políticas públicas genéricas, siendo necesaria la búsqueda de medidas de apoyo sectorial diferenciadas para lograr su desarrollo sectorial.

A continuación, se presenta información estadística del sector industrial, que reporta periódicamente información al MDPyEP a través del sistema informático denominado SITCCA.

3.2.2 Capacidades productivas de la industria azucarera en Bolivia

Las empresas que constituyen la industria azucarera nacional pueden ser clasificadas de acuerdo con su capacidad de molienda de caña de azúcar. De acuerdo

con el registro de ingenios, se tiene el siguiente detalle de capacidades instaladas para la molienda de caña de azúcar:

TABLA 7:
Capacidad instalada de la industria azucarera boliviana (2022)

Capacidad instalada diaria (Tm/día)	Número de ingenios
Mayor a 15.001	3
Entre 5.000 a 15.000	3
Menor a 5.000	2

Fuente: Elaboración VPI en base a Registro de Ingenios azucareros

La capacidad de molienda diaria total de los ingenios azucareros del país supera las 95.000 t/día. La capacidad instalada se ha visto incrementada en el país en los últimos diez años, en función de las inversiones realizadas en la construcción y operación de los ingenios Aguaí en Santa Cruz y EASBA en La Paz y en la ampliación de capacidades en GUABIRÁ, UNAGRO y POPLAR CAPITAL.

GRÁFICO 7:
Capacidad instalada de molienda de caña (Toneladas/día)



Fuente: Elaboración VPI

La capacidad de molienda actual tiene un potencial de producción de 16,2 millones de toneladas considerando una zafra efectiva de 165 días, por lo que el porcentaje de la capacidad utilizada es de 52%, sin embargo, considerando la capacidad utilizada respecto de la capacidad real de los ingenios y los días efectivos de trabajo, el porcentaje sube a 64%.

La producción en ingenios azucareros usualmente inicia entre abril y mayo y concluye entre octubre y noviembre de cada año, aunque presenta variaciones en cada zafra y zona del país. El resto del año se realiza mantenimiento mecánico, eléctrico y de otra índole en las instalaciones industriales.

El promedio de días de producción varía en cada ingenio, así como varía en cada zafra, ya que mientras hay ingenios que no alcanzan a producir tres meses por falta de materia prima, hay otros ingenios que alcanzan los seis meses de producción.

El porcentaje de capacidad utilizada por la industria azucarera también varía en función de la disponibilidad diaria de la materia prima (caña de azúcar), los factores climáticos y otras contingencias y paradas en fábrica.

Comparativamente, cabe indicar que mientras en Bolivia existen 2 ingenios con molienda mayor a 2 millones de toneladas por zafra, en Brasil existen 86 ingenios de esa capacidad (de un total de 402 ingenios)¹⁰, lo cual influye en los costos de producción ya que esta es una industria donde se alcanzan economías de escala.

3.2.3 Caña de azúcar homologado

El Plan de Zafra es la planificación conjunta entre el ingenio y el sector agrícola cañero para el aprovisionamiento y entrega de la caña de azúcar disponible para el procesamiento y transformación en la agroindustria cañera.

En el Plan de Zafra se consolida la información de la oferta de caña de azúcar, tanto propia como de cañeros, la capacidad de molienda de la industria, se detalla los proveedores y se realiza una programación quincenal de ingreso de caña de azúcar al ingenio y los cupos respectivos por proveedor cañero.

A continuación, se grafica las cantidades de caña de azúcar presentada para homologación entre la zafra 2013 a 2022, que representan la cantidad de molienda planificada a inicio de zafra.

GRÁFICO 8:
Cantidad de molienda planificada de caña de azúcar
(En toneladas)



Fuente: Elaboración VPI

(*) En la zafra 2020 ni GUABIRÁ ni UNAGRO lograron la homologación de sus planes de zafra. En la zafra 2015, 2021 y 2022 IABSA tampoco lo logró.

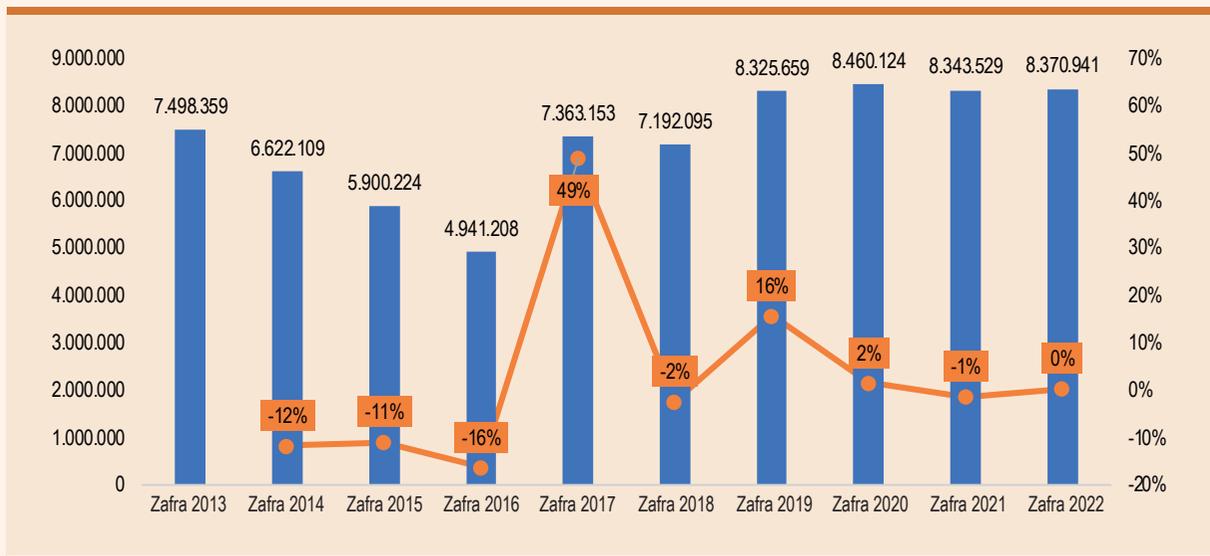
¹⁰ CONAB (2013) Perfil del sector de azúcar y de alcohol en Brasil.

Se observa que la disponibilidad de caña de azúcar para su molienda en la agroindustria cañera ha repuntado en los últimos cinco años, debido al incremento de la superficie cultivada que produjo mayor cantidad de caña de azúcar. Luego, se analizará la molienda efectiva de caña de azúcar y los porcentajes de cumplimiento en relación a estos planes.

3.2.4 Procesamiento de caña de azúcar

La caña de azúcar efectivamente molida y procesada por los Ingenios tuvo una reducción gradual permanente desde la zafra 2014 hasta la zafra 2016 con disminuciones permanentes entre 11% y 16% anual, tendencia que tuvo su punto de inflexión en la zafra 2017 con un importante incremento anual de 49%, que tuvo luego un leve retroceso en la zafra 2018 del 2%, que tuvo luego un leve retroceso en la zafra 2019 del 16%, que tuvo luego un leve retroceso en la zafra 2020 del 2%, que tuvo luego un leve retroceso en la zafra 2021 del -1%, que tuvo luego un leve retroceso en la zafra 2022 del 0%.

GRÁFICO 9:
Caña molida
(Toneladas y porcentaje de crecimiento)



Fuente: Elaboración VPI en base a Reporte de Ingenios azucareros

En la zafra 2019 se tuvo otro incremento importante del 16% y en la zafra 2020 el incremento fue del 2% para alcanzar una molienda record de caña de 8,46 millones de toneladas.

Desde la zafra 2020 se tienen variaciones mínimas en la molienda efectiva de caña de azúcar entre -1% y 2% hasta la zafra 2022.

La mayor disponibilidad de caña de azúcar se debe a la apertura y crecimiento del mercado nacional del etanol anhidro como aditivo vegetal de las gasolinas, este nuevo mercado genera una demanda adicional de caña de azúcar. Esta mayor disponibilidad fija un mayor nivel de producción de la industria nacional desde el

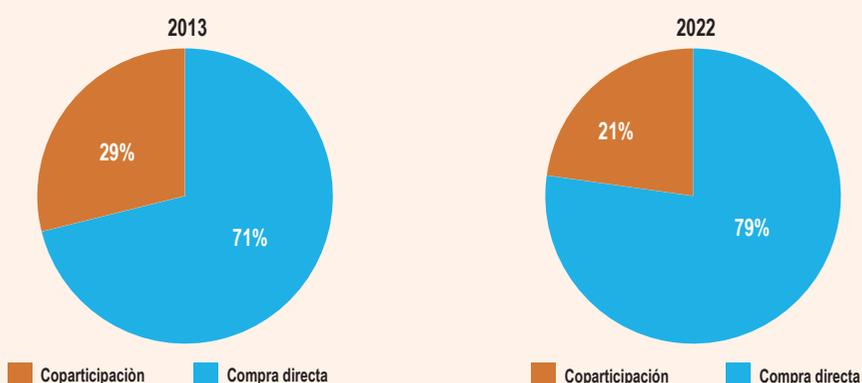
2019 mejorando la perspectiva de crecimiento de este complejo productivo basado en la demanda interna.

En la zafra 2022, el 95,3% de la molienda se realizó en ingenios sucroalcoholero de Santa Cruz, en Tarija 2,5% y en La Paz 2,2%.

Los ingenios tienen dos modos de aprovisionamiento, la compra directa de caña y la coparticipación, en el siguiente gráfico se observa que entre el 2013 y el 2022 la participación en la molienda de los ingenios que compran caña se incrementó del 71% al 79%, y aquellos ingenios que coparticipan redujeron su participación del 29% al 21% mostrando una tendencia que evidencia la preferencia del abastecimiento via compra directa.



GRÁFICO 10:
Participación de ingenios en la compra de caña
(En porcentaje)



Fuente: Elaboración VPI en base a reporte de ingenios azucareros

3.2.5 Molienda programada Vs. ejecutada

La caña de azúcar efectivamente molida en comparación con la programada en los planes de zafra muestra variaciones mayores al 10% en los años 2014, 2016, 2017, 2018 y 2022.

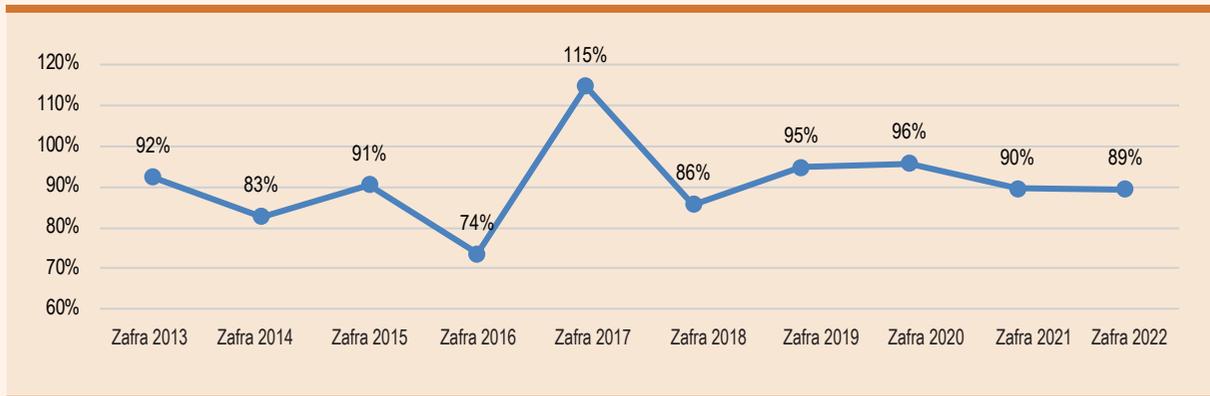
TABLA 8:
Molienda programada vs. ejecutada
(En toneladas y porcentaje)

Descripción	Zafra 2013	Zafra 2014	Zafra 2015	Zafra 2016	Zafra 2017	Zafra 2018	Zafra 2019	Zafra 2020	Zafra 2021	Zafra 2022
Molienda programada	8.112.655	8.006.984	6.516.364	6.709.182	6.418.341	8.384.207	8.774.561	8.840.520	9.319.047	9.357.628
Molienda ejecutada	7.498.359	6.622.109	5.900.224	4.941.208	7.363.153	7.192.095	8.325.659	8.460.124	8.343.529	8.370.941
Porcentaje de comportamiento	92%	83%	91%	74%	115%	86%	95%	96%	90%	89%

Fuente: Elaboración VPI en base a reporte de ingenios azucareros

La zafra con mayor cumplimiento es de la gestión 2017 donde se ha molido el 115% de la caña programada inicialmente y la zafra 2016 es el de menor cumplimiento donde solo se pudo moler el 74% de lo planificado.

GRÁFICO 11:
Grado de cumplimiento
(En porcentaje)



Fuente: Elaboración VPI en base a reporte de ingenios azucareros

El promedio de cumplimiento de las cantidades inicialmente programadas, en las ocho zafras analizadas es del 91%, variación que ha ido estabilizándose en las últimas cuatro zafras, alrededor de ese valor.

3.2.6 Pol en caña de azúcar

En la industria cañera uno de los aspectos importantes para calcular la producción de azúcar a partir de la caña, es el contenido de porcentaje de sacarosa presente en la caña, calculada en el jugo extraído de las muestras tomadas de los camiones que ingresan a ingenio. Se determina con un polarímetro, de ahí que también sea llamado Pol aparente.

El contenido de sacarosa en la caña de azúcar es el resultado del manejo agronómico donde influyen las características físico-químicas del suelo, la aplicación de fertilizantes, la variedad de la caña, el grado de madurez, la edad de la caña, la época de cosecha, la correcta cosecha y el menor tiempo entre el corte y su procesamiento en fábrica. A mayor contenido de sacarosa, mejores rendimientos fabriles que benefician económicamente tanto a ingenios como a productores cañeros. El siguiente gráfico indica el contenido de la sacarosa promedio de las zafras 2013 a la zafra 2022.

GRÁFICO 12:
Contenido de sacarosa
(En porcentaje)



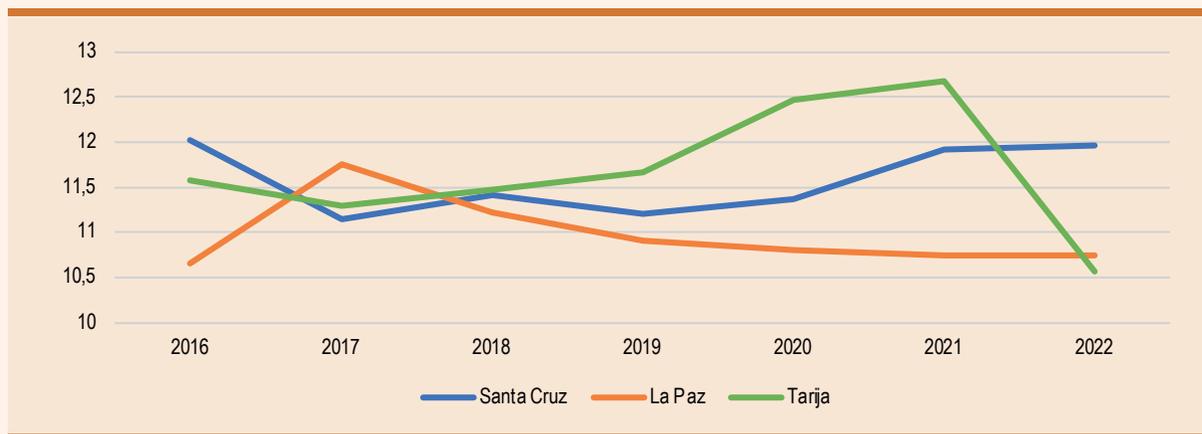
Fuente: Elaboración VPI en base a Reporte de Ingenios azucareros

Desde que estos datos son reportados por los ingenios azucareros, entre la zafra 2013 a 2015 se presentan los menores valores de sacarosa, cuando no superaban el 11%. A partir de la zafra 2016 los valores no bajan de 11%, siendo la zafra 2016 cuando se ha obtenido el mayor porcentaje de sacarosa de las diez zafras presentadas, aunque fue la zafra con el menor volumen molido. Las últimas dos zafras presentan altos valores relativos de sacarosa y altos volúmenes de caña molida, que ha incidido en un incremento de la productividad fabril, fruto de la mejora en varios de sus factores causales.

A nivel regional, se observa en el siguiente gráfico, que la región de Bermejo en los últimos siete años presenta los mayores contenidos de sacarosa, con excepción de los años 2016, 2017 y 2022, un 2% mayor al de Santa Cruz, mientras que San Buenaventura presenta el menor contenido, un 5% menor que en Santa Cruz, en promedio.

El retraso en el inicio de la zafra en Bermejo el 2022 debido a los conflictos entre ingenio y cañeros para la firma de convenios de cooperación, derivó en una reducción del contenido de sacarosa porque la caña tuvo afectaciones climáticas (heladas) y fenológicas (floración).

GRÁFICO 13
Contenido de sacarosa, según departamento
(En porcentaje)



Fuente: Elaboración VPI en base a reporte de ingenios azucareros

A manera de referencia, en otros países de Sudamérica, los porcentajes de sacarosa son mayores, con valores del 14% al 16%, lo que demuestra nuestra menor productividad en términos de contenido de sacarosa, que sumado al menor rendimiento agrícola en campo, se traduce en un indicador de menor cantidad en toneladas de azúcar por hectárea (TAH), que en el caso de Bolivia está alrededor de 6 TAH mientras que en Brasil es de 9 TAH, en Guatemala 11 TAH y en Colombia de 14 TAH.¹¹, lo que muestra nuestra menor competitividad en relación a estos países exportadores de azúcar, ya que producimos entre 33% y 57% menos azúcar por hectárea de caña en relación a estos países.

3.2.7 Producción de azúcar

Bolivia se encuentra entre los treinta principales países productores de azúcar en el mundo, resaltando que el azúcar se obtiene de caña de azúcar y de remolacha azucarera, donde la participación de la producción mundial de azúcar obtenida de caña es del 80% aproximadamente¹². La producción mundial de azúcar 2022/2023 alcanzó aproximadamente 177 millones de toneladas, donde la participación de Bolivia en la producción mundial es del 0,3% por una producción de 0,51 millones de toneladas.

La demanda mundial de azúcar 2022/2023 alcanzó aproximadamente 176 millones de toneladas, siendo

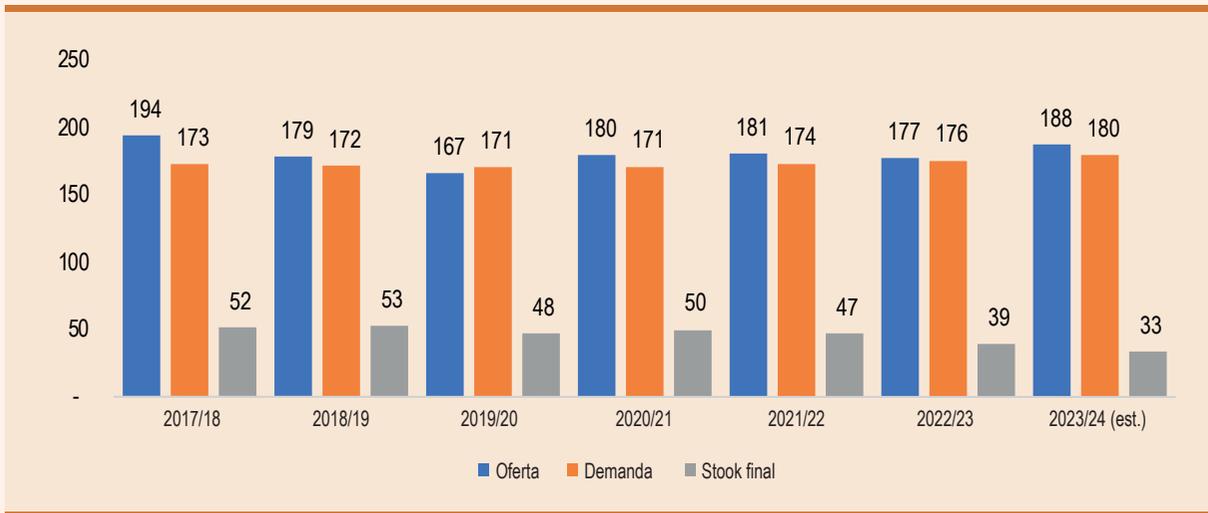
¹¹ Datos de Brasil CONAB, de Guatemala CENGICAÑA y de Colombia CENICAÑA.

¹² Organización Internacional del Azúcar.

el tercer año consecutivo donde la oferta superó la demanda. Sin embargo, los stocks finales se vieron reducidos a 39 millones de toneladas por el mayor comercio mundial, que tiene un importante componente especulativo a través de los mercados de futuros.

Para la zafra 2023/24 se espera un incremento tanto en la oferta como en la demanda de azúcar y una reducción del stock final, lo cual mantendrá los altos precios actuales de este commodity para esta gestión.

GRÁFICO 14:
Oferta y demanda mundial de azúcar
(En millones de toneladas)

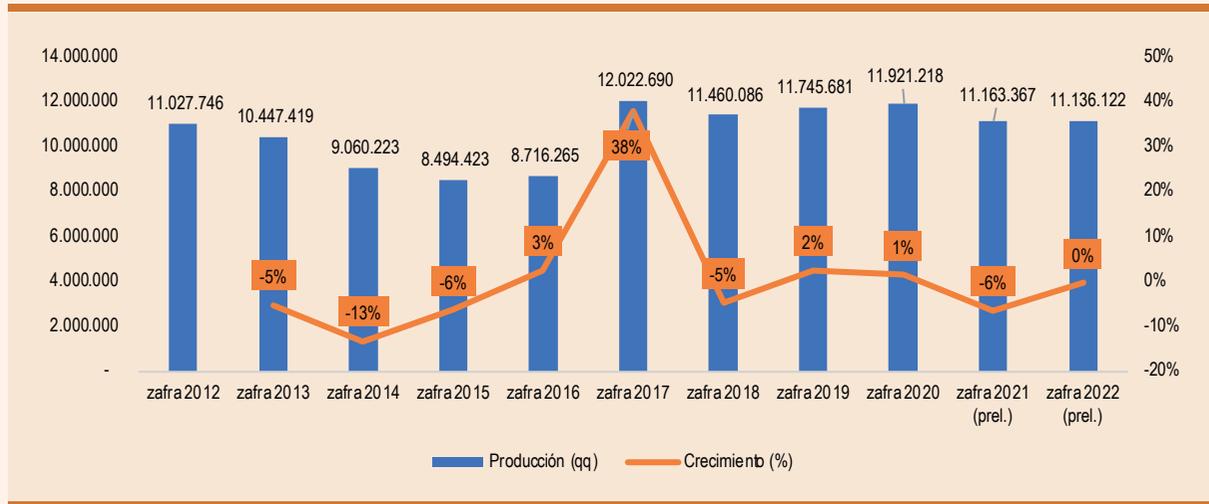


Fuente.- USDA.

En relación a nuestro país, Bolivia tuvo altos niveles de producción en los años 2012 y 2013, para luego bajar la producción de azúcar entre las zafra 2014 al 2016. A partir de la zafra 2017 ha existido un cambio de tendencia y se observan incrementos de producción, así, la zafra 2017 se ha constituido como la mejor zafra del periodo, con 12,02 millones de quintales de azúcar producidos, que fue un 38% superior a la zafra anterior. Entre el 2018 y 2022 se

ha mantenido una alta producción entre los 11 y 12 millones de quintales, suficientes para abastecer la demanda nacional de azúcar (alrededor de 8,7 millones de quintales), por lo que estos últimos seis años no hubo problemas de desabastecimiento de este producto, mas bien hubo importantes excedentes que fueron siendo exportados a medida que mejoraban los precios de este producto en los mercados internacionales.

GRÁFICO 15:
Producción de azúcar
(En qq)



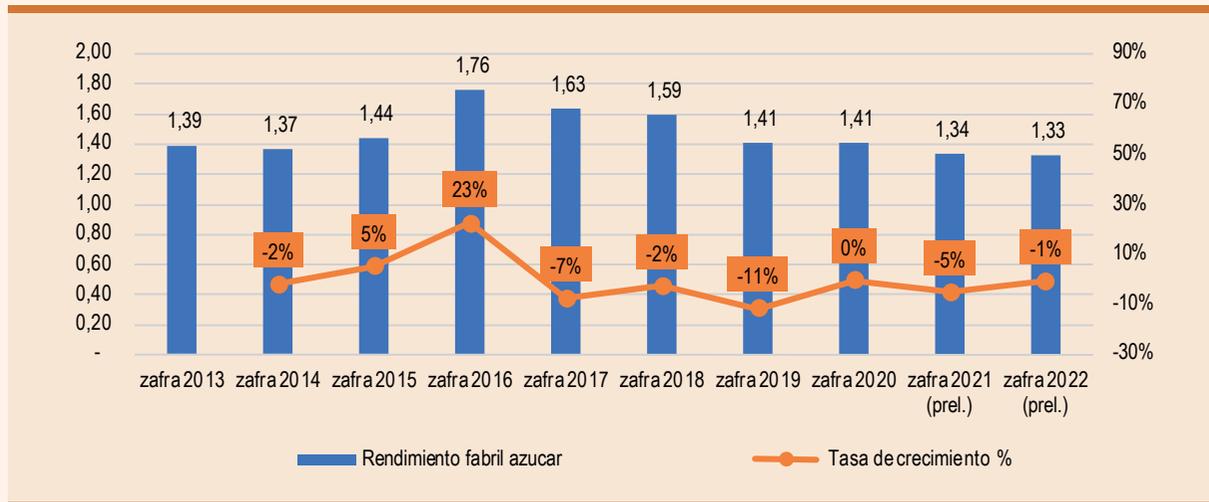
Fuente: Elaboración VPI en base a reporte de ingenios azucareros

3.2.8 Rendimiento fabril de azúcar (qq/t caña)

El rendimiento promedio de los ingenios que producen azúcar es variable y está en función del mix de producción. En las zafras 2015 y 2016 se tuvo un mix que priorizó la producción de azúcar (dados los bajos volúmenes de caña producidos), de allí que sus rendimientos son los más altos, posteriormente, los rendimientos bajaron hasta un nivel de 1,33 qq/tonelada de caña debido a que el mix de producción

ahora favorece la producción de alcohol, que responde a la mayor demanda de alcohol anhidro por parte de YPF. Por ello, resulta importante coordinar con el Ministerio de Hidrocarburos, la planificación de la demanda de alcohol anhidro, ya que esta reducción podría ocasionar problemas en el abastecimiento de azúcar para el mercado interno en caso que aumente la demanda de alcohol anhidro, que no se incremente la producción de caña y se mantengan bajos los rendimientos fabriles.

GRÁFICO 16:
Rendimiento fabril (qq /caña) y contenido de sacarosa (porcentaje)



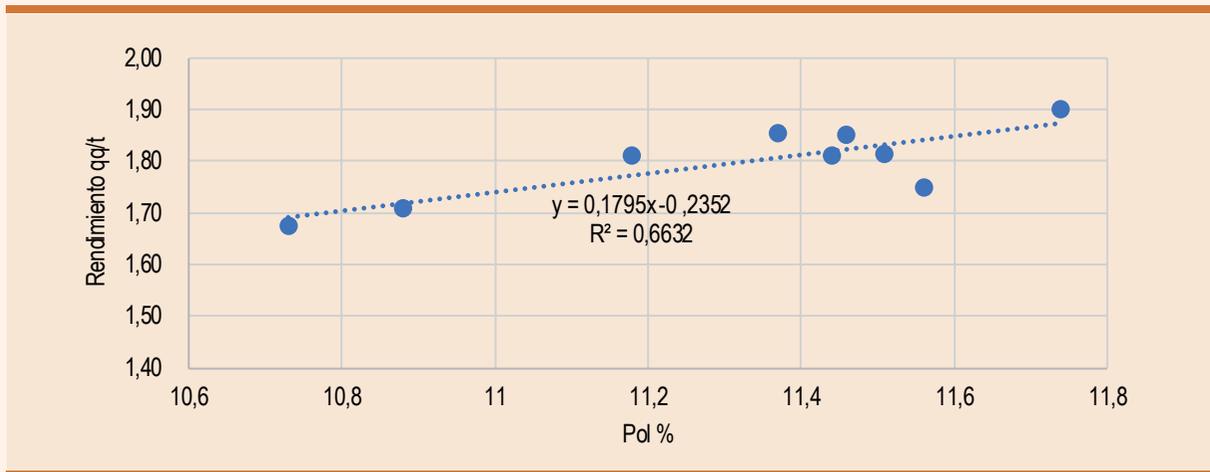
Fuente: Elaboración VPI en base a reporte de ingenios azucareros

Hay dos tipos de ingenios en cuanto a su tecnología, aquellos que producen alcohol vía directa que presentan un menor rendimiento de azúcar (1,29 qq/t caña) y aquellos ingenios que agotan la melaza para la obtención de más cantidad de azúcar (1,95 qq/t caña).

3.2.9 Relación entre el rendimiento fabril y el contenido de sacarosa

Existe una relación directamente proporcional entre el contenido de sacarosa de la caña de azúcar y el rendimiento fabril de azúcar obtenido en el ingenio azucarero, cuando el proceso principal es la obtención de azúcar agotando la melaza.

GRÁFICO 17:
Rendimiento fabril (qq/t caña) y contenido de sacarosa (porcentaje)



Fuente: Elaboración VPI en base a reporte de ingenios azucareros

Como se puede observar, por cada incremento del 1% en el contenido de pol se mejora el rendimiento fabril de azúcar en 0,179 qq/t que equivale a 8,3 kg de azúcar por tonelada de caña.

3.2.10 Azúcar entregado al sector agrícola cañero

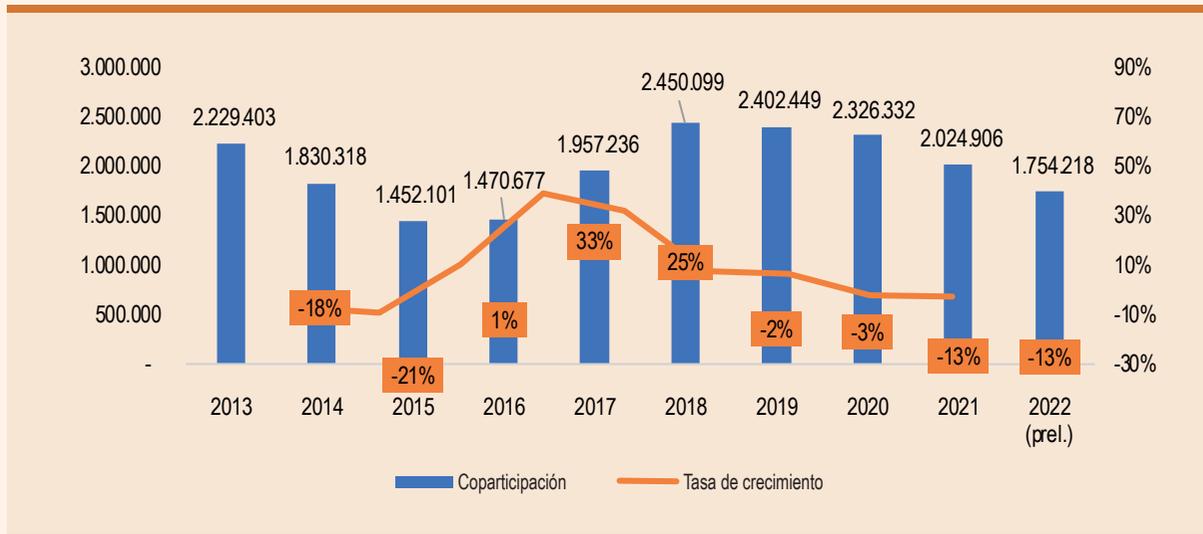
De acuerdo con la Ley N° 307, se reconoce el aprovisionamiento de materia prima del sector agrícola cañero al sector agroindustrial cañero, bajo las siguientes modalidades: vía convenios de cooperación en los procesos de producción y transformación de la caña de azúcar; y así también vía compra directa de caña de azúcar. Para los convenios de cooperación, se establece la coparticipación del sector

agrícola cañero en todos los productos principales y subproductos derivados de los procesos industriales de la transformación de caña de azúcar.

En los convenios de cooperación, el sector agrícola cañero es el propietario de la caña de azúcar entregada al sector agroindustrial cañero y del porcentaje que le corresponde de los productos principales y subproductos resultantes de la transformación realizada.

En el siguiente gráfico se indica la cantidad de azúcar entregada por los Ingenios que realizan su aprovisionamiento vía convenios de cooperación (CIASA, POPLAR CAPITAL e IABSA) al sector agrícola cañero (productores) en cumplimiento de la Ley N°307 y disposiciones reglamentarias.

GRÁFICO 18:
Entrega de azúcar al sector agrícola cañero
(qq)



Fuente: Elaboración VPI en base a reporte de ingenios azucareros

Durante las zafras 2017 y 2018 se observa un incremento importante en la cantidad de azúcar recibida por las instituciones cañeras por la coparticipación, esto se explica porque los tres ingenios que trabajan con convenios de cooperación incrementaron el volumen de caña molida y produjeron más azúcar. Sin embargo, desde la zafra 2019 se observa el efecto contrario, una reducción de los volúmenes de caña ingresada, por lo que la coparticipación ha rebajado. Esto es consistente con el gráfico 11 que muestra que la modalidad de abastecimiento vía coparticipación ha reducido su participación del 29% al 21% entre el 2013 y el 2022.

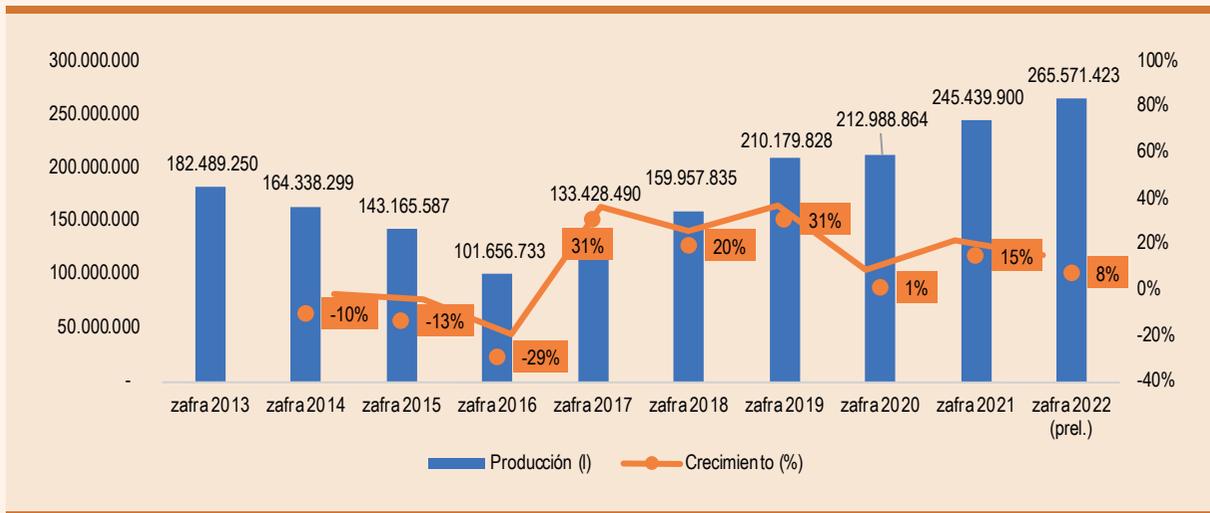
3.2.11 Producción de alcohol

La producción de alcohol presenta desde la zafra 2017

importantes tasas de crecimiento. Sin embargo, entre el 2013 y 2016 ha disminuido de manera progresiva, debido principalmente a una menor disponibilidad de caña. El 2016 y 2017 se tuvo un mix de producción que favoreció la producción de azúcar, mix que fue bajando en las siguientes zafras, años donde la producción de alcohol se incrementó por la mayor producción de caña.

Desde la zafra 2018 se presentan importantes incrementos de producción de alcohol debido a la apertura del mercado nacional de alcohol anhidro, cuya demanda se incrementa cada año y que ocasiona que el mix de producción favorezca la producción de alcohol en lugar de azúcar, porque la producción de caña no tuvo las mismas tasas de crecimiento.

GRÁFICO 19:
Producción de alcohol 2013-2022
(En litros)



Fuente: Elaboración VPI en base a Reporte de Ingenios azucareros

El año 2018, marca el inicio de la producción de alcohol (etanol) anhidro como aditivo vegetal con la producción en tres ingenios de 26,2 millones de litros para su venta a YPF para su adición a combustibles fósiles. El año 2019 se tuvo una producción de anhidro de 97.37 millones de litros y en la zafra 2020 la producción bajó a 85.36 millones de litros, debido a la pandemia del COVID-19 que obligó a tomar medidas para restringir la circulación de vehículos de transporte terrestre.

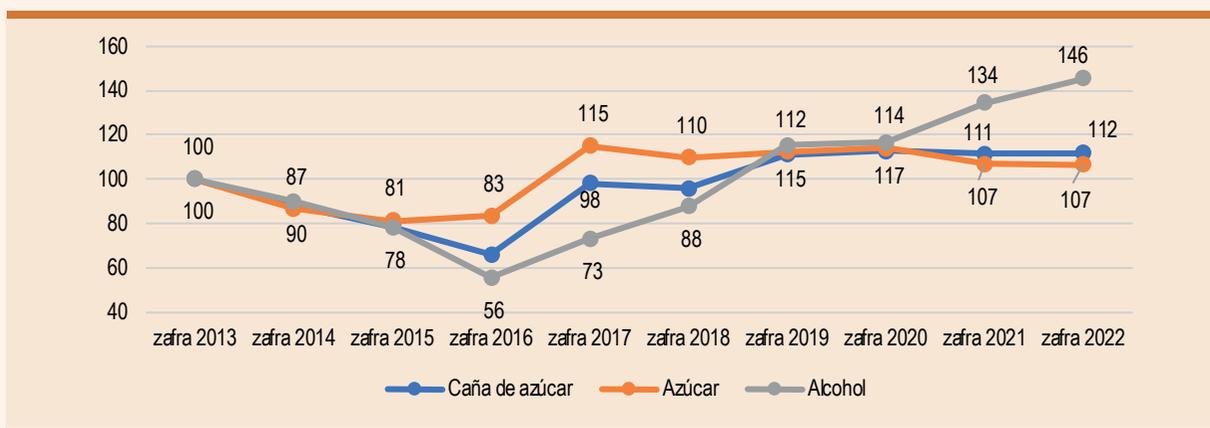
El índice de producción refleja el nivel de actividad productiva en relación a un año base, en este caso la zafra 2013.

Entre la zafra 2013 y 2015 cuando hubo menos caña, se disminuyó la producción de azúcar y alcohol en la misma proporción.

Entre la zafra 2016 y 2018 se dio preferencia a la producción de azúcar por sobre la producción de alcohol, siendo el 2017 un año con un incremento importante de caña, que permitió recuperar los niveles productivos de inicio de este periodo.

3.2.12 Índice de producción de caña, azúcar y alcohol

GRÁFICO 20:
Índice de producción de caña, azúcar y alcohol
Año base 2013=100



Fuente: Elaboración VPI en base a reporte de ingenios azucareros

Durante las zafras 2016 a 2018 el mix priorizó la producción de azúcar en detrimento de los niveles de producción de alcohol, dada la caída de producción de caña de las zafras 2015 y 2016, luego de la recuperación e incremento de la producción de caña, a partir de la zafra 2019 el mix productivo favoreció la producción de más alcohol, tendencia que se espera continúe en los próximos años, pese a haberse estancado la producción de caña en las últimas cuatro zafras. Por ello, resulta importante promover el crecimiento de la producción de caña para que el mix productivo no afecte la producción de azúcar y así mantener la seguridad alimentaria.

3.3 Comercialización

3.3.1 Ventas de azúcar al mercado interno

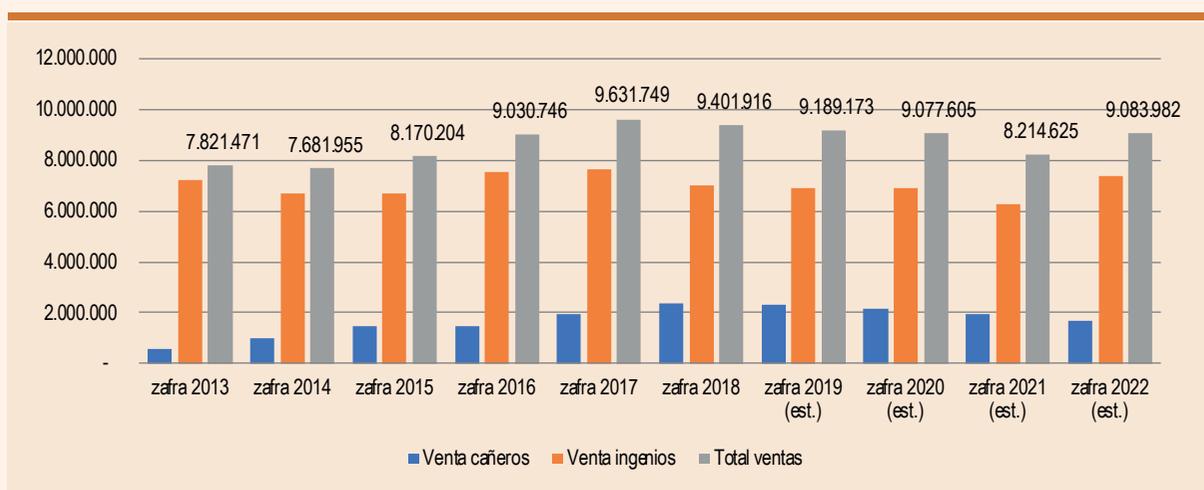
Las ventas de azúcar suman las ventas de los

ingenios y las ventas de las instituciones cañeras que reciben azúcar por coparticipación. Las ventas de azúcar se incrementaron desde la zafra 2013 hasta la zafra 2017 cuando alcanzaron su máximo histórico con 9,63 millones de quintales, a partir de allí empezó una leve disminución anual del 1% y 2% teniendo un mínimo en la zafra 2021 para recuperar en la zafra 2022 y alcanzar la comercialización de 9,08 millones de quintales.

Lastimosamente, los cuatro últimos años una mayoría de instituciones cañeras están incumpliendo en el envío de sus reportes, que no está permitiendo generar cuadros con información reportada, sino solamente con datos estimados.

La participación de las ventas de las instituciones cañeras varía entre el 19% y el 25% de las ventas totales

GRÁFICO 21:
Ventas de azúcar al mercado interno
(En qq)



Fuente: Elaboración VPI en base a Reporte de Ingenios azucareros.

Los cambios de hábitos alimenticios y de uso de productos sustitutos del azúcar por edulcorantes, tanto en consumidores finales como en la industria procesadora de bebidas (principal demandante de azúcar) y otros alimentos, influye en la disminución de la demanda de azúcar.

3.3.2 Análisis de ventas de azúcar por tipo de cliente

El análisis realizado a las ventas de la industria azucarera al mercado interno está basado en los reportes quincenales de la industria y se clasificó en cuatro grupos: los detallistas que son aquellos que compraron de la industria azucarera cantidades menores a 100 qq; los intermediarios que son grupos que compran cantidades mayores a 100 qq; la industria de bebidas, alimentos y otras dedicadas a la fabricación de productos con valor agregado; y

los servicios. Esta información permite conocer a los principales compradores de cada grupo y de esta manera conocer efectivamente la distribución de la producción azucarera nacional.

GRÁFICO 22:
Ventas de la industria al mercado interno. Zafra 2020
(en porcentaje)



Fuente: Estimación VPI

El comportamiento de ventas al mercado interno de la industria azucarera en la zafra 2020, muestra una

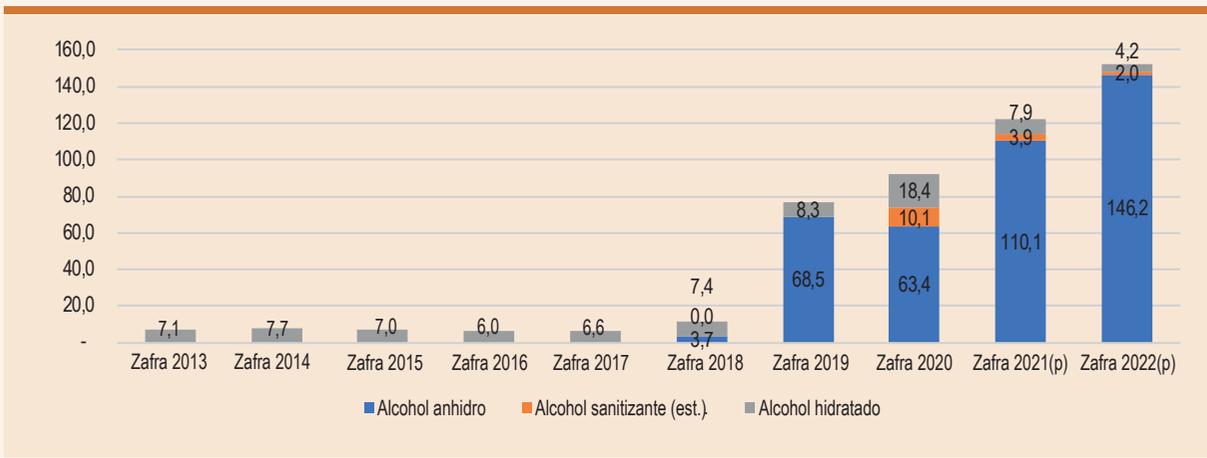
reducción de ventas del 1,2% respecto de la zafra 2019.

Los principales sectores manufactureros que adquieren azúcar como insumo industrial son: bebidas (alcohólicas y analcohólicas), lácteos, panadería y chocolatería.

3.3.3 Ventas de alcohol al mercado interno

Las ventas de alcohol al mercado interno variaron entre 6 y 7,7 millones de litros entre la zafra 2013 y 2017, luego, por efecto de la apertura del mercado nacional para el alcohol anhidro en septiembre 2018, la demanda nacional se fue incrementando de manera importante hasta alcanzar un volumen de 152,4 millones de litros en la zafra 2022. Por efecto de la pandemia del COVID-19, se empieza la producción y venta de alcohol sanitizante, lo que también eleva la demanda nacional de alcohol, especialmente el 2020, año donde hubo meses donde no se encontraba alcohol en el mercado local.

GRÁFICO 23:
Ventas de Alcohol al mercado interno 2013 y 2022
(En litros)



Fuente: Elaboración VPI en base a Reporte de Ingenios azucareros

Si bien la demanda de alcohol sanitizante está disminuyendo luego de la pandemia, la demanda de alcohol anhidro es la que impulsará el crecimiento de

la demanda de alcohol en la demanda nacional en el mediano y largo plazo, por su uso como aditivo vegetal en combustibles.

3.3.4 Consumo nacional per cápita de azúcar

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda 50 gramos de consumo diario de azúcar, considerando un consumo promedio para un adulto entre 1.800 a 2.000 de calorías/día. El consumo de 50 gramos se refiere a los azúcares libres, es decir, aquel consumo que no considera azúcares naturales que se encuentran en las frutas y verduras frescas, lo que significa que el consumo per cápita anual recomendado equivale a 18,25 kg/año¹³. El consumo per cápita mundial promedio es de 24,3 kg/hab¹⁴.

Con información poblacional proyectada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y el consumo interno que considera las ventas de los ingenios a la población más la coparticipación del sector cañero, el consumo per cápita en Bolivia se muestra en el siguiente gráfico, donde se observa que éste estuvo cayendo desde el 2018 y hubo un repunte recién el 2022, situándose en 34,7 kg/hab.

Esta baja esta atribuida al incremento del uso de endulzantes sustitutos que vienen siendo empleados en la elaboración de bebidas y otros productos alimenticios

GRÁFICO 24:
Consumo per cápita anual de azúcar en Bolivia
(En kg/hab)



Fuente: Elaboración VPI en base a reportes de Industria y Población Proyectado del INE.

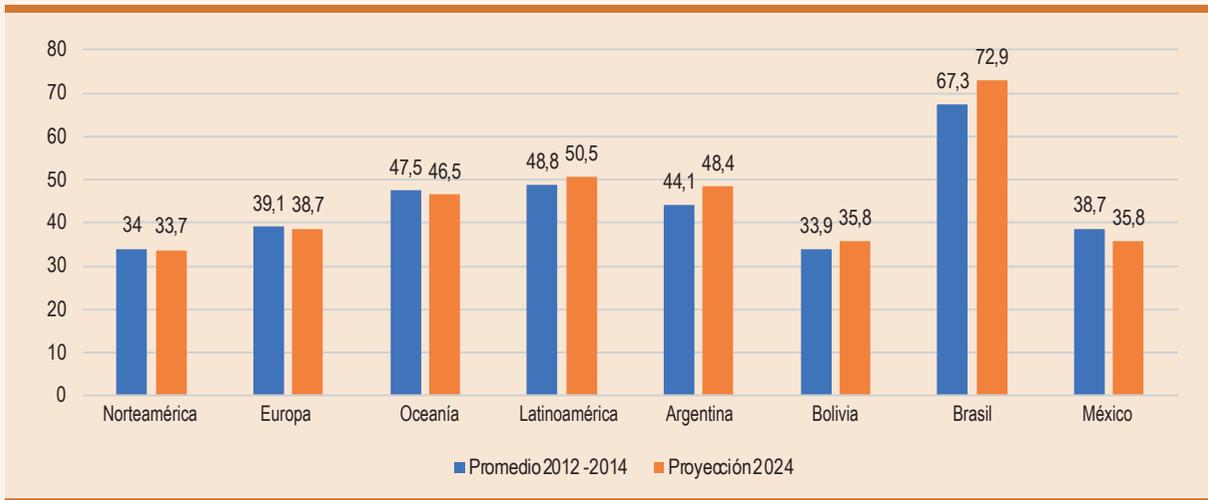
El consumo per cápita nacional se encuentra por sobre el promedio mundial, pero por debajo del promedio de países de Latinoamérica, que presentan

consumos muy elevados de azúcar, como se observa a continuación.

¹³ Nota Informativa sobre la ingesta de azúcares recomendada en la directriz de la OMS para adultos. Organización Mundial de la Salud. 2015.

¹⁴ OECD-FAO. Agricultural Outlook 2020-2029.

GRÁFICO 25:
Consumo mundial per cápita de azúcar
(En kg/hab)



Fuente: OECD-FAO. Proyección Bolivia elaborada en el VPI.

Aunque países de Norteamérica y Europa presentan menores consumos per cápita de azúcar, es cierto que si se añaden otros edulcorantes, su consumo sube a alrededor de 50 y 40kg/hab respectivamente¹⁵.

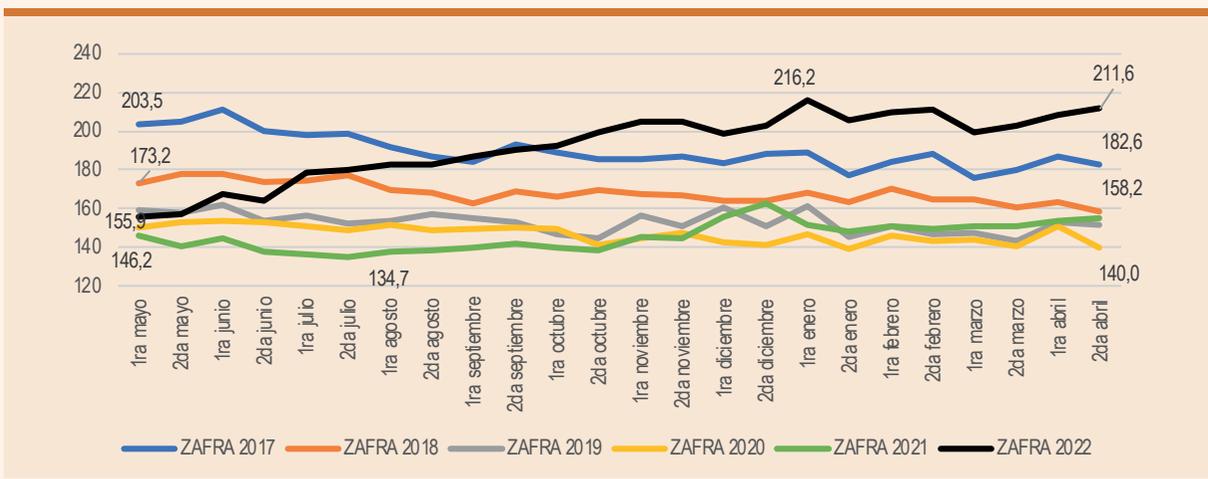
El alto consumo per cápita mundial de azúcar ocasiona problemas de salud, ya que su consumo excesivo estaría relacionado con la obesidad, caries, diabetes, por ello, la OECD proyecta que el consumo en ciertos países, en especial aquellos de altos

ingresos, tendrán tasas negativas de crecimiento en el consumo de azúcar, relacionadas a las políticas públicas que promueven su menor consumo, Ej. impuesto a bebidas azucaradas.

3.3.5 Precio promedio de azúcar en Bolivia

A continuación, se presenta un análisis sobre la evolución de los precios del azúcar de la industria azucarera en el mercado nacional como en el mercado internacional.

GRÁFICO 26:
Precio productor promedio de azúcar en el mercado interno
(Bs/qq)



Fuente: Elaboración VPI en base a reporte de ingenios azucareros.

¹⁵ Idem. Principalmente consumo de jarabe de maíz de alta fructosa.

Bolivia de manera general sigue las tendencias de precio del azúcar del mercado internacional con cierto rezago temporal, aunque ocasionalmente una ajustada

oferta nacional puede hacer subir en mayor proporción los precios en el mercado interno, y un excedente de oferta puede acentuar la caída de los precios.

GRÁFICO 27:
Evolución del precio mensual de azúcar en el mercado interno en Bolivia
 (Bs/qq)



Fuente.- Elaboracion VPI en base a reporte de ingenios azucareros

El precio promedio mensual del quintal de azúcar¹⁶ vendido por la industria azucarera, ha oscilado entre los Bs.136 y Bs.211 entre el inicio de la zafra 2014 (mayo 2014) y el final de la zafra 2022 (abril 2023). De un precio “normal” de alrededor de Bs180 de mayo 2014 a agosto 2016 subió a Bs.205 entre septiembre 2016 a julio 2017, incremento consecuente con el incremento del precio internacional del azúcar. De agosto 2017 a noviembre 2021 vino un periodo de constantes caídas del precio que llegó a un mínimo en julio 2021 con Bs.136. Esta caída se debe a un excedente de producción nacional por sobre la demanda, sumado a altos inventarios iniciales, que provocaron la existencia de una alta oferta de azúcar en el mercado nacional, que no pudo exportarse debido a los bajos precios del azúcar en el mercado internacional.

este producto en este periodo, consecuente con los precios históricamente altos del azúcar en el mercado internacional.

Por lo general, el precio de venta del azúcar vendido por la industria azucarera en el mercado local está por encima de los valores internacionales señalados en las Bolsas de commodities que a continuación se muestran y los cuales sirven de referencia sobre las tendencias de precios, dado que nuestro país es un tomador y no un fijador de precios de azúcar.

Sin embargo, se evidencia en el gráfico siguiente, que los precios al consumidor en los principales mercados del país no presentaron variaciones en la misma proporción que el precio productor mostrado en el anterior gráfico.

Desde noviembre 2021 hasta abril 2023 ocurrió el efecto rebote debido a continuos incrementos del precio internacional del azúcar, que en el primer trimestre de 2023 alcanza los precios más altos de

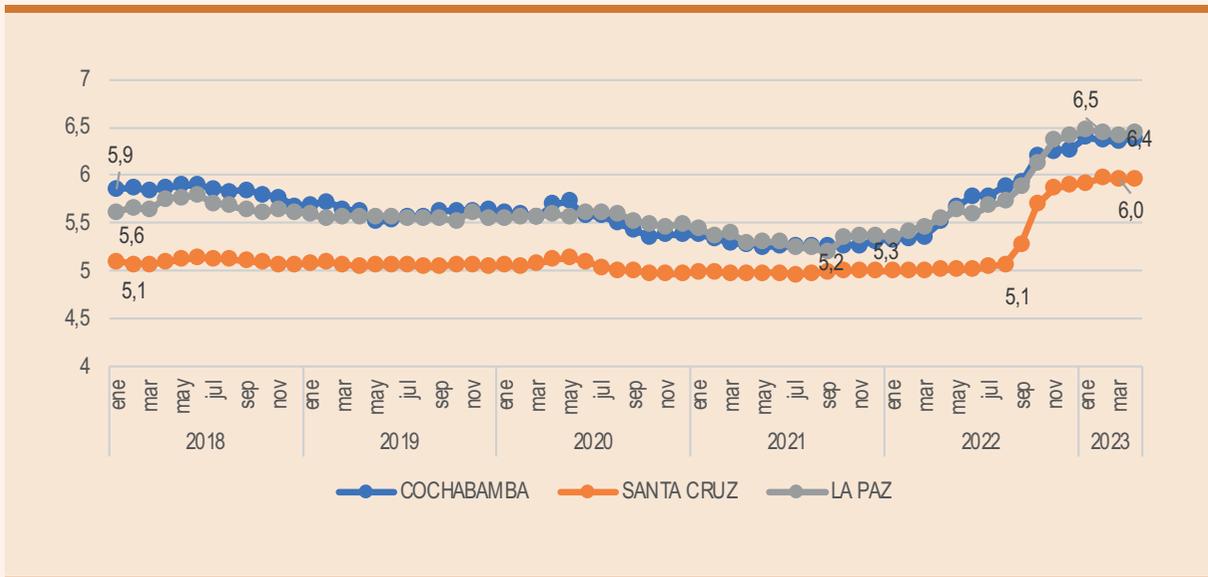
Mientras los productores bajaron el precio del azúcar entre enero 2018 y noviembre 2021 un 21%, los precios minoristas al consumidor en los tres principales departamentos del país, solamente

¹⁶ El precio promedio mensual, es el precio de venta de los ingenios productores y no el precio que paga el consumidor final en el mercado.

bajaron entre un 2% y un 10%, lo que refleja que los comerciantes y otros intermediarios, son los que se benefician de los decrementos de precios a nivel productor porque no lo traspasan al consumidor final en la misma proporción.

Aunque, cuando los ingenios subieron el precio un 31% entre diciembre 2021 a abril 2023, los comerciantes incrementaron el precio a los consumidores un 20% en ese periodo, lo cual señalaría un posible incremento de precios en los meses siguientes.

GRÁFICO 28:
Precio mensual promedio del azúcar al consumidor
(Bs/Kg)



Fuente.- INE- DGAPIEP

3.3.6 Precios de azúcar en mercados internacionales

La FAO elabora un índice de precios de alimentos, que en el caso del azúcar toma los precios del Convenio Internacional del Azúcar con 2014-2016 como base, en el siguiente gráfico, se observa que éste índice muestra que en febrero 2021 el precio del azúcar

luego de un periodo anterior de precios bajos, vuelve al mismo valor que tuvo en el periodo base, a partir de entonces se observa un incremento de precios para estabilizarse alrededor de un índice en 120, pero en el 2023 vuelve a incrementarse, y en abril 2023 este índice está en 149 constituyéndose en un índice de precios inusualmente alto.

GRÁFICO 29:
Índice del precio del azúcar
(Base 2014-2016)



Fuente: FAO

El precio señalado en dos mercados de futuro, que son los que marcan tendencia en la evolución futura de los precios de azúcar en el mundo, se presentan a continuación.

GRÁFICO 30:
Precio internacional promedio del azúcar
(\$/us/tonelada)



Fuente: ODEPA

En el gráfico se observa que, en el caso de la bolsa de Londres, el precio más alto registrado en el periodo 2016 a 2019 ocurrió en octubre 2016 (594.99 \$us/t) y el precio más bajo en agosto de 2019 (312.5 \$us/t). A partir de 2019 se observa un constante incremento de precios, debido a la ajustada oferta mundial y a un componente especulativo, en este tipo de mercados. Desde enero de 2023 se presenta un nuevo impulso a los precios que alcanzó un precio máximo de este periodo en mayo 2023 con 709 \$us/t.

Los precios en la bolsa de Nueva York, reflejan similares tendencias y el precio máximo de este periodo se alcanzó en mayo 2023 con 563,8 \$us/t.

La subida de precios de éste periodo reciente se debe a una ajustada producción esperada en India y Tailandia, que limitaría la oferta exportable de estos países y donde Brasil no cubriría este espacio exportable, debido también a sus problemas logísticos portuarios que limitan sus despachos oportunos.

Este escenario señala que durante la zafra 2023 se espera que los precios en nuestro país se mantengan altos en los niveles actuales.

3.3.7 Precio promedio de alcohol

El precio del alcohol en Bolivia desde el 2016 hasta mediados del 2020 se mantuvo entre Bs.6 y Bs.7 por litro, pero a partir de la irrupción de la pandemia COVID-19 empezó a incrementarse hasta alcanzar Bs.10,1 en julio 2020 debido a la alta demanda de este producto, que también impulsó a los ingenios a elaborar un alcohol sanitizante que tuvo bastante demanda especialmente durante el segundo semestre del 2020.

Luego de las primeras dos olas de la pandemia y retomada la creciente demanda de alcohol anhidro por YPFB (precio Bs5,5 por litro) el precio del alcohol en general ya no bajó a niveles previos a la pandemia y el nuevo rango de precios ahora oscila entre los Bs.7 y Bs.10 por litro.

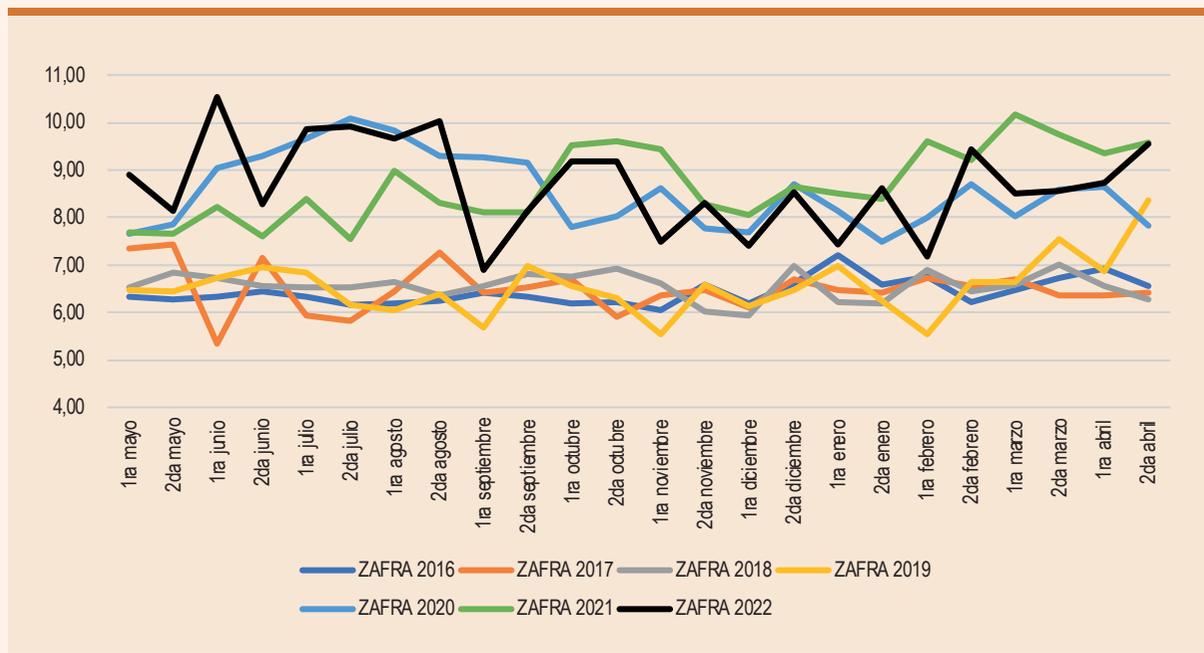
GRÁFICO 31:
Evolución del precio promedio mensual del alcohol 2016-2023
(Bs/litro)



Fuente: Elaboración VPI en base a Reporte de Ingenios azucareros

El precio del alcohol no marca una fluctuación estacional, y su variación obedece principalmente a las oscilaciones en la demanda de alcohol anhidro por parte de YPFB.

GRÁFICO 32:
Precio promedio mensual del alcohol
 (Bs/litro)



Fuente: Elaboración VPI en base a reporte de ligeros azucareros

Cabe señalar que los precios presentados del alcohol, representan el promedio de los diferentes tipos de alcohol comercializados en el país: alcohol hidratado, alcohol anhidro y alcohol sanitizante

de futuros de Chicago muestra un comportamiento estable de mayo 2016 a diciembre 2020, con precios variando alrededor de \$us 1,5 por galón¹⁷, luego durante el 2021 se observa un incremento constante del precio, alcanzando en noviembre 2021 un precio máximo de \$us.3,41 por galón. Durante el 2022 y primer cuatrimestre del 2023 los precios fueron bajando hasta cotizarse en \$us.2,42 en abril de 2023.

3.3.8 Precio internacional de alcohol

El precio internacional del alcohol en el mercado

GRÁFICO 33:
Precio internacional del alcohol
 (\$us/galón)



Fuente: Investing.com acceso de ago-2023

¹⁷ Un galón equivale a 3,785 litros.

El precio del alcohol en el mercado internacional mantiene una relación proporcional con los precios de los combustibles y del petróleo.

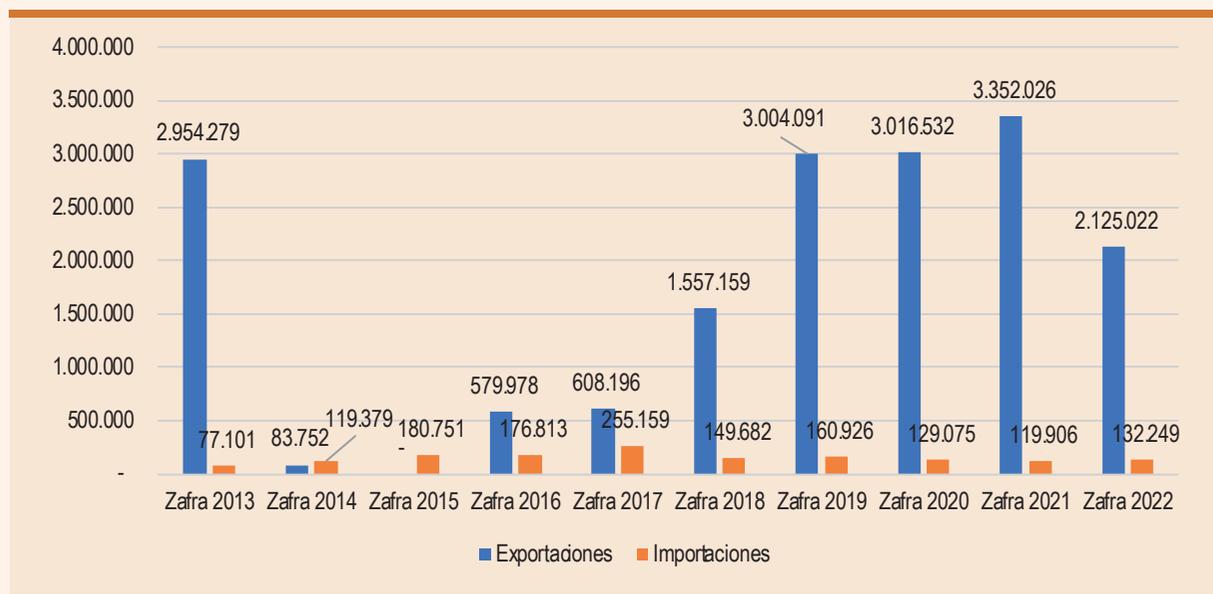
3.3.9 Exportaciones e importaciones de azúcar

Las exportaciones de azúcar a lo largo del periodo analizado 2013 a 2020 muestran que el año 2013 debido a los altos precios internacionales del producto, se exportó una gran cantidad de azúcar que tuvo como efecto el incremento del precio en el mercado nacional y su parcial desabastecimiento, posteriormente las exportaciones cayeron los siguientes años 2014 al 2017, periodo afectado por una baja en la producción de

azúcar, por ello, hubo restricciones a su exportación para que su comercialización abasteciera principalmente el mercado interno. Desde el 2018 se fue recuperando las exportaciones debido a una mayor producción de azúcar que generaron importantes excedentes exportables. Así, en las zafra 2019 al 2021 se superaron los 3 millones de quintales exportados y en la última zafra 2022 hubo un saldo exportable de 2,12 millones de quintales. En la zafra 2022, las exportaciones de azúcar representaron el 19% de las ventas totales de azúcar de los ingenios sucroalcoholeros, a la baja del 29% obtenido en la zafra 2021.

Cabe recordar que las estadísticas mostradas se refieren a los periodos de zafra, de mayo a abril del siguiente año.

GRÁFICO 34:
Exportaciones e importaciones de azúcar
(qq)



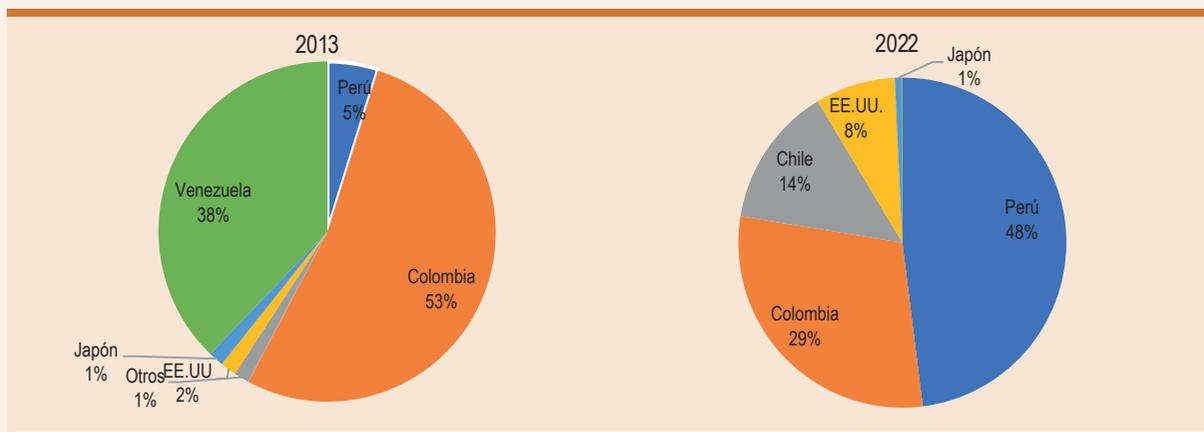
Fuente: VPI en base a reporte de ingenios azucareros, INE

Las importaciones se incrementan cuando existe algún desfase en el inicio de la zafra que ocasiona un déficit temporal en la oferta de azúcar, tal como sucedió en mayo y junio de 2017 o cuando nuestro país es de tránsito para llevar azúcar argentina a Perú. Las importaciones formales no representan más del 6% de las exportaciones en las últimas dos zafra 2021 y 2022.

Los principales mercados de exportación de azúcar son: Colombia, Perú y Estados Unidos, aunque

también se exporta a países como Venezuela y Chile. Los países miembros de la Comunidad Andina de Naciones (Colombia, Perú y Ecuador) nos otorgan preferencias arancelarias, por ello el 78% del volumen de azúcar exportado se destinó a estos países el año 2022. Estados Unidos también asigna cuotas a los países para exportar azúcar a ese mercado con aranceles preferenciales, en nuestro caso las exportaciones a ese país representan el 8% del volumen exportado el año 2022.

GRÁFICO 35:
Exportaciones de azúcar por país
(En porcentaje)



Fuente.- INE

Las cantidades importadas provienen principalmente de Argentina y Brasil.

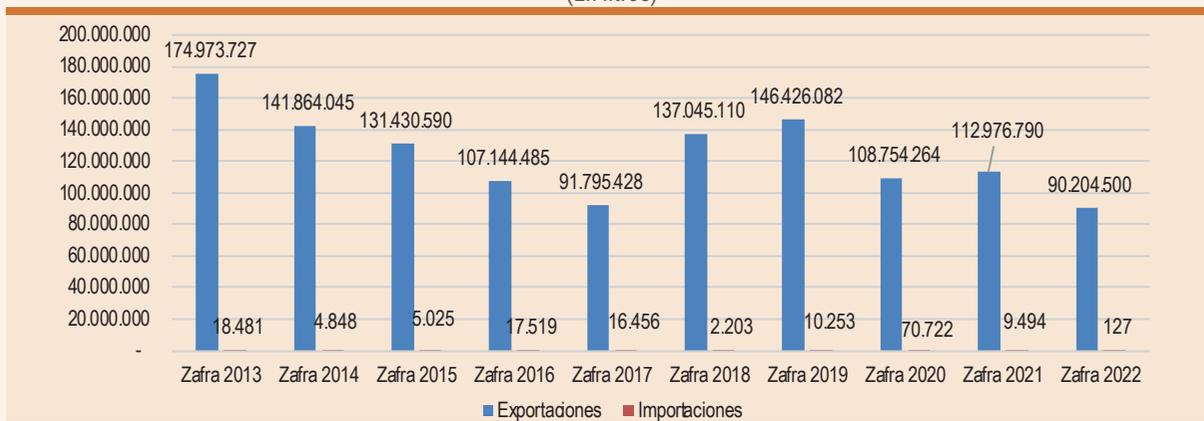
3.3.10 Exportaciones e importaciones de alcohol

Las exportaciones de alcohol venían reduciéndose paulatinamente desde el 2013 al 2017, debido a una menor disponibilidad de caña para la producción de este producto, sin embargo, en las zafra 2018 y 2019, una mayor disponibilidad de caña incidió en la mayor producción de alcohol y en una recuperación de los

niveles de exportación. En la zafra 2020 se observa una reducción de las cantidades exportadas, no obstante, una mayor producción de alcohol, esto se explicaría por la reducción de la demanda externa debido a la pandemia COVID-19 que restringió el transporte en una mayoría de países, el año 2022 tuvo una nueva caída de los volúmenes exportados, esto porque la demanda nacional de alcohol anhidro ha crecido bastante, reduciendo los saldos exportables de este producto.

Las importaciones presentan cantidades marginales que no suman ni el 0,1% del volumen exportado.

GRÁFICO 36:
Exportaciones de alcohol
(En litros)



Fuente: Elaboración VPI en base a Reporte de Ingenios azucareros e INE.

Los principales mercados de exportación de alcohol son: Países Bajos, Perú, Chile y Colombia, aunque también se exporta a Francia, Uruguay e Italia.

Las cantidades importadas provienen principalmente de Brasil y Alemania.

4. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR



4 ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

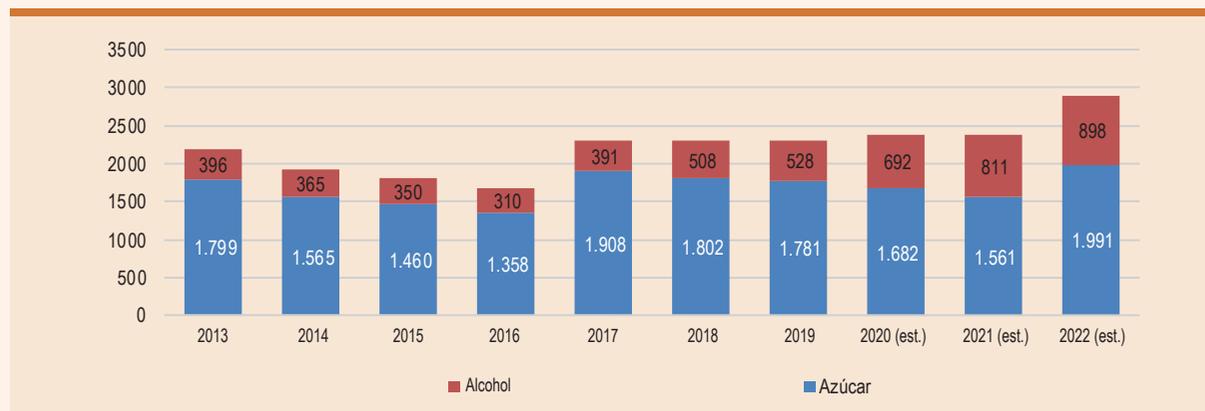
4.1 Valor bruto de producción de la industria sucroalcoholera

Los ingenios sucroalcoholeros, con excepción de EASBA, de acuerdo a información del Registro de Comercio, cuentan con activos por Bs.7.386,8 millones, pasivos por Bs.3.412,3 millones y patrimonio acumulado por Bs.3.981,7 millones equivalentes a \$us.572,1 millones para la gestión 2021-22 (con cierre a marzo 2022 o junio 2022).

Además, las utilidades reportadas en la misma gestión suman Bs.140,9 millones equivalentes a \$us 20,2 millones, que representa el 3,5% de su patrimonio declarado (dos ingenios no presentan utilidades en esta gestión).

En relación al Valor Bruto de Producción (VBP), que representa la suma de los valores de los bienes producidos, el siguiente cuadro muestra su comportamiento, donde se observa un decremento desde al año 2013 al 2016, debido al menor volumen de producción mostrado en el capítulo 3.2., que tuvo un repunte desde el 2017 y que se refleja en el incremento de su VBP, la caída de precios del azúcar tuvo una compensación en el incremento de precios del alcohol, lo que mantuvo el VBP entre el 2017 y 2021 entre Bs.2300 y Bs.2400 millones. La recuperación de precios de azúcar y un alto precio del alcohol el 2022 impulsaron el crecimiento del VBP a Bs.2889 millones.

GRÁFICO 37:
Valor bruto de producción a precios básicos
(En millones de Bs)



Fuente.- Elaboración VPI, con información de precios básicos del INE.

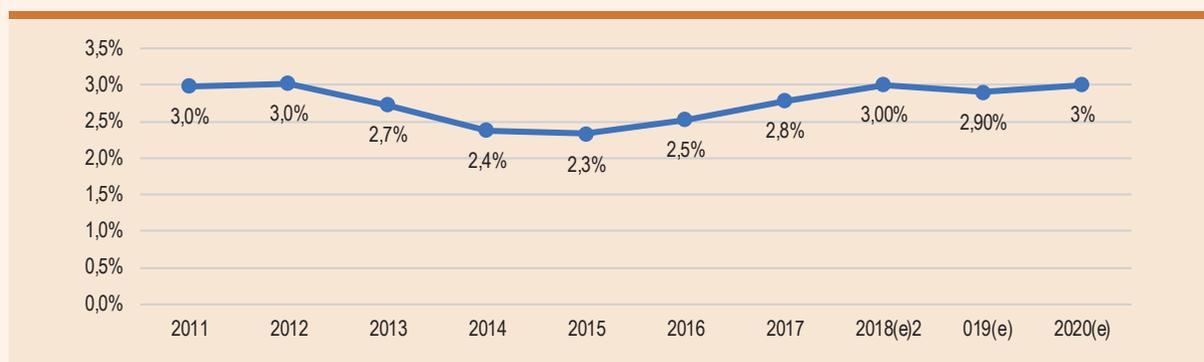
A continuación, se observa la participación del VBP de este complejo productivo respecto del Valor Bruto de Producción de la industria manufacturera.

de azúcar, han mejorado su participación en la actividad industrial nacional. De un valor de 2,3% en la zafra 2015, se subió a 3% en la zafra 2020, recuperando la participación que tenía a inicios de la década.

4.2 Contribución al PIB industrial

Las empresas del complejo productivo de caña

GRÁFICO 38
Participación VBP complejo productivo azúcar / VBP Industria manufacturera
(En porcentaje)



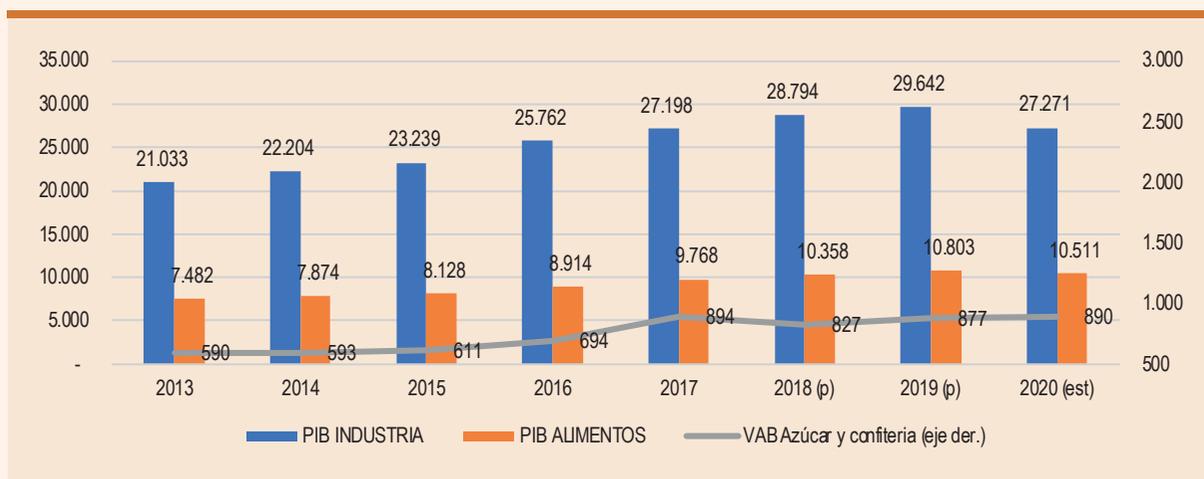
Fuente: Elaboración VPI, en base información del INE

En el siguiente gráfico se muestra la relación que existe entre el PIB de la industria manufacturera, del sector alimentos y del sector azucarero y confitería.

creció a tasas de 3% y 6%, aunque el 2016 y el 2017 subió un 10% y durante la pandemia el 2020 bajó casi un 3%. El rubro del azúcar y confitería creció a tasas de 1% y 3%, aunque el 2016 y 2017 creció a tasas del 14% y 29%, que es explicada por una mayor producción de caña que se tradujo en un incremento en la producción de azúcar, aún durante la pandemia se creció un 1,5%.

Se observa que la industria en general creció en este periodo en tasas del 5% y 6%, aunque el 2016 subió un 11% y por efecto de la pandemia bajó el 2020 un 8%. El sector de productos alimenticios

GRÁFICO 39
Evolución del PIB industrial, PIB de alimentos y VAB Azúcar y confitería a precios corrientes
(En millones de Bs)



Fuente: Elaboración DGAPIEP en base a los datos del Instituto Nacional de Estadística

4.3 Unidades económicas

Con información proporcionada por SEPREC; se muestra la clasificación de las unidades productivas por tamaño. La industria azucarera figura en la clase 1072, donde se observa que existen 11 empresas activas a la gestión 2022, dos de ellas no presentan actividad desde hace varios años (Planta Industrial Don Guillermo Ltda. e Industrias La Bélgica S.A. relacionadas con POPLAR CAPITAL S.A.), otras dos empresas registradas que aún no inician operaciones industriales (CICASA e ISA) y una empresa distribuidora y envasadora de azúcar AZUCRISTAL. Adicionalmente, se encuentra la empresa pública EASBA.

De ellas, cuatro empresas azucareras están clasificadas como Gran Empresa, una como Mediana Empresa, dos como Pequeña empresa, dos como Microempresa y dos sin clasificación.

Resulta evidente que los ingenios azucareros deben modificar los datos de su registro para que se tenga una clasificación que refleje de mejor manera el tamaño de las unidades productivas de este complejo productivo y una empresa debe clasificarse dentro esta clase (1072) ya que se encuentra inscrita en otra actividad (POPLAR CAPITAL S.A.).

4.4 Empleo

Se estimó para el año 2009¹⁸ que las unidades productivas agrícolas, contratan mano de obra para las labores de cosecha de forma estacional (mayo

a octubre) en un número aproximado de 12.000 personas de manera directa, un número que ha disminuido respecto de años atrás en la medida que la cosecha se va mecanizando. Por ello, en la fase primaria del complejo productivo, se estima que se generan cerca de 20.000 fuentes de trabajo, entre remuneradas y no remuneradas, incluyendo a 8.000 productores.

En la fase de transformación, el MDPyEP estima que se han generado 6.000 empleos directos en los ocho ingenios del país.

Los empleos indirectos se encuentran en los servicios prestados a los productores cañeros y a los ingenios agroindustriales, se menciona principalmente aquellos en el sector de logística, transporte y asistencia técnica, donde se estiman como 14.000 empleos indirectos.

Finalmente, en la fase de comercialización, los empleos indirectos creados para el comercio de productos y subproductos de la industrialización de la caña de azúcar, se estima en 18.000 personas dedicadas a este rubro.

Por ello, en todo el complejo productivo de la caña de azúcar se estima que existen 8.000 productores de caña, se generan 18.000 empleos directos y 32.000 empleos indirectos en la fase primaria, de transformación y comercialización, haciendo un total aproximado de 58.000 personas que trabajan en este complejo productivo.

¹⁸ Cadena Productiva del Azúcar. Autoridad de Fiscalización y Control Social de Empresas.2010.

5. FINANCIAMIENTO



5. FINANCIAMIENTO

Históricamente los productores cañeros han accedido al financiamiento de sus campañas agrícolas desde lo comercial con proveedores y clientes o compradores más que del sistema financiero. Inicialmente se debe tomar en cuenta que la actividad agrícola es riesgosa debido a muchos factores que el productor no controla como pueden ser las condiciones climáticas, el precio de los “commodities” y de los insumos y la volatilidad del tipo de cambio del dólar.

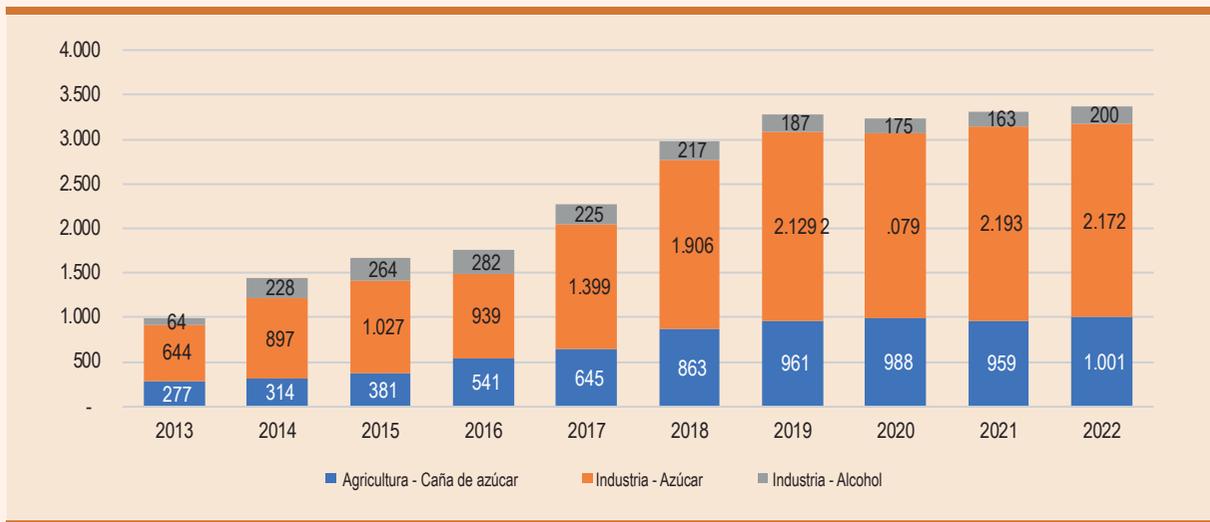
Todos estos factores no controlables definen un riesgo sistemático el cual es una limitante para la diversificación y tiene una estrecha relación con el crédito bancario. Con respecto al sector azucarero el acceso a créditos bancarios y/o financieros es de corto plazo y dirigido principalmente a la fracción privada empresarial asentados en los departamentos de Santa Cruz y Tarija, ya que la ASFI ha emitido normativas que incentivan a los bancos a continuar expandiendo la cartera agropecuaria. Los productores cañeros necesitan en la actualidad financiamiento principalmente para labores agrícolas que van desde la siembra hasta la cosecha.

Asimismo, el sector industrial requiere de financiamiento para inversión en la ampliación o reemplazo de maquinaria y para capital de operación para el pago por la materia prima, insumos y otros.

En el siguiente gráfico se muestran los créditos otorgados al complejo productivo de la caña de azúcar, desagregado según el crédito sea para el sector agrícola o industrial. Se observa que los créditos han ido incrementándose desde los Bs.985 millones el año 2013 hasta Bs.3373 millones el año 2022, que supone un incremento de 243% en nueve años. Entre el año 2017 y 2018 hubo el mayor incremento de créditos con Bs.716 millones, impulsado por la apertura del mercado del alcohol anhidro. Entre el año 2021 y 2022 solamente se incrementó en Bs.59 millones.

El sector agrícola cañero ha recibido el 30% y el sector industrial el 70% del crédito bancario.

GRÁFICO 40:
Créditos otorgados al complejo productivo de la caña de azúcar
 (En millones de Bs)

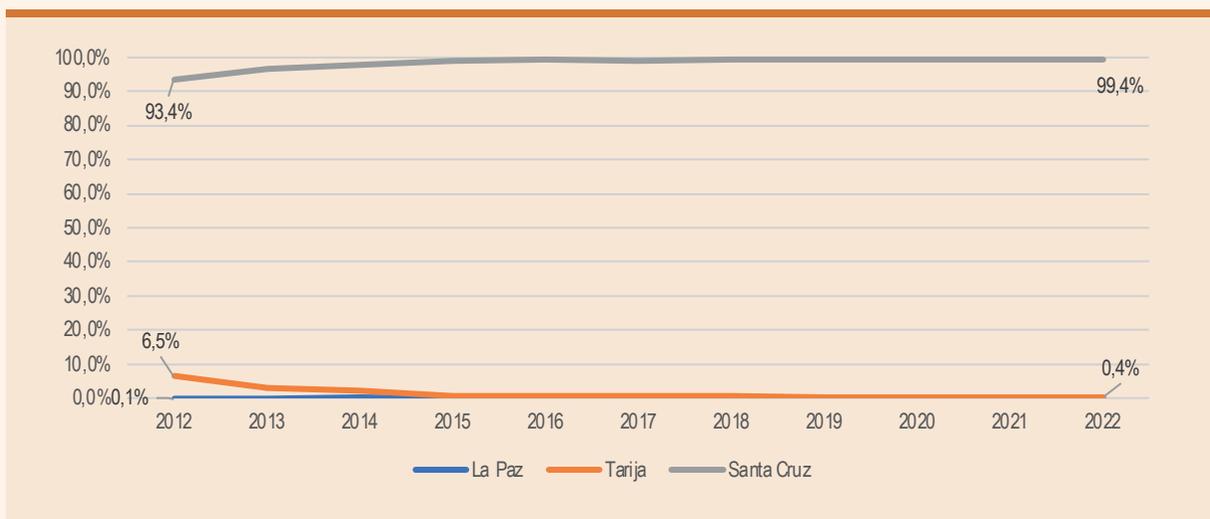


Fuente: ASFI, elaboración DGAPIEP

El mayor demandante de créditos es el sector privado del departamento de Santa Cruz donde están ubicados la mayoría de los ingenios azucareros de agricultores cañeros, su participación subió del 93,4% en 2012 al 99,4% en 2022. El departamento de Tarija

contrariamente bajó su participación del 6,5% en 2012 al 0,4% en 2022. Finalmente, el departamento de La Paz mantiene su marginal participación en 0,1% a lo largo de este periodo.

GRÁFICO N° 41:
Distribución geográfica del crédito sectorial

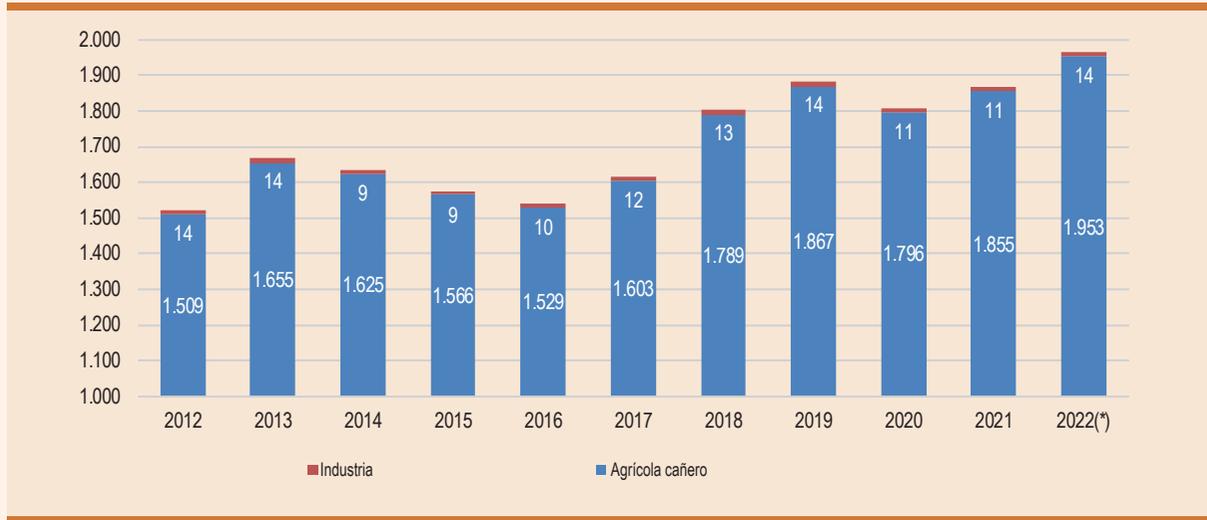


Fuente: ASFI, elaboración DGAPIEP

Por otro lado, con relación al número de prestatarios el mayor número de prestatarios registrados en el sistema financiero son los productores agrícola cañeros, quienes tuvieron un incremento de 1509

productores con créditos bancarios en 2012 a 1953 productores el año 2022, en tanto que 14 empresas industriales cuentan con créditos del sistema financiero nacional.

GRÁFICO 42:
Número de prestatarios



Fuente: ASFI, elaboración DAPRO-MDPYEP

A close-up photograph of sugar cane stalks and a bowl of brown sugar crystals. The stalks are cut into sections, showing the inner white pith and the outer green rind. A single green leaf is visible on the left. In the foreground, a dark, textured bowl is filled with golden-brown sugar crystals, which are scattered around it. The background is a soft, out-of-focus yellow-green.

6.

**PERSPECTIVAS DE
COMPLEJO PRODUCTIVO
DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

6. PERSPECTIVAS DE COMPLEJO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Desde la zafra 2017 se recuperan y superan los niveles productivos que se tuvo en 2013, habiéndose molido 7,4 millones de toneladas de caña. Luego, durante las siguientes tres zafras (2018 a 2020), se observa un crecimiento de la molienda de caña de azúcar hasta alcanzar 8,46 millones de toneladas y las últimas zafras 2021 y 2022 se vio una leve reducción de la producción hasta 8,37 millones de toneladas. Este salto en los volúmenes de molienda, ha permitido el incremento de la producción de azúcar, hasta alcanzar los 12,02 millones de quintales el 2017 y 11,14 millones de quintales el 2022 y más importante se duplicó la producción de alcohol, de 133,4 millones de litros el 2017 a 265,5 millones de litros el 2022, generando importantes saldos exportables y dejando atrás los años cuando se requerían licencias de exportación debido a que la producción estaba al límite con los valores mínimos para cumplir con el stock de seguridad requerido por norma para asegurar el abastecimiento interno.

Por otro lado, la apertura del mercado nacional para el alcohol anhidro, con una demanda cercana a 200 millones de litros el 2023, también promueven el desarrollo del sector ya que se espera que este volumen se incremente en los próximos años hasta 250-300 millones de litros.

Este nuevo escenario ha suscitado la autorización de ampliación y creación de capacidades productivas de la caña de azúcar hasta alcanzar 98.300 toneladas diarias de procesamiento de caña el 2023, estos incrementos en la capacidad de la industria azucarera

significan un valor 64% superior respecto de la capacidad instalada de hace diez años.

Las perspectivas del complejo productivo de la caña de azúcar para el 2023-2024 son alentadoras en tanto los ingenios tienen planificado el abastecimiento de azúcar del mercado nacional con una producción anual preliminar de 12,78 millones de quintales, que genera excedentes cercanos a los 3,6 millones de quintales que incluyen el stock de seguridad obligatorio señalado por norma.

TABLA 9:
Balance de azúcar zafra 2023-2024

Balance proyectado de azúcar (en qq)	
Saldo final zafra 2022 (abril 2023)	1.055.666
Producción preliminar de azúcar (mayo23-1ra. nov 23)	12.777.620
TOTAL OFERTA	13.833.286
Consumo interno estimado 2023 (may23-abr24)	8.700.000
TOTAL DEMANDA NACIONAL	8.700.000
Stock de seguridad	1.450.000
SALDO EXPORTABLE (may23-abr24)	3.683.286

Elaboración.- DGAPIEP-VPI-MDPyEP

Si bien, entre el 2017 y el 2020 los precios internacionales del azúcar sufrieron caídas constantes debido a excedentes de oferta mundial sobre la demanda mundial y aumento de inventarios, llegando a un índice mínimo de 63 en abril 2020, siendo el

índice base de 100=2014-2016, a partir de entonces los precios se recuperaron y en octubre 2023 el índice se encuentra en 159, es decir más que se duplicó entre el 2020 y el 2023 y siendo que nuestro país toma las tendencias de los precios internacionales del azúcar para las exportaciones de azúcar y alcohol, los precios también recuperaron y se encuentran en precios históricamente altos.

Para el periodo 2023-2024, de acuerdo al USDA¹⁹, se prevé un incremento de la producción mundial a 184 millones de toneladas de azúcar, que está por encima de la demanda mundial de 178 millones de toneladas, sin embargo los flujos comerciales derivarán en una reducción de los inventarios mundiales a 33 millones de toneladas que está sustentando un incremento de los precios de este commodity.

A largo plazo, las perspectivas son optimistas, ya que las estimaciones de demanda nacional de alcohol anhidro provocarán un incremento de la superficie cultivada de caña de azúcar, convirtiendo la industria azucarera en una industria sucroalcoholera, ya que la participación de la producción de alcohol (hidratado y anhidro) se irá incrementando en los venideros años en relación a la producción de azúcar.

A nivel mundial, la tendencia es similar, buscando reducir el uso de combustibles fósiles no renovables, muchos países están empezando a emplear el alcohol como aditivo vegetal en combustibles, incrementando la demanda por alcohol, producto que también puede provenir del maíz, del sorgo, etc.

A largo plazo es necesario retomar el impulso al reemplazo y/o ampliación de la superficie cultivada con caña de azúcar por dos principales motivos: la creciente demanda nacional de alcohol anhidro para

su uso como aditivo en los combustibles fósiles y la ajustada producción mundial de azúcar que ha visto reducir sus stocks y está sosteniendo elevados precios de este producto, constituyéndose en una excelente oportunidad para generar mayores exportaciones.

Muchos países del mundo están fomentando el uso de biocombustibles y e-fuels en remplazo de combustibles fósiles, ej. la Unión Europea prevé dejar de comercializar vehículos que usan combustibles fósiles el 2035 y la India ya ha empezado a mezclar alcohol en sus combustibles.

En este escenario, el rol del Estado será continuar apoyando a los productores cañeros para que puedan incrementar los rendimientos culturales de la caña de azúcar, para no quedar rezagados respecto a otros países de la región (apoyo en investigación de variedades, en el uso de fertilizantes, monitoreo oportuno con imágenes satelitales meteorológicas, etc.), así como asegurar la producción de azúcar necesaria para abastecer el mercado nacional y apoyar en la consolidación de mercados de exportación para que los ingenios sucroalcoholeros puedan comercializar sus saldos exportables de azúcar y alcohol.

Del mismo modo, al pasar diez años de promulgación de la Ley N°307 del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar promulgado en noviembre de 2012, es necesario evaluar el impacto que tuvo la regulación sobre las actividades y relaciones productivas, y así realizar los ajustes necesarios para mejorar la norma y asegurar el desarrollo de este importante sector productivo, ahora que se ha conformado un espacio de planificación público-privado denominado Comité de Planificación del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar.

¹⁹ USDA. Sugar: World Markets and Trade. Noviembre 2023.

A close-up photograph of sugar cane stalks and a bowl of brown sugar crystals. The stalks are yellowish-green and cut into sections, with some green leaves still attached. The brown sugar crystals are piled in a dark, textured bowl. The background is a solid blue color.

7. CONTEXTO INTERNACIONAL DE LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR CONVENCIONAL Y ORGÁNICA

7 CONTEXTO INTERNACIONAL DE LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR CONVENCIONAL Y ORGÁNICA

Se puede obtener azúcar de una amplia gama de cultivos, pero actualmente la mayor parte del suministro mundial de azúcar proviene de la caña azucarera. De ahí se extrae más de 80 por ciento del azúcar en el mundo. La caña está plantada en unos 15 millones de hectáreas en más de 100 países de la región tropical y subtropical. La segunda fuente más importante de azúcar es la remolacha, que se cultiva principalmente en el hemisferio norte, en 10 millones de hectáreas en cerca a 50 países. Pero el mapa de la producción mundial de esos cultivos es cambiante y gran parte de los mismos se traslada y extiende a nuevas tierras.

Tres tendencias alteraron la distribución geográfica de la producción de azúcar. La primera fue el surgimiento de Brasil como el mayor productor mundial de azúcar y por lejos el mayor exportador mundial de azúcar. Cerca de tres cuartas partes de la expansión de la producción de caña de azúcar en los últimos diez años ocurrieron en Brasil, donde la superficie de caña de azúcar creció un promedio de 300 mil hectáreas por año entre 2000 y 2007 una tasa equivalente

a la expansión del cultivo de soja en el país. En 2008, la superficie de caña de azúcar registró un notable aumento del 14 por ciento. Una proporción considerable de la producción de caña de azúcar de Brasil se destina a la industria local de etanol, pero gran parte sigue fluyendo hacia el mercado mundial. Actualmente, más de la mitad de las exportaciones mundiales de azúcar sin refinar proviene de Brasil en comparación con el 7% que representaba a principios de los años 1990.

Pese al crecimiento de ese enorme productor con bajos costos, hasta hace poco la vieja estructura de la producción mundial permaneció casi intacta debido a los antiguos sistemas proteccionistas para la producción nacional de la Unión Europea y los Estados Unidos, y debido también a los acuerdos comerciales preferenciales entre Europa y sus ex colonias, que continúan dependiendo de exportar azúcar. Sin embargo, una segunda tendencia que afecta a la industria azucarera la reforma azucarera de la Unión Europea ha venido a romper esta vieja estructura.

MAPA 5:
Producción mundial orgánica e inorgánica del cultivo de caña de azúcar



Fuente: DAPRO, 2021

La tercera tendencia decisiva que altera el mapa de la producción mundial de azúcar es el aumento monumental de los agrocombustibles. La caña de azúcar es considerada como una de las materias primas más rentables en la producción de etanol, si no la más rentable. El mercado mundial de etanol crece a gran velocidad, conforme varios mercados importantes de combustibles utilizados en el transporte ponen en vigor los mandatos que exigen ciertos porcentajes de etanol mezclado con petróleo (o están por hacerlo). Antes de la crisis financiera de 2008 y del colapso en los precios del petróleo, la industria azucarera estaba inundada por inversiones destinadas a establecer nuevas fábricas de etanol. Últimamente estas inversiones bajaron su ritmo y muchos proyectos se detuvieron o se clausuraron. Aun así, los mandatos gubernamentales son suficientes para que haya mucho dinero destinado a la producción de etanol. De hecho, ya hay numerosos proyectos de producción de etanol a gran escala, combinados con plantaciones de azúcar, que se ponen en funcionamiento por todo el mundo y que impulsan la producción de azúcar a nuevas áreas. También hay inversiones en tecnología que podría abrirle nuevos mercados a los agrocombustibles basados en caña de azúcar. En suma, el creciente mercado de agrocombustibles ha

hecho crecer en gran medida la demanda de azúcar y a su vez, esta demanda expande la producción mundial de azúcar.

El rendimiento de caña de azúcar en Bolivia es 52 toneladas por hectárea, el promedio de caña de azúcar transgénico es de 74 toneladas por hectárea. Países como Perú (121 toneladas por hectárea), Guatemala (118 toneladas por hectárea), Colombia (89 toneladas por hectárea), Ecuador (89 toneladas por hectárea). Son países que sin la necesidad de la utilización de transgénicos tienen rendimientos altos y superiores en caña de azúcar con respecto a países que utilizan transgénicos.

La caña de azúcar en Bolivia está directamente relacionado al consumo humano y el 70% de la producción de azúcar es destinada al mercado interno y genera recursos económicos de aproximadamente 2.800 millones de bolivianos, es uno de los principales productos agroindustriales del país.

No es necesaria la utilización de transgénicos en caña de azúcar en Bolivia debido a que con tecnología adecuada se puede incrementar los rendimientos como se hizo en Perú, Guatemala, Colombia, Ecuador entre otros.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Autoridad de Fiscalización y Control Social de Empresas (2010). Cadena Productiva del Azúcar.
- Cassalet, C. et al (1995), El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. CENICAÑA. Cali, Colombia.
- Fernández Quisbert, Ramiro (2010). Orígenes de Agroindustria azucarera en Bolivia. Homenaje al IV Centenario de La Paz.
- Instituto Nacional de Estadística (2013). Censo Nacional Agropecuario 2013.
- Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, Unidad de Registro y Comercio (2014). Resultados de la Encuesta Anual a Unidades Productivas 2014.
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, Observatorio Agroambiental y Productivo (2016). Reporte estadístico de la encuesta de pronóstico de cosecha de la zafra 2016 de la caña de azúcar.
- OECD/FAO (2015), OCDE-FAO Agricultural Outlook 2015, OECD Agriculture statistics (database)
- OECD/FAO (2020), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029, OECD Publishing, Paris
- Noack, Andreas W. (2010). Historia del sector azucarero en Bolivia. Instituto Boliviano de Comercio Exterior.
- Seoane, Alfredo V. (2015). Hitos de la historia de la industria en Bolivia. CIDES-UMSA.
- USDA (2021). Sugar: World Markets and Trade (Mayo 2021)
- USDA (2023). Sugar: World Markets and Trade (Nov.2023)

NORMA VIGENTE CONSULTADA

- Ley 307, del 10 de noviembre de 2012, del Complejo Productivo de la Caña de Azúcar
- Decreto Supremo 1554, del 10 de abril de 2013, Reglamento de la Ley 307.
- Ley de Reforma Agraria de 2 de agosto de 1953.

PÁGINAS INTERNET CONSULTADAS

- Reportes de la Organización Internacional del Azúcar (OIA) URL <https://www.isosugar.org/content/publications>
- Precios e informes para las industrias mundiales de azúcar y etanol. URL <http://www.sugaronline.com>
- Valor Bruto de Producción de la industria manufacturera. URL <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/industria-manufacturera-y-comercio/estadisticas-estructurales-cuadros-estadisticos/>
- Cotizaciones en Tiempo Real, Gráficos, Portafolio, Noticias Financieras, Información en vivo de la Bolsa de —

- Valores. URL <https://mx.investing.com/>
- Estadísticas agrícolas de la FAO: URL <https://www.fao.org/faostat/es/>
- CIASA. Historia de la empresa URL <http://ingeniosanaurelio.blogspot.com>
- EASBA. Historia de la empresa URL <http://www.easba.gob.bo/historia.html>
- UNAGRO. Historia de la empresa URL https://www.unagro.com.bo/somos_1.htm
- Roca, Ovidio. Veinte años de logros de Guabirá URL <https://ovidioroca.wordpress.com/2012/12/09/guabira-veinte-anos-de-logros/>
- UDAPRO, Sistema Integrado de Información Productiva URL <http://siip.produccion.gob.bo/login/index.php>

ANEXOS



ANEXO 1

HISTORIA DE LOS INGENIOS AZUCAREROS

Ingenio Azucarero UNAGRO S.A.

El Ingenio Azucarero “ROBERTO BARBERY PAZ”, que forma parte de la Corporación UNAGRO S.A., nace como institución el 5 de diciembre de 1972.

Se constituye como una Sociedad Anónima el 13 de febrero de 1975. Su Estatuto Orgánico está adecuado al Código de Comercio y está aprobado por Resolución Administrativa N° 50 del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de fecha 11 de Julio de 1980.

La primera zafra del Ingenio Azucarero Santa Cruz, que desde enero de 1994 lleva el nombre de Ingenio Azucarero Roberto Barbery Paz en homenaje póstumo a su principal impulsor y fundador, tiene su inicio en mayo de 1977, con una duración de 191 días, consiguiéndose una molienda de 360.732 toneladas métricas de caña, que tuvieron como resultado una producción de 654.621 quintales de azúcar.

La capacidad efectiva de molienda diaria de caña del Ingenio a lo largo de los años se ha ido incrementando, desde 4.000 toneladas métricas iniciales hasta aproximadamente 20.000 toneladas métricas por día.

El Ingenio además de manejar el proceso de industrialización de la materia prima que recibe de sus proveedores cañeros, cultiva cerca de 5.000 hectáreas de caña de azúcar en tierras propias, volumen que los productores tradicionales no pueden cubrir, para abastecer su molienda principalmente al inicio y en la

parte final de la zafra, momentos que son de mayor necesidad de materia prima.

En su moderna destilería, produce alcohol a partir de la melaza de la caña, sometiendo este producto a los procesos de fermentación y destilación. Puede producir además de alcohol potable, alcohol extra fino para uso farmacéutico y alcohol anhidro, producto que mezclado con gasolina, eleva el octanaje y reduce los riesgos de contaminación ambiental.

POPLAR CAPITAL (ex La Bélgica)

Establecido en una propiedad agrícola denominada “La Bélgica”, empezó sus operaciones de obtención del azúcar, a partir de 1952, a la cabeza de los hermanos Gasser. Un año antes la sociedad agrícola se había convertido en sociedad anónima, traducido en un ingenio. A partir de 1952, se comenzó a producir azúcar granulada en el denominado, ingenio “La Bélgica”, y desde entonces empezaron las ampliaciones, primero con la compra de un nuevo trapiche con capacidad para una molienda de 250 toneladas de caña diaria, luego otro para 400 toneladas diarias caña.

En febrero de 1959 se obtuvo del Development Loan Fund (USA) un crédito que amplió su capacidad de molienda a un promedio de 2.000 toneladas de caña por día, además instaló una fábrica de alimentos para ganado y aves (LEVABOL).

En 1973 se tendió un gasoducto de Caranda a La Bélgica, por cuenta de la firma Industrias La Bélgica, siendo de este modo la primera empresa que inicio el consumo de gas.

En abril del 2003, cambia la razón social del ingenio a Planta Industrial “Don Guillermo” Ltda., manteniendo el nombre de sus productos ya consolidados en el mercado de consumo. Actualmente las constantes mejoras que se hicieron, especialmente en el proceso de molienda han permitido que esta industria tenga una capacidad instalada de molienda cercana a 8.000 t/día²⁰.

Industria Azucarera “Guabirá S.A.”

A principios de los años cincuenta, por las ventajosas condiciones para el cultivo de la caña de azúcar en la Provincia Obispo Santisteban y alrededores, la Corporación Boliviana de Fomento (C.B.F.) decide la instalación de un Ingenio Azucarero en las inmediaciones de Montero en una extensión de 400 hectáreas.

En agosto de 1952 se llama a propuestas para la provisión de la maquinaria y en julio de 1953, mediante Decreto Supremo N° 3459, se aprueba el informe de la comisión técnica que estudió las trece propuestas para la provisión de maquinaria y se elige a la Compañía Fives Lille de Francia, por 2.8 millones de dólares. La maquinaria fue montada bajo la dirección de técnicos franceses y argentinos y ejecutada por trabajadores venidos de todo el país. El 6 de julio de 1956 se dio inicio a la prueba y puesta en marcha del Ingenio.

El Ingenio inició actividades operativas el 6 de Julio de 1956 con su primera zafra azucarera, con una capacidad de molienda de 1.000 [Tn/día], produciendo en la gestión 30.007 quintales de azúcar refinado y 329.350 litros de alcohol. Esta iniciativa económica fue alentada por el gobierno en 1953 a través de la entonces Corporación Boliviana de Fomento (CBF), mediante el pago de un impuesto de 4 Bs. por kilogramo de azúcar importado.

En 1982 se formó la Federación Nacional de Cañeros (FECAÑA) como la máxima representación gremial de Cañeros del Norte Cruceño, los que reclaman permanentemente el cumplimiento de la filosofía de la CBF; crear industrias y traspasarlas al sector privado.

En abril de 1992, se dicta la Ley de Privatización de la Empresa Pública donde se ratifica con mayor firmeza lo determinado en el D.S. 21060. Ese mismo año y con miras a la compra de Guabirá los cañeros proveedores, crean UNICA S.A. como ente jurídico capaz de realizar la compra de la empresa.

En junio de 1993, se autoriza la creación de la Sociedad Anónima Mixta (SAM), traspasando el 40% de las acciones para los trabajadores, el 40% para los cañeros y el 20% al Estado. Quedaba el compromiso que después de dos años, el Estado (CORDECRUZ) vendería sus acciones en partes iguales a los cañeros y trabajadores. Posteriormente, conforme a lo establecido en el convenio de privatización, CORDECRUZ puso a la venta su paquete accionario en partes iguales a cañeros y trabajadores. A partir de 1996 el Ingenio cambia de personería jurídica de Sociedad Anónima Mixta a Sociedad Anónima.

Un hito histórico para la empresa se produjo en 1976, año en él se incrementó su capacidad de molienda de caña de azúcar, de 1.000 t/día a 5.500 t/día y un nivel de producción de 1.680.000 qq de azúcar (aproximadamente 76.205 toneladas)²¹.

Actualmente la capacidad instalada de molienda de esta unidad productiva se sitúa alrededor de 23.000 t/día, siendo la de mayor capacidad hasta el momento.

Ingenio Azucarero Moto Méndez (Industria Agrícola de Bermejo S.A.)

El Ingenio Azucarero de Bermejo fue fundado en el año 1968 como empresa estatal descentralizada dependiente de la Corporación Boliviana de Fomento (CBF), pero con la desaparición de ésta, en agosto de 1985, pasó a depender de la Corporación de Desarrollo de Tarija (CODETAR), este periodo no fue muy largo, debido a la vigencia de la descentralización administrativa, quedó durante años bajo la batuta de la Prefectura del departamento de Tarija.

En 1998, el Ingenio fue transferido al sector privado mediante la conformación de una sociedad de economía mixta entre la Prefectura, los trabajadores del ingenio y el

²⁰ Extraído del documento: Cadena Productiva del Azúcar-AEMP.

²¹ Extraído del documento: Cadena Productiva del Azúcar-AEMP y del artículo Guabirá 20 años de logro escrito por Ovidio Roca <https://ovidioroca.wordpress.com/2012/12/09/guabira-veinte-anos-de-logros/>

sector cañero de Bermejo. La Prefectura, sin embargo, terminó por vender sus acciones en partes iguales a los otros dos socios. Así se llegó hasta el 3 de diciembre de 2001, momento en el que, por discrepancias, los trabajadores del ingenio adquirieron el 100 por ciento de las acciones del sector cañero, constituyéndose desde entonces en una Sociedad Anónima y en los únicos propietarios de esa enorme industria azucarera. Actualmente el ingenio se llama "Industrias Agrícolas de Bermejo S.A. con una capacidad instalada de molienda, aproximada de 4.500 t/día²².

Compañía Industrial Azucarera "San Aurelio S.A."

La Compañía Industrial Azucarera "San Aurelio" S.A. (CIASA) es una empresa dedicada a la actividad agroindustrial con larga trayectoria en la producción de azúcares y alcoholes que son destinados al mercado nacional e internacional. Fundada por Ramón Darío Gutiérrez Jiménez y su esposa, el 1 de junio de 1951.

En principio funcionó con una molienda de un trapiche que molía 500 Tn/día, la producción diaria de azúcar llegaba a 960 qq. El traslado del azúcar procesado se lo hacía en forma manual, había mucho personal haciendo trabajo. Fue después que con la ayuda de entidades financieras el año 1964 adquirieron nuevas maquinarias.

Toda la administración siempre estuvo a cargo de la familia Gutiérrez, por los años 1975-1976, hicieron la mayor inversión para ampliar más el ingenio, la empresa creció y así que a partir del año 1999 existe una revolución en la automatización. Desde entonces la capacidad instalada de su fábrica de azúcar y destilería de alcohol se ha incrementado continuamente a través de los años, posicionándose hoy como una de las plantas de mayor capacidad de molienda en Bolivia, su capacidad instalada es alrededor de 12.000 t/día²³.

Ingenio Sucroalcoholero AGUAI S.A.

El *Ingenio Sucroalcoholero Aguaí* S.A. - es el

sexto ingenio instalado en Bolivia en 2009. Su planta industrial está ubicada en el norte cruceño, entre los ríos Grande y Piraí, localidad de Aguaí, Municipio de Fernández Alonso, a 30 kilómetros de la población de Mineros y a 110 kilómetros de la ciudad capital Santa Cruz de la Sierra.

La planta de Aguaí está construida en un área de 13 hectáreas. El sistema de procesamiento de la caña es automático, lo que permite una capacidad de molienda de 500 toneladas por hora que es tratada por dos motores. La chimenea del ingenio, de 50 metros de altura, no arroja humos contaminantes a la atmósfera y está construida cumpliendo las más estrictas normas medioambientales. Además posee la mayor caldera instalada en el país con una capacidad de 220 toneladas de vapor por hora.

El Ingenio utiliza grandes cantidades de agua para el lavado del bagazo, sin embargo, la tecnología de la planta permite que esa agua, obtenida del subsuelo, sea reutilizable sin límite. Se han construido varias torres para el enfriamiento del agua y habilitación continua para su posterior reutilización. Ostentan con orgullo los dos tanques de almacenamiento de alcohol más grandes del país y que fueron construidos por especialistas metal mecánicos bolivianos. Cada tanque tiene una capacidad de 20 millones de litros.

La inversión del Ingenio es de aproximadamente 160 millones de dólares. Es el emprendimiento empresarial privado más grande ejecutado en Bolivia con capitales exclusivamente nacionales y financiamiento obtenido en el país a través de la Bolsa Boliviana de Valores.

Su capacidad instalada actual de molienda de caña de azúcar es aproximadamente de 12.000 toneladas métrica día²⁴.

Empresa Azucarera San Buenaventura (EASBA)

Las iniciativas para desarrollar la parte norte del departamento de La Paz datan de los años 70. La Corporación Regional de Desarrollo de La Paz

22 Extraído del documento: Cadena Productiva del Azúcar-AEMP.

23 Extraído del documento: Cadena Productiva del Azúcar-AEMP, <http://ingeniosanaurelio.blogspot.com>

24 Información proporcionada por el Ingenio Aguaí.

(CORDEPAZ) se creó el año 1971 con tres estrategias de producción: 1. La creación de un polo de desarrollo regional en torno a una industria azucarera ubicada en el municipio de San Buenaventura, 2. La construcción de una represa hidroeléctrica y 3. La exploración y explotación de recursos hidrocarburíferos.

En noviembre del 2006, mediante la Ley N°. 3546 se declara Prioridad Nacional la construcción del Complejo Agroindustrial de San Buenaventura, teniendo como base la implementación del Ingenio Azucarero, para la producción de Azúcar y Alcohol etílico.

En septiembre del 2010, el Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia, mediante Decreto Supremo N°. 637 crea la Empresa Azucarera San Buenaventura (EASBA), como Empresa Pública Nacional Estratégica²⁵. La construcción del ingenio se encarga a la empresa CAMCE UNION, que recibe la Orden de proceder en septiembre 2012. La recepción definitiva del ingenio se ha efectuado en diciembre de 2017, siendo la zafra 2018, su primera zafra oficial.

La capacidad instalada actual de molienda de caña de azúcar es aproximadamente de 7.000 toneladas métrica día.

25 <http://www.easba.gob.bo/historia.html>

ANEXO 2

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS SATELITAL DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR – CAMPAÑA DE VERANO 2023

La ejecución de planes y programas en las diferentes zonas de producción del país, depende directamente de la disponibilidad de información geo estadística y un conocimiento conciso de la superficie ocupada del cultivo de caña de azúcar, y la tendencia de producción y rendimiento.

El conocimiento de su distribución geográfica, resulta muy importante tanto para la actividad privada, como para el Estado, con el propósito de mejorar la calidad de sus intervenciones y satisfacer los requerimientos propios de un proceso de planificación.

En ese marco, los sensores remotos y los sistemas de procesamiento de imágenes digitales, son en la actualidad la tecnología más adecuada para realizar estudios de monitoreo, identificación y cuantificación de cultivos, en este caso del cultivo de caña de azúcar.

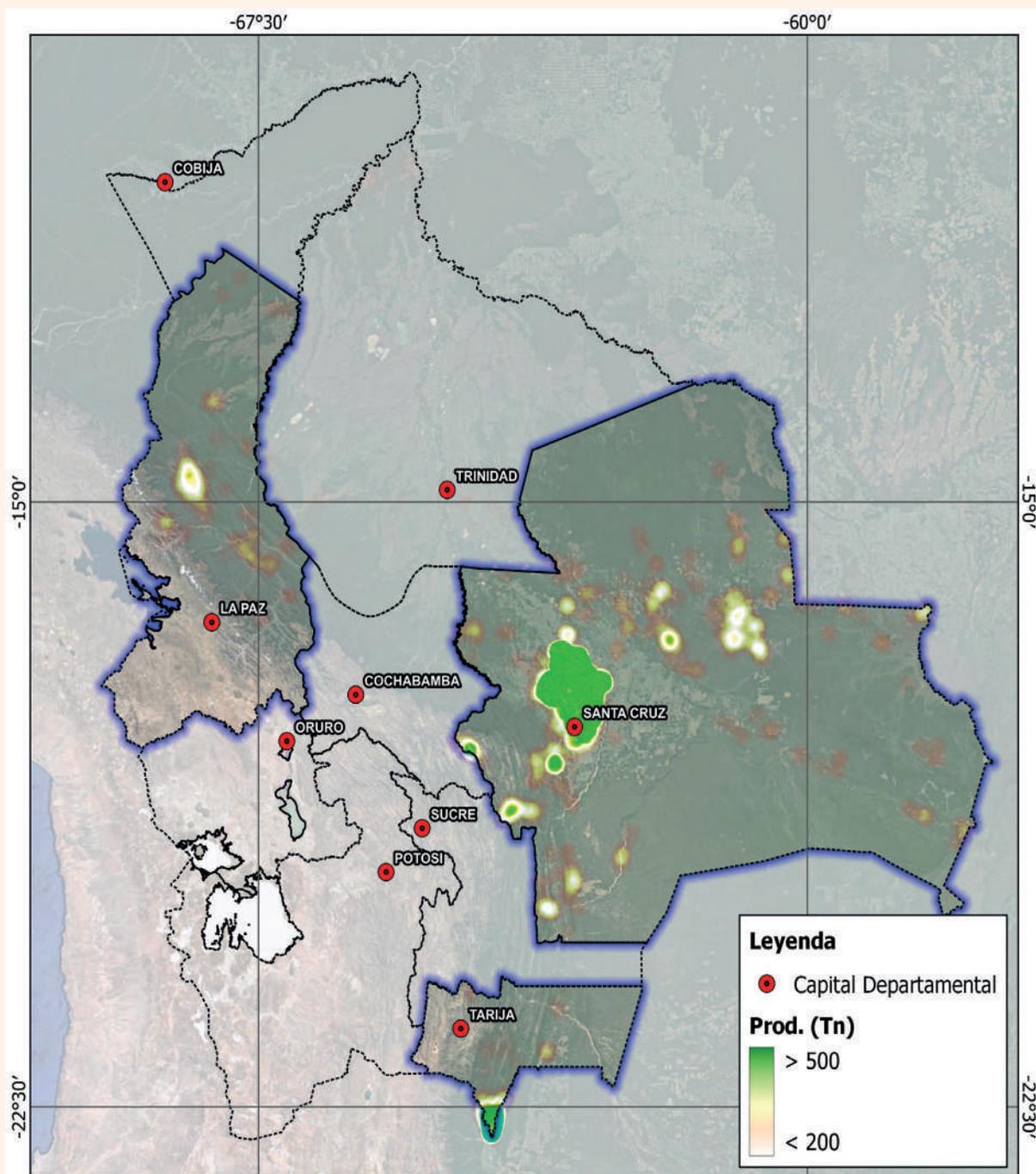
En ese entendido, se identificó y cuantifico las zonas de cultivo de caña de azúcar, a partir de la captura, procesamiento y análisis digital de imágenes satelitales de resolución espacial adecuada que permita evaluar las variables meteorológicas y estimar su producción para la campaña de verano 2023. Efectuándose las siguientes tareas:

- Procesamiento de imágenes satelitales de variables meteorológicas que cubran las zonas de cultivos de caña de azúcar.
- Tratamiento e interpretación de las imágenes de satélite para la identificación de la superficie cultivada de caña de azúcar.
- Estimar los volúmenes y rendimientos proyectados en las zonas productoras de cultivo de caña de azúcar.

El factor más importante para obtener los volúmenes estimados de la producción del cultivo de caña depende directamente de la precipitación y la temperatura suelo, en este caso de la acumulación en la superficie caracterizada por los pisos ecológicos en las zonas de producción.

En ese contexto, se planteó la metodología de focalizar las comunidades dedicadas a la producción agrícola, analizando su distribución, las conexiones y la correlación entre los datos y la representación espacial, para lo cual, se empleó los datos del Censo Nacional Agropecuario del año 2013, como línea base, Encuesta Agropecuaria del 2015 – INE, los volúmenes de producción agrícola proyectados en el Plan Sectorial del MDRyT de 2017 y el Atlas de Vocaciones y Potencialidades Productivas, 2019.

MAPA 6:
Producción comunitaria de cultivo de caña de azúcar, 2022



Fuente: Censo Nacional Agropecuario, 2013, Encuesta Nacional Agropecuario, 2015, Plan del Sector Agropecuario y Rural, 2017. Atlas de Vocación y Potencialidades Productivas, 2017. Elaboración: DAPRO, 2020

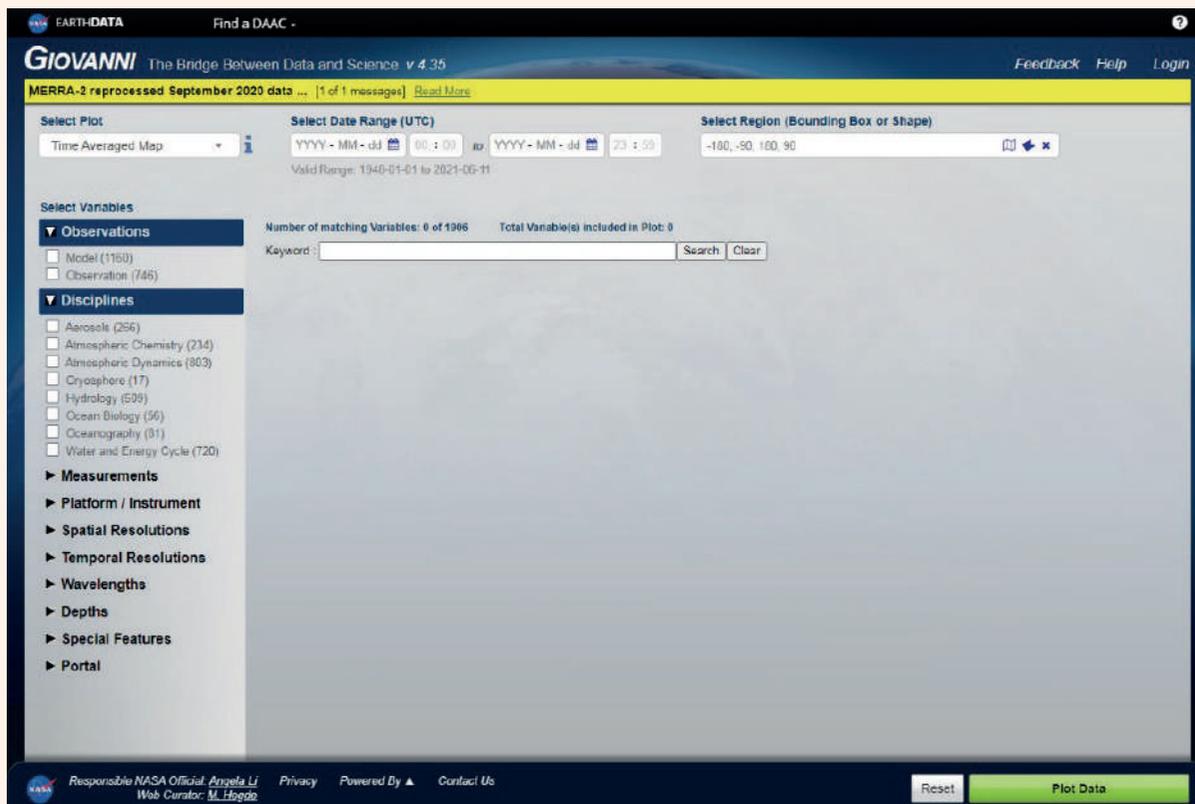
En esa línea metodológica, la información de las comunidades agro productivas estructurada de acuerdo a condiciones de clasificación por la cantidad de producción, fueron sometidos a criterios algebraicos de carácter cartográfico; resultando información cuantitativa y cualitativa de aquellos volúmenes de producción que se manifiestan en el espacio territorial de acuerdo al tipo de actividad agrícola.

Se obtuvo imágenes satelitales de la época húmeda (enero, febrero y marzo) en una serie de tiempo de 2011 al 2023, debido principalmente a que partir del año 2010; en adelante, los efectos del cambio climático inciden en el proceso de frecuencia paramétrica de la precipitación y temperatura a nivel Nacional. El conjunto de datos de los productos satelitales, se detallan a continuación:

- Precipitación acumulada mensual, obtenidas del sensor TRMM
- Temperatura suelo día mensual, obtenidas del sensor MODIS-Terra
- Índice de vegetación NDVI obtenidas del sensor MODIS-Terra
- Evapotranspiración, obtenidas del Modelo GLDAS
- Modelo Digital de Elevación obtenido de SRTM

Una vez definido las variables técnicas del sensor meteorológico, se procede a ingresar a la plataforma web (se recomienda usar los navegadores Mozilla o Google Chrome) de la NASA en su módulo de gestor de datos climáticos GIOVANNI, mediante la dirección url: <https://giovanni.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

FIGURA 1:
Modulo de gestión de datos climáticos – NASA GIOVANNI



Fuente: <https://giovanni.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

Se descargó en un total de 80 imágenes de satélite en formato netCDF, con una cobertura de aproximadamente de 10.050 km². Estas se organizaron a partir del año 2013 al 2023 y distribuidos para los meses de la época húmeda (enero a marzo).

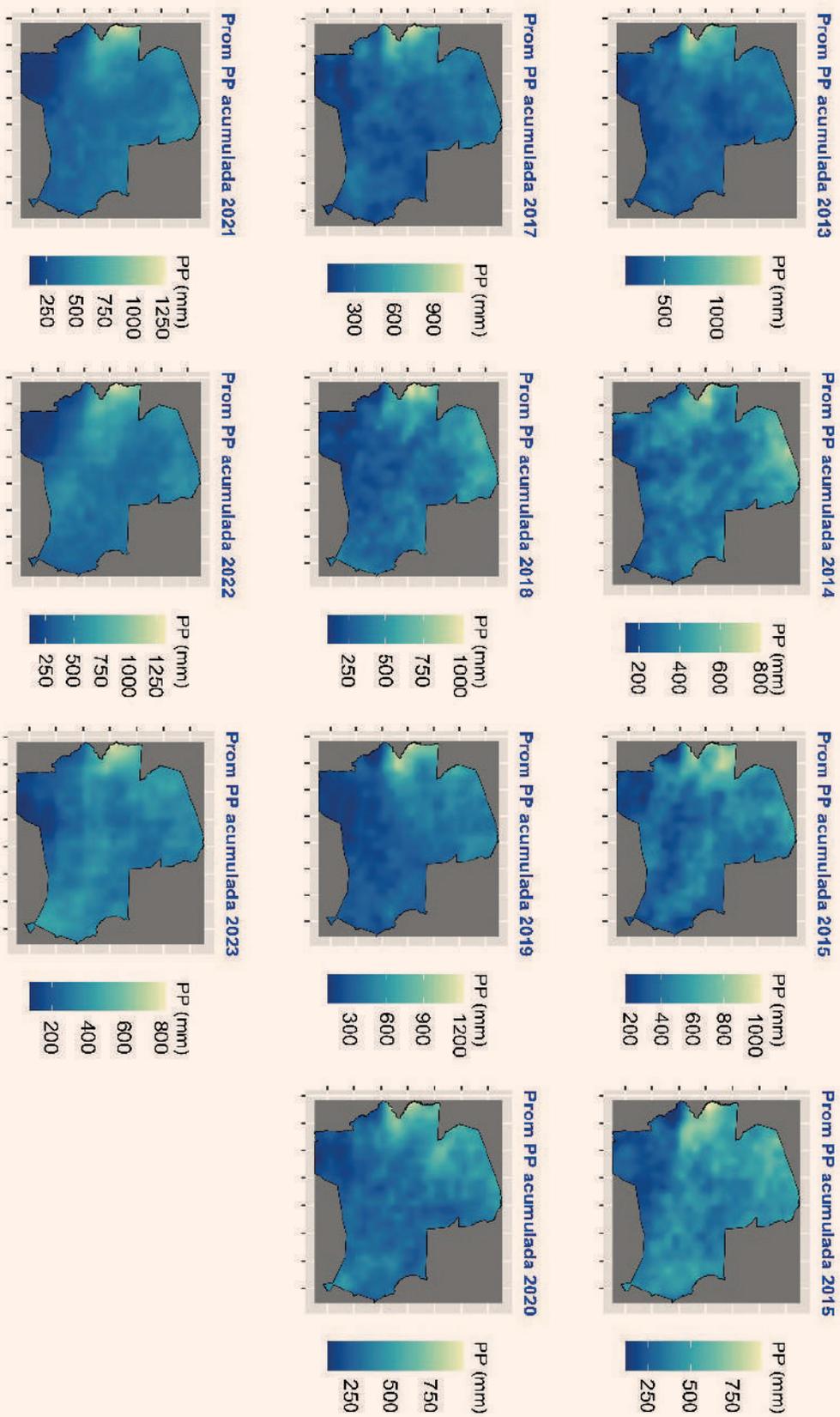
Definido la tecnología de geo procesamiento de datos de tipo raster; en el software QGis 3.16, se procedió al análisis de la variabilidad meteorológica y su correlación la producción del cultivo de caña de azúcar, abordándose desde dos perspectivas: una es la aplicación de la geo estadística; empleándose el software estadístico Rstudio, y otra es el análisis multivariado de las imágenes de satélite empleándose el Google Engine.

Análisis del comportamiento espacial de la precipitación acumulada en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz

La precipitación acumulada promedio a partir del año 2011, el comportamiento del promedio mensual de la precipitación acumulada presenta una distribución de acumulación en un 43% en las zonas de producción del departamento de Santa Cruz. Este comportamiento disminuye para el año 2014, debido al comienzo notorio de la deforestación de especies

maderables y agroforestales de las zonas boscosas de la Región Amazónica donde se encuentra la mayor extensión de zonas boscosas, aportantes de grandes volúmenes de vapor de agua; componente de origen para la descarga de precipitación en las principales zonas de cultivo. En el año 2015 ocurre un excedente en la descarga de las precipitaciones que se acumulan en un 39% de la superficie de cultivo, provocándose exceso de humedad en los cultivos de caña de azúcar afectando a su crecimiento fenológico. Entre los años 2016 al 2018, el comportamiento de la precipitación acumulada presentó niveles intermedios de acumulación a lo largo de los tres pisos ecológicos. El año 2019, la precipitación acumulada presenta un ascenso de casi 61 mm en su acumulación que están distribuidas al noreste del departamento de Santa Cruz, donde además se genera la mayor cantidad de evapotranspiración por efecto de la energía calorífica reflejada en su cobertura boscosa. Al año 2020, la precipitación acumulada presenta niveles muy bajos de cosecha que afectaron a los embalses de los cuerpos de agua y red hidrográfica destinados principalmente a las actividades de cosecha del cultivo de caña de azúcar. Entre los años 2021 y 2022, el promedio de precipitación acumulada disminuyó en 33%, es decir, 51 mm menos. Al año 2023, la precipitación se redujo en un promedio de 42 mm.

MAPA 7:
Distribución espacio temporal de la precipitación acumulada 2013-2023



Fuente: DGAP/IEP, 2023

Las precipitaciones caídas en la zona Este en promedio fueron de 905 mm, el municipio con mayor precipitación fue El Puente 1.280 mm, seguido de San Ignacio de Velasco 993 mm, Guarayos 990 mm, San Julián 898 mm, San José de Chiquitos 802 mm, Cuatro Cañadas 704 mm y Pailón con 669 mm. La zona Integrada es más húmeda (1.045 mm de promedio) con respecto a la zona Este (905 mm de promedio), se siembran unas 343.000 hectáreas, distribuidas en Minero – Petagrande 252.000 hectáreas, Montero – Okinawa 49.000, Montero – Yapacani 22.500, Central Integrada 10.000 y 9.500 hectáreas en el área Sur Integrada. En promedio las precipitaciones caídas en la zona fueron de 1.045 mm. En Fernández Alonzo el promedio de noviembre a abril fue de 1.132 mm, Yapacani 1.083 mm, San Pedro 1.080 mm, Okinawa 1.016mm y la zona Sur con 916 mm, que es la más seca de la zona Integrada.

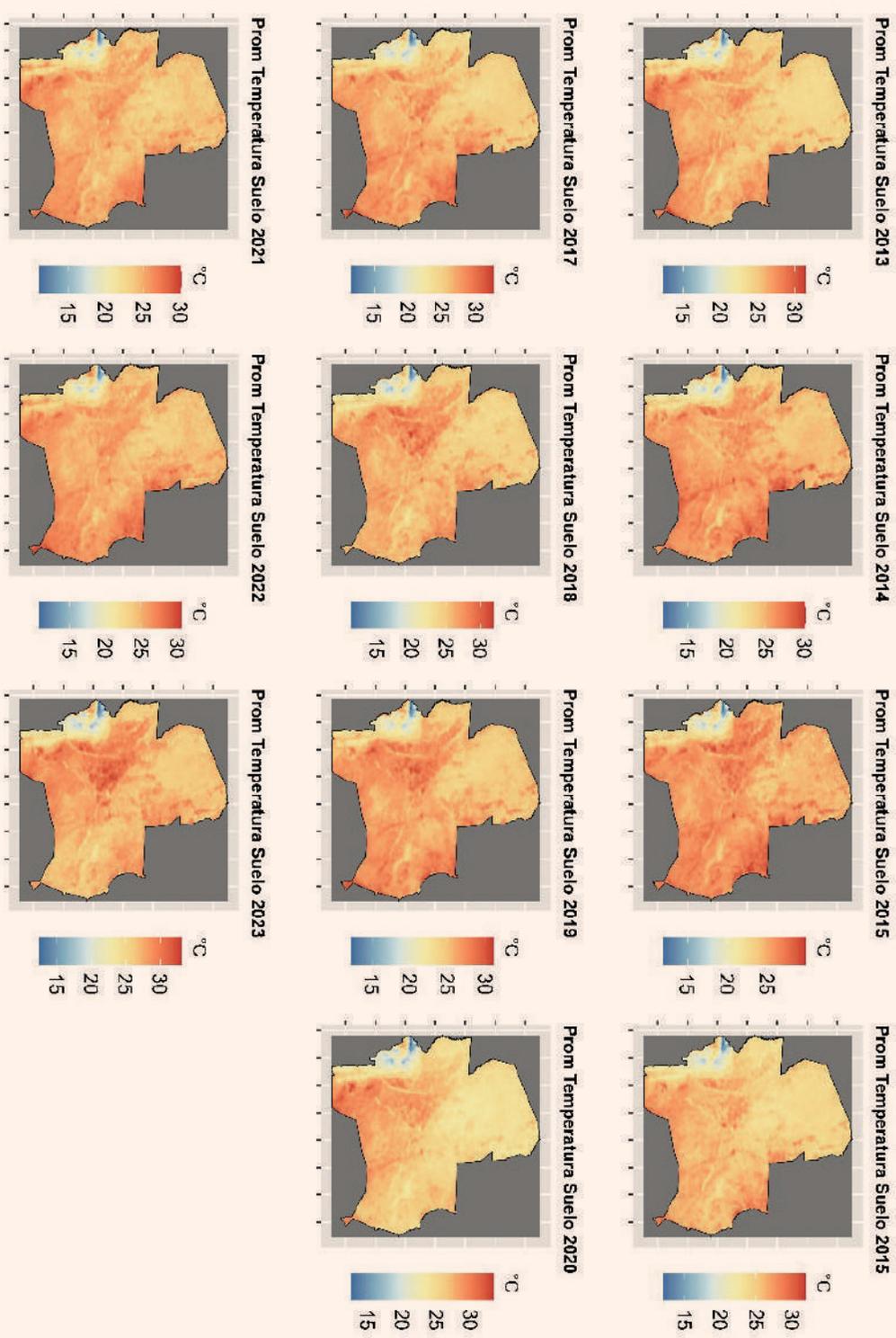
Análisis del comportamiento espacial de la temperatura suelo en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz

La incidencia de la energía calorífica en la época seca entre los años 2011 y 2013, provocaron en las zonas

de producción emplazadas en el Norte Integrado del departamento de Santa Cruz, presento incrementos de la temperatura media en el suelo en 2,9 °C y en el resto de las zonas de producción de caña de azúcar la temperatura suelo promedio varía hasta los 1,8 a 2,7 °C, según su distribución geográfica. Los años 2014 y 2015, presenta un aumento de más del 6% de la temperatura suelo a lo largo de la extensión de la superficie del departamento de Santa Cruz, con respecto a los años anteriores; este aumento en las temperaturas se debe a que en estos años el efecto del fenómeno del niño se presentó con mayor fuerza.

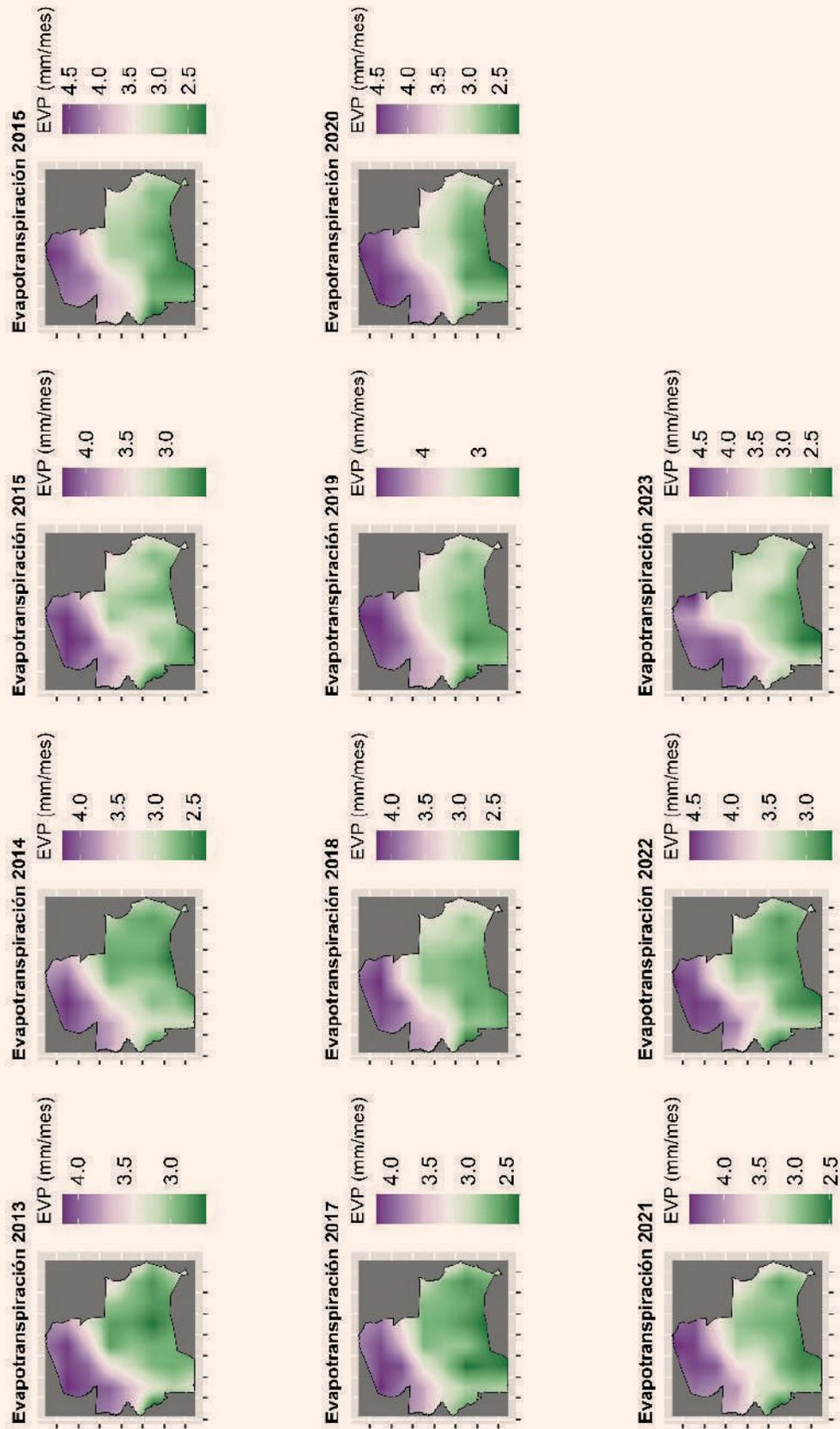
En el año 2016 la temperatura del suelo baja de manera anómala aproximadamente en un 3%. A partir del año 2017 hasta el 2023, la temperatura promedio del suelo, aumentó considerablemente en un 6,1% con relación a los años anteriores, presentándose las mayores temperaturas en el suelo provocando que el suelo tienda a erosionarse y los cuerpos de agua sufran un acelerado proceso de evapotranspiración.

MAPA 8: Distribución espacio temporal de la temperatura suelo 2013-2023



Fuente: DGAP/YPEP, 2023

MAPA 9:
Distribución espacio temporal de la Evapotranspiración 2013-2023



Fuente: DGAPIyEP, 2023

Análisis del comportamiento espacial de la evapotranspiración en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz

La variabilidad espacial de este factor meteorológico depende directamente de la temperatura suelo (energía calorífica); es decir, si la temperatura suelo es mayor entonces se concentra mayores niveles de evapotranspiración lo inverso ocurre cuando se presenta bajas temperaturas que implica similar comportamiento con la precipitación acumulada en función a la evapotranspiración total de los cuerpos de agua distribuidas en las zonas de producción del cultivo de trigo.

Cabe señalar que los valores mensuales de promedio de evapotranspiración tienden a ser generalizados siendo su unidad de medida milímetros por día, que refiere a la pérdida de agua por la incidencia de la energía calorífica.

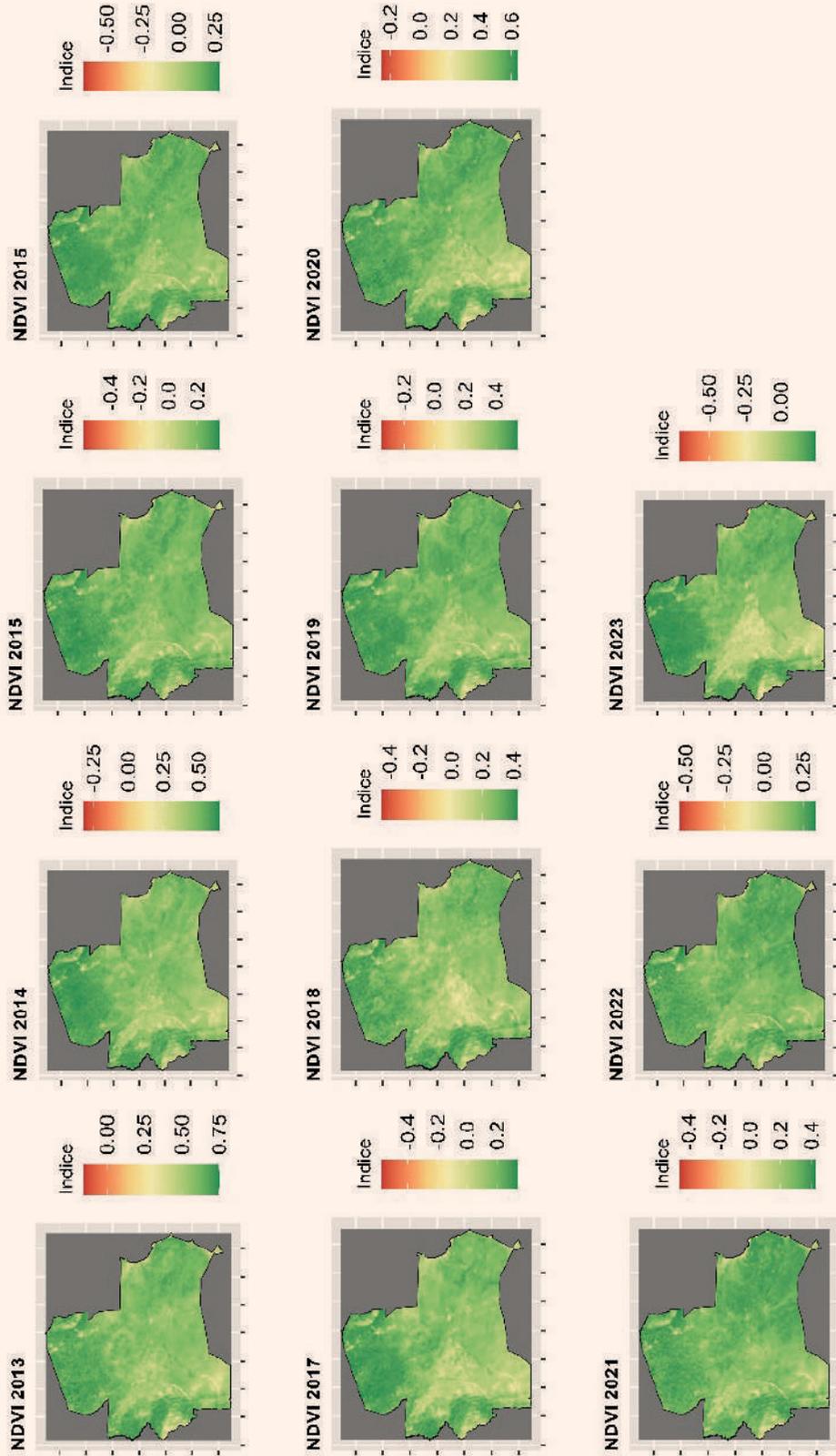
aumento considerablemente de 2,01 aumento a 2,97 mm/mes, es decir, un 6,9% de incremento que supone la acelerada pérdida de humedad de la cobertura vegetal incluido las zonas de producción de caña de azúcar.

En el mapa 9, se muestra el comportamiento de la evapotranspiración entre los meses de la época húmeda y seca. Entre los años 2013 a 2023 el promedio mensual interanual de la evapotranspiración alcanzo los 1,73 milímetros por mes afectando principalmente la reserva forestal de Guarayos y la zona productora del norte integrado. A partir del año 2019 hasta el año 2023 el comportamiento de la evapotranspiración

Análisis del comportamiento espacial del índice de vegetación en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz

La categorización de las unidades de vegetación se distribuye en la superficie de acuerdo a las condiciones del clima, suelo y topografía. A diferencia del mapeo de los patrones espaciales de la precipitación acumulada, temperatura suelo día y evapotranspiración total; el mapeo del NDVI de los niveles digitales presentan variabilidad mínima en su interpretación, a tal efecto, se territorializará el promedio mensual total que comprenden a la época húmeda para los años 2013 y 2023.

MAPA 10:
Distribución espacio temporal del promedio mensual del NDVI, Años: 2013-2023



Fuente: DGAPIyEP, 2023

La distribución geográfica del comportamiento de NDVI, para la serie temporal objeto de estudio, muestra una mayor cobertura aproximadamente en 59% de suelos en la época seca y época húmeda con el 48%; esto se debe a la deforestación expansiva y ampliación de la frontera agrícola.

Las unidades de vegetación presentaron entre los años 2013 y 2014 presentan condiciones normales de distribución de vegetación de acuerdo a las condiciones ambientales propias de la estación. Se presenta diferencias en las tendencias de las anomalías de NDVI a lo largo de los meses de la seca en los años 2015 y 2016; donde se presentó el fenómeno del niño con presencia de eventos de sequía.

Las unidades de vegetación con pasto verde con

baja cobertura presentaron anomalías negativas (NDVI inferior al promedio) en la época seca, lo cual puede relacionarse con la deforestación en la región Amazónica, que afectó a las zonas con cobertura boscosa de la región de los Valles. Para el resto de las unidades se observa una tendencia positiva de las anomalías del NDVI hasta mediados de diciembre y luego se observar una tendencia decreciente.

En ese entendido, se estima que las unidades de vegetación tienden a la desertificación, erosión de los suelos y pérdida de la humedad en las zonas productoras debido principalmente a los incendios forestales del año 2019 hasta el año 2023 que provocaron pérdida en el índice de humedad en las zonas productoras de caña de azúcar entre otros.

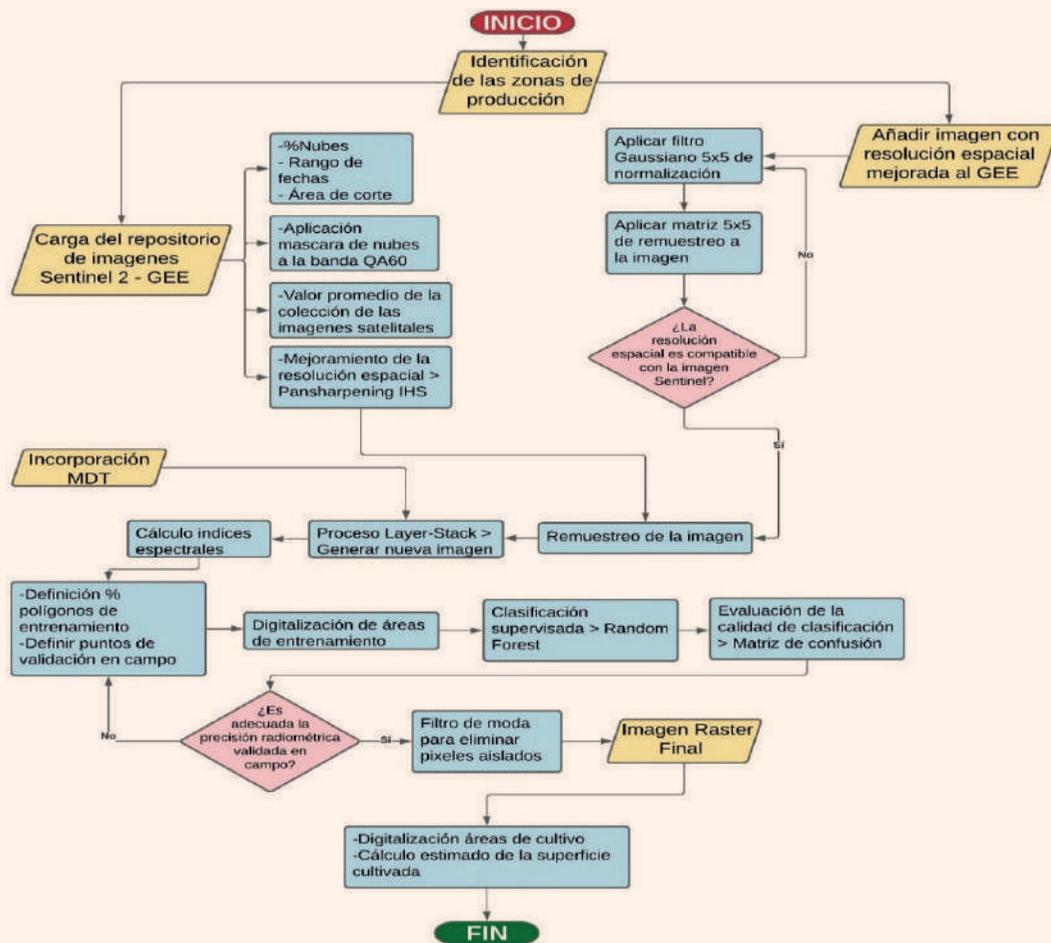
ANEXO 3

METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR – CAMPAÑA DE VERANO 2023

Con el fin de definir los parámetros para la identificación de las áreas cultivadas, correspondiente a los procesos de clasificación para las imágenes de satélite Sentinel 2, se realizaron pruebas para los conglomerados existentes en diferentes municipios de

los departamentos de Santa Cruz y Tarija. En el caso del departamento de La Paz, las zonas de producción están focalizadas en un solo municipio. A través de estas pruebas geostatísticas, se consolidaron los pasos a realizar para integrar de forma efectiva los insumos y se identificaron los actores del proceso, obteniendo el flujo metodológico, correspondiente a los procesos que permiten realizar la clasificación a partir de la imagen satelital para la identificación de los cultivos de caña de azúcar.

FIGURA 2:
Esquema metodológico de identificación de cultivos de caña de azúcar



Fuente: DAPRO, 2023

Dentro del flujo trabajo definido, se establece como primer paso el cargue del repositorio Sentinel-2 (COPERNICUS/S2_SR), tomando en cuenta los siguientes aspectos:

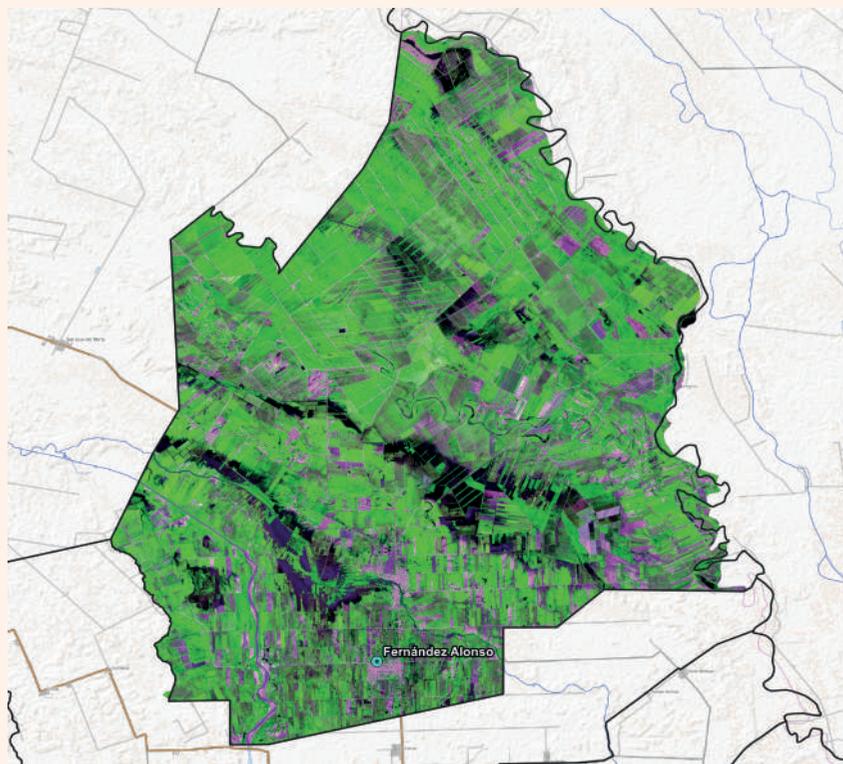
- Porcentaje de nubosidad: Se seleccionó las imágenes con un porcentaje igual o menor al indicado al 20%. Se debe tener presente que esto proviene de la metadata de la imagen, es decir, es la concentración estimada que se encuentra presente en el total de la imagen.
- Definición y corte a partir del área de estudio: este filtro define y realiza el corte de las zonas productoras del departamento de Santa Cruz y Tarija; donde se realizara la búsqueda.
- De forma adicional, es aplicada una máscara de nubosidad a cada imagen de la colección, que es producto de la identificación y corte de las zonas que, de acuerdo a la banda de calidad QA60, posee presencia de nubes y cirrus. Esta acción disminuye la posibilidad de que existan nubes

en el mosaico que es utilizado como insumo de la clasificación.

- Con el propósito de realizar la clasificación a partir de una sola imagen, es empleada una reducción de la colección de las imágenes, generando un mosaico de valores de la mediana, que consiste en seleccionar el valor de la mediana de cada pixel, esta técnica es plenamente utilizada porque, su uso genera una imagen homogénea en el espacio y tiempo que disminuye las afectaciones por presencia de nubes y fuentes de contaminación.
- Como se puede observar en la figura 3, el resultado del pre procesamiento de la combinación de bandas B11, B8A y B2, presentan diferencia visual debido a la reflectividad y el color verdoso fenológico, ya que en las zonas de cultivo de caña de azúcar en el departamento de Santa Cruz la altura promedio es de 2.50 m y en el departamento de Tarija es de aproximadamente de 2.0 m, y esto puede ser confundido con vegetación alta.

FIGURA 3:

Combinación de bandas a) Municipio Mineros – Gral. Saavedra b) Municipio de Bermejo

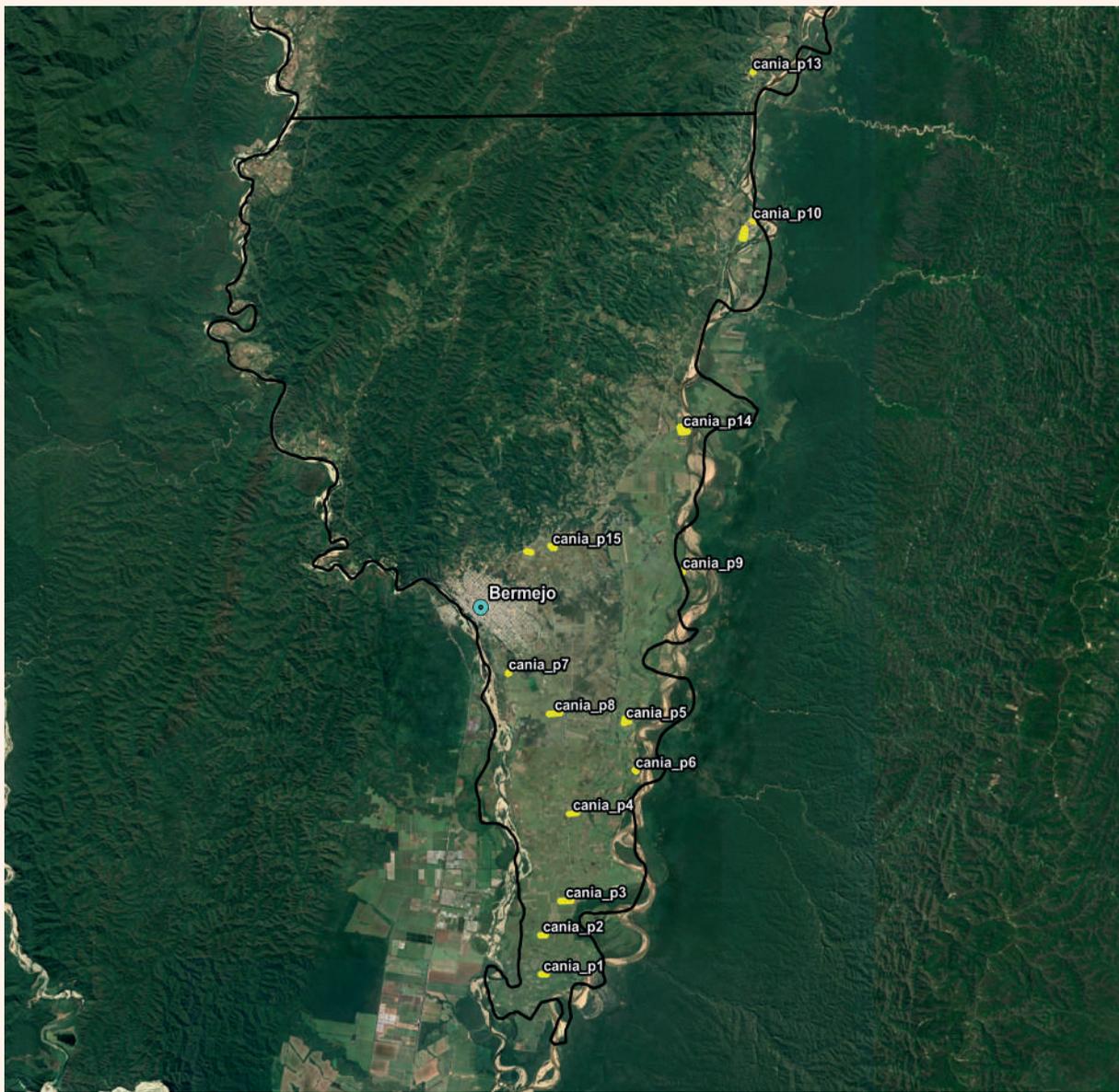


Fuente: DAPRO, 2023

La clasificación se realiza a partir de los polígonos de entrenamiento trazados manualmente para la cobertura que abarca las zonas de producción de caña de azúcar. La muestra es dividida en polígonos de entrenamiento y de validación. Para la selección del set de datos de validación, se toman en cuenta el 30% del total de los polígonos que corresponde a la información de validación; su selección es a partir de números aleatorios, que en este caso es cero, y producto de la verificación entre los datos de

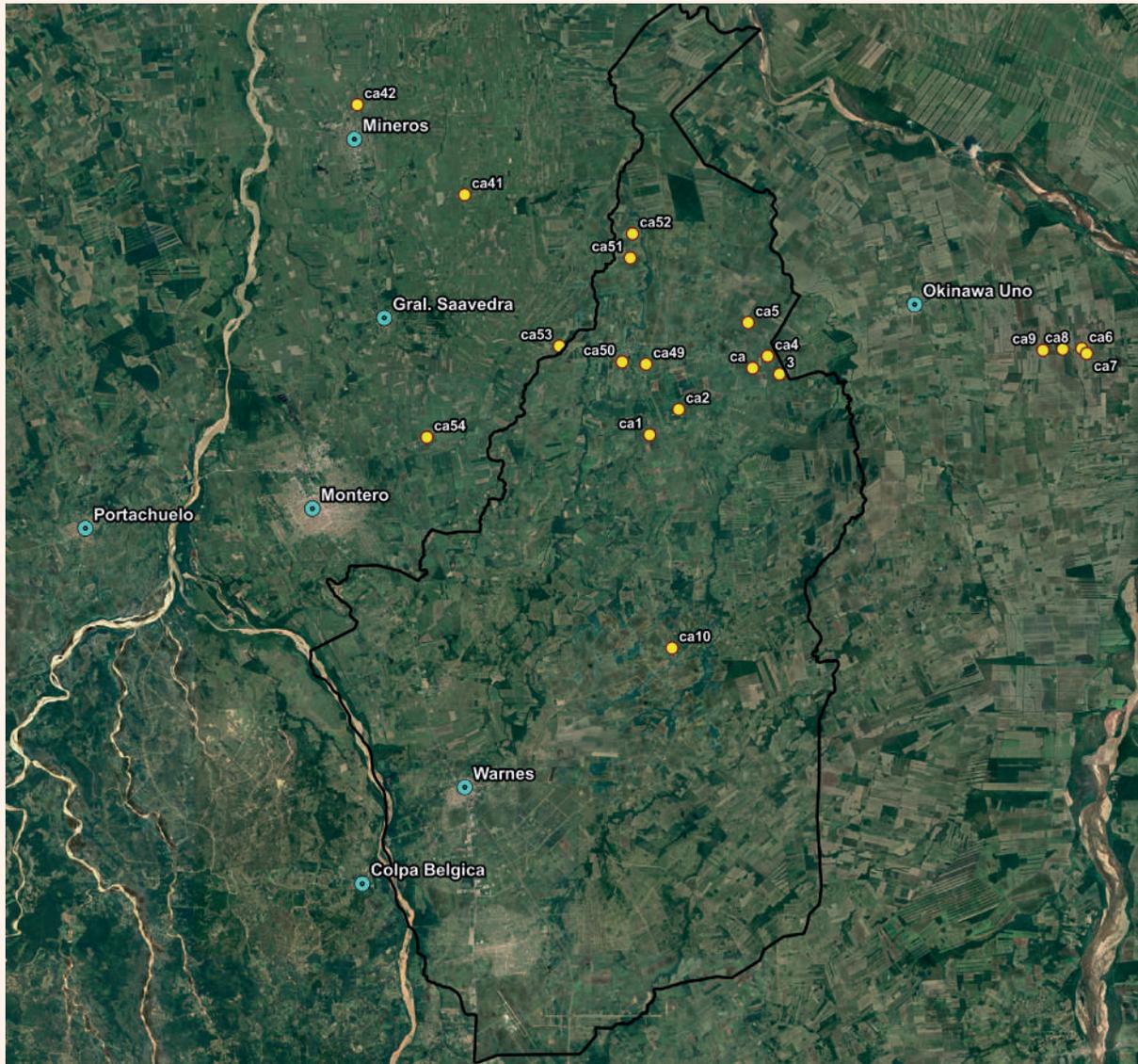
entrenamiento y los preseleccionados de validación, con el propósito de que no exista autocorrelación espacial con la muestra de entrenamiento. En ese entendido, se realizó un muestreo georreferenciado de correlación sobre las zonas de cultivo de caña de azúcar, en fecha 29 y 30 de marzo de 2021, en coordinación con Centro Nacional de la Caña de Azúcar (CENACA) y el Observatorio Agroambiental y Productivo (OAP), conformándose dos brigadas de trabajo para la obtención de 14 puntos de control.

FIGURA 4:
Zona de muestreo en el municipio de Bermejo – Tarija



Fuente: DAPRO, 2023

FIGURA 5:
Zona de muestreo del departamento de Santa Cruz



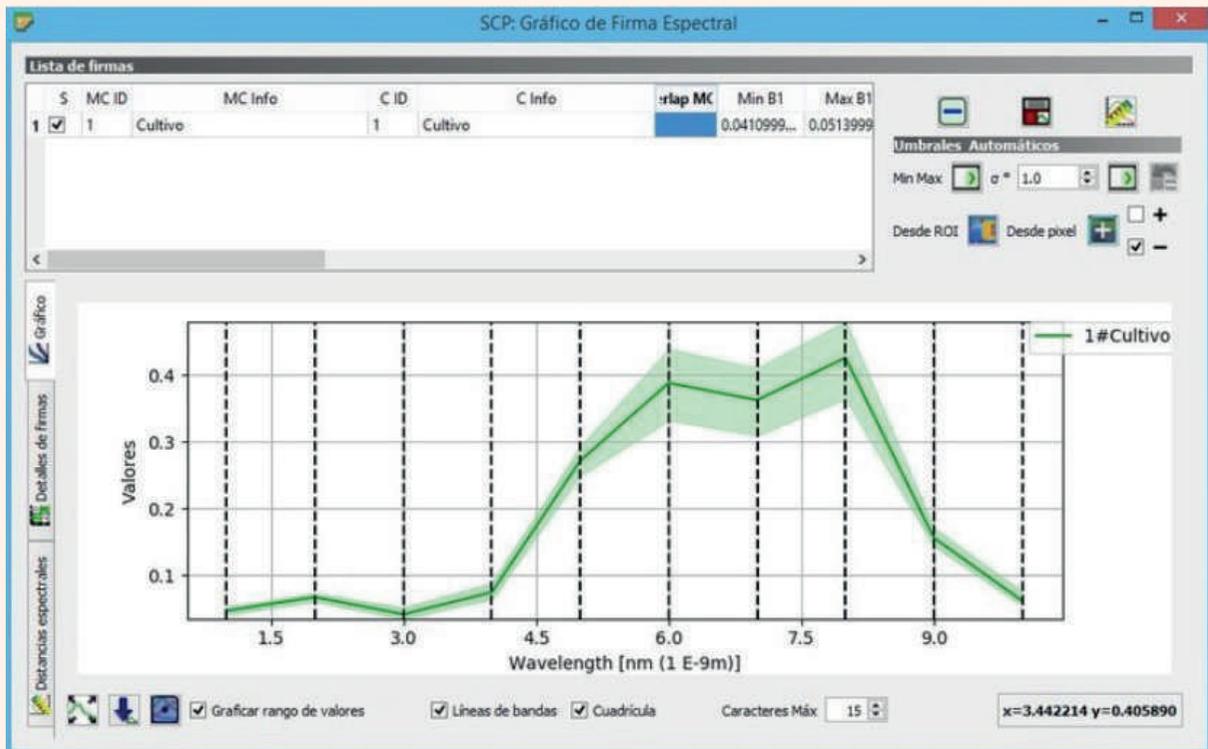
Fuente: DAPRO, 2023

Con los datos de validación obtenidos en campo se definió la matriz de confusión como el resultado del cruce tabulado de las clases de la imagen y de la información de terreno.

Es importante mencionar que todo cultivo posee una distribución única de radiación electromagnética que puede ser reflejada, transmitida o absorbida. La

firma espectral, en este caso, del cultivo de caña de azúcar presenta una reflectancia influenciada por características morfológicas, fisiológicas o por efecto del déficit de humedad. Una de las propiedades espectrales del cultivo de caña de azúcar es la presencia diferenciada de la clorofila que es el pigmento más importante en la fotosíntesis, en las zonas de cultivo del departamento de Santa Cruz y Tarija.

FIGURA 6:
Firma espectral del cultivo de caña de azúcar

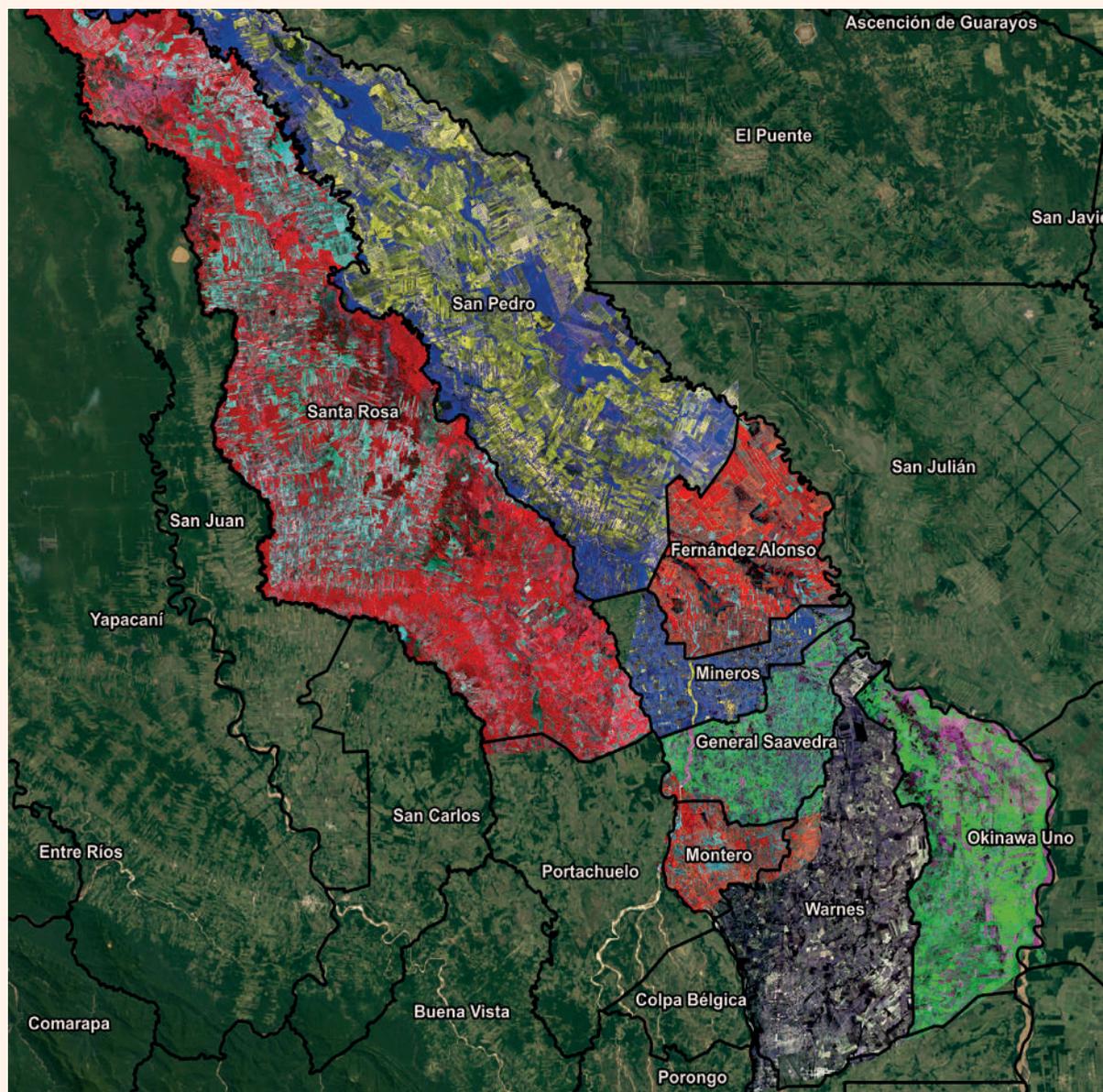


Fuente: DAPRO, 2023

Se observa que en la región del espectro visible tiene una baja reflectancia dada la fuerte absorción por los pigmentos foliares, este comportamiento se presenta en las zonas de cultivo del municipio de Bermejo. De igual forma se observa, que existe un cambio al final de la longitud de onda de la zona roja, esta característica

es una respuesta espectral de toda vegetación, esto se presenta por la baja reflectancia de la clorofila y la alta reflectancia en el infrarrojo cercano, asociada con la estructura interna de cada cultivo y el contenido del agua, comportamiento presentado en las zonas de cultivo de Santa Cruz.

FIGURA 7:
Clasificación supervisada para determinar cultivos de caña de azúcar



Fuente: DAPRO, 2023

La clasificación final es seleccionada producto de la revisión exhausta de los indicadores de exactitud temática junto a una validación visual aleatoria de las zonas de cultivo de caña de azúcar.

A la clasificación final le es aplicado un filtro de moda de tamaño 3x3, debido a que este

procedimiento atenúa los píxeles aislados que fueron clasificados de forma puntual y permite que se cumpla con criterios técnicos cartográficos como el área mínima a ser cartografiada, proporcionando un producto final mucho más homogéneo debido a que elimina errores residuales del proceso de clasificación.

ANEXO 4

Proceso productivo de azúcar

El procesamiento del azúcar a partir de la caña de azúcar se puede estructurar en las siguientes etapas²⁶:

Labores de campo y cosecha

El proceso productivo se inicia con la preparación del terreno, etapa previa de siembra de la caña. Una vez la planta madura entre los 12 y 14 meses, las personas encargadas de la tarea de cosecha se disponen a cortarla y recogerla a través de alce mecánico o manual, para llevarla hacia los patios de caña de los ingenios.

Patios de caña

La caña que llega del campo se muestra para determinar las características de calidad y el contenido de sacarosa, fibra y nivel de impurezas. Luego se pesa en básculas y se conduce a los patios donde se almacena temporalmente o se dispone directamente en las mesas de lavado de caña para dirigirla a una banda conductora que alimenta las picadoras.

Picado de caña

Las picadoras son unos ejes colocados sobre los conductores accionados por turbinas, provistos de cuchillas giratorias que cortan los tallos y los convierten en astillas, dándoles un tamaño uniforme para facilitar así la extracción del jugo en los molinos.

Molienda

La caña preparada por las picadoras llega a un tándem

de molinos, constituido cada uno de ellos por tres o cuatro masas metálicas y mediante presión extrae el jugo de la caña. Cada molino está equipado con una turbina de alta presión. En el recorrido de la caña por el molino se agrega agua, generalmente caliente, para extraer al máximo la sacarosa que contiene el material fibroso. Este proceso de extracción es llamado maceración. El bagazo que sale de la última unidad de molienda se conduce a una bagacera para que seque y luego se va a las calderas como combustible, produciendo el vapor de alta presión que se emplea en las turbinas de los molinos.

Pesado de jugos

El jugo diluido que se extrae de la molienda se pesa en básculas con celdas de carga para saber la cantidad de jugo de sacarosa que entra en la fábrica.

Clarificación

El jugo obtenido en la etapa de molienda es de carácter ácido (pH aproximado: 5.2), éste se trata con lechada de cal, la cual eleva el pH con el objetivo de minimizar las posibles pérdidas de sacarosa. El pH ideal es de 8 a 8.5, lo cual nos da un jugo brillante, volumen de cachaza, aumenta la temperatura entre el jugo mixto y clarificado y se evita la destrucción de la glucosa e inversiones posteriores. Para una buena clarificación se necesita que la cantidad de cal sea correcta ya que esto puede variar la calidad de los jugos que se obtienen.

La cal también ayuda a precipitar impurezas orgánicas o inorgánicas que vienen en el jugo y para aumentar o acelerar su poder coagulante, se eleva la temperatura del jugo encalado mediante un sistema de tubos calentadores.

²⁶ Extraído del documento: Cadena Productiva del Azúcar-AEMP

La temperatura de calentamiento varía entre 90 oC y 114.4oC, por lo general se calienta a la temperatura de ebullición o ligeramente más, la temperatura ideal está entre 94 oC y 99oC. En la clarificación del jugo por sedimentación, los sólidos no azúcares se precipitan en forma de lodo llamado cachaza, el jugo claro queda en la parte superior del tanque; el jugo sobrante se envía antes de ser desechada al campo para el mejoramiento de los suelos pobres en materia orgánica.

Evaporación

El jugo procedente del sistema de clarificación se recibe en los evaporadores con un porcentaje de sólidos solubles entre 10% y 12 % y se obtiene una meladura o jarabe con una concentración aproximada de sólidos solubles del 55% al 60 %.

Este proceso se da en evaporadores de múltiples efectos al vacío, que consisten en un conjunto de celdas de ebullición dispuestas en serie. El jugo entra primero en el pre evaporador y se calienta hasta el punto de ebullición. Al comenzar a ebullición se generan vapores los cuales sirven para calentar el jugo en el siguiente efecto, logrando así el menor punto de ebullición en cada evaporador. Una vez que la muestra tiene el grado de evaporación requerido, por la parte inferior se abre una compuerta y se descarga el producto. La meladura es purificada en un clarificador.

Aquí se comienza a evaporar el agua del jugo. El jugo claro que posee casi la mitad composición del jugo crudo extraído (con la excepción de las impurezas eliminadas en la cachaza) se recibe en los evaporadores con un porcentaje de sólidos solubles entre 10 y 12 % y se obtiene una meladura o jarabe con una concentración aproximada de sólidos solubles del 55 al 60 %.

Cristalización

La cristalización se realiza en los “tachos”, que son aparatos a simple efecto que se usan para procesar la meladura y mieles con el objeto de producir azúcar cristalizada mediante la aplicación de calor. El material resultante que contiene líquido (miel) y cristales (azúcar) se denomina masa cocida. Esta mezcla se conduce a un cristizador, que es un tanque de

agitación horizontal equipado con serpentines de enfriamiento. Aquí se deposita más sacarosa sobre los cristales ya formados, y se completa la cristalización.

Centrifugación

La masa cocida se separa de la miel por medio de centrifugas, obteniéndose azúcar cruda o mascabada, miel de segunda o sacarosa líquida y una purga de segunda o melaza. El azúcar moscabado debe su color café claro al contenido de sacarosa que aún tiene.

Las melazas se emplean como una fuente de carbohidratos para el ganado (cada vez menos), para ácido cítrico y otras fermentaciones, entre ellas la del alcohol.

Refinación

El primer paso para la refinación se llama afinación, donde los cristales de azúcar moscabado se tratan con un jarabe denso para eliminar la capa de melaza adherente, este jarabe disuelve poca o ninguna cantidad de azúcar, pero ablanda o disuelve la capa de impurezas. Esta operación se realiza en mezcladores. El jarabe resultante se separa con una centrifuga y el sedimento de azúcar se rocía con agua.

Los cristales resultantes se conducen al equipo fundidor, donde se disuelven con la mitad de su peso en agua caliente. Este proceso se hace en tanques circulares con fondo cónico llamados “cachaceras” o “merencales”, se adiciona cal, ácido fosfórico (3 a un millón), se calienta con serpentines de vapor y por medio de aire se mantiene en agitación. El azúcar moscabado, fundida y lavada, se trata por un proceso de clarificación.

Clarificación o purificación

El azúcar moscabado se puede tratar por procesos químicos o mecánicos. La clarificación mecánica necesita la adición de tierra de diatomeas o un material inerte similar; después se ajusta el pH y la mezcla se filtra en un filtro prensa. Este sistema proporciona una solución absolutamente transparente de color algo mejorado y forzosamente es un proceso por lote.

El sistema químico emplea un clarificador por espumación o sistema de carbonatación. El licor que se trata por espumación, que contiene burbujas de aire, se introduce al clarificador a 65°C y se calienta, provocando que la espuma que se forma se dirija a la superficie transportando fosfato tricálcico e impurezas atrapadas. El licor clarificado se filtra y manda decolorar. Este proceso disminuye bastante la materia colorante presente, lo que permite un ahorro en decolorantes posteriores.

El sistema de carbonatación incluye la adición de dióxido de carbono depurado hacia el azúcar fundido, lo cual precipita el carbonato cálcico. El precipitado se lleva 60% del material colorante presente.

Decoloración • Filtración

El licor aclarado ya está libre de materia insoluble pero aún contiene gran cantidad de impurezas solubles; éstas se eliminan por percolación en tanques que contienen filtros con carbón de hueso o carbón activado

Los tanques de filtración son de 3 metros de diámetro por 6 metros de profundidad, espacio en el que hay de 20 a 80 filtros de carbón; la vida útil del filtro es de 48 hrs. La percolación se lleva a cabo a 82°C.

Los jarabes que salen de los filtros se conducen a la galería de licores, donde se clasifican de acuerdo con su pureza y calidad. Los licores de color más oscuro se vuelven a tratar para formar lo que se conoce como "azúcar morena suave".-

Una vez clasificados los licores se pasan a un tanque de almacenamiento, de donde se toman para continuar el proceso de acuerdo con el producto final deseado. Los cristales finos de azúcar se hacen crecer a un tamaño comercial por medio de una velocidad de evaporación o ebullición controlada, de agitación y de adición de jarabe. La velocidad no debe ser muy alta ya que se formarán cristales nuevos impidiendo que los ya existentes crezcan.

De los equipos de cristalización se pasa el producto a los tanques de mezclado para uniformar sus

características, de ahí a las centrifugas y finalmente al área de secado. Otra posibilidad es pasar de los cristalizadores a otro tipo de cristalizadores, donde obtenemos otros tamaños de partículas: cristales finos para siembra, de aquí pasamos nuevamente a fundición, mezcladoras y centrifugas para separar las melazas de los cristales.

Secado

El azúcar húmedo se coloca en bandas y pasa a las secadoras, que son elevadores rotatorios donde el azúcar queda en contacto con el aire caliente que entra a contracorriente. El azúcar debe tener baja humedad, aproximadamente 0.05 %, para evitar los terrones.

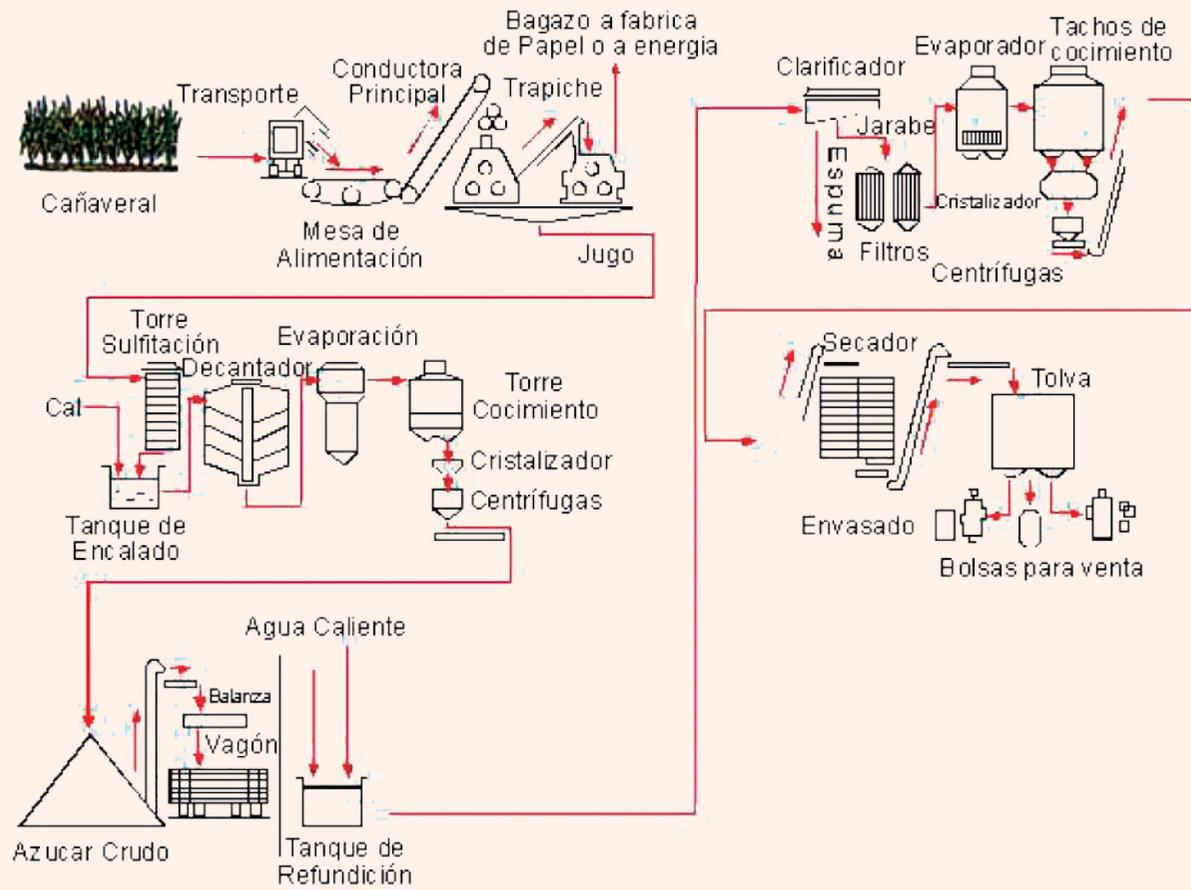
Enfriamiento

El azúcar se seca con temperatura cercana a 60°C, se pasa por los enfriadores rotatorios inclinados que llevan el aire frío a contracorriente, en donde se disminuye su temperatura hasta aproximadamente 40-45°C para conducir al envase.

Envase

El azúcar seca y fría se empaca en sacos de diferentes pesos y presentaciones dependiendo del mercado y se despacha a la bodega de producto terminado para su posterior venta y comercio.

FIGURA 8:
Diagrama del proceso productivo del azúcar de caña



Fuente: Cadena Productiva del Azúcar-AEMP



CONSUME LO NUESTRO

 /MDPyEPBolivia

 @MDPyEPBolivia

 @mdpyep.bolivia

 /MDPyEPBolivia

 @mdpyep_bolivia

Av. Mariscal Santa Cruz, edif. Centro de Comunicaciones La Paz,
piso 20. Tel: (591-2) 2184444 - Fax: (591-2) 2124933

www.produccion.gob.bo