



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales

Maestría en Ciencias en Negocios Internacionales

**Determinantes que incidieron en las exportaciones de
azúcar de los principales productores a nivel mundial en
el periodo 1990-2022: un modelo de datos panel**

Tesis

Que para obtener el grado de:

Maestra en Ciencias en Negocios Internacionales

Presenta:

L.C. Efigenia García Rodríguez

Directora de Tesis:

Dra. Odette Virginia Delfín Ortega

Morelia, Michoacán, mayo 2025

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Morelia, Mich., el día 21 de mayo de 2025, los miembros de la Mesa de Sinodales designada por el H. Consejo Técnico del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), aprobaron presentar el examen de grado la tesis titulada:

“Determinantes que incidieron en las exportaciones de azúcar de los principales productores a nivel mundial en el periodo 1990-2022: un modelo de datos panel”

Presentada por la alumna:

Efigenia García Rodríguez

Aspirante al grado de **Maestra en Ciencias en Negocios Internacionales**. Después de haber efectuado las revisiones necesarias, los miembros de la Mesa de Sinodales manifestaron SU APROBACIÓN DE LA TESIS, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA MESA DE SINODALES

Director de la Tesis

Dra. Odette Virginia Delfín Ortega

Dr. Plinio Hernández Barriga

Dr. José César Lenin Navarro Chávez

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de Morelia, Michoacán, el día 21 de mayo de 2025, el que suscribe **Efigenia García Rodríguez**, alumna del programa de la Maestría en Ciencias en Negocios Internacionales adscrito al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE), manifiesta ser la autora intelectual del presente trabajo de tesis, desarrollado bajo la dirección de la **Dra. Odette Virginia Delfin Ortega** y cede los derechos del trabajo titulado **“Determinantes que incidieron en las exportaciones de azúcar de los principales productores a nivel mundial en el periodo 1990-2022: un modelo de datos panel”** a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo para su difusión con fines estrictamente académicos.

No está permitida la reproducción total o parcial de este trabajo de tesis ni su tratamiento o transmisión por cualquier medio o método sin la autorización escrita del autor y/o director del mismo. Cualquier uso académico que se haga de este trabajo, deberá realizarse conforme a las prácticas legales establecidas para este fin.



Efigenia García Rodríguez

Índice

Índice de mapas y gráficas.....	7
Índice de tablas y cuadros.....	8
Glosario.....	9
Siglas y abreviaturas	11
Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
Capítulo 1 Fundamentos de la investigación.....	19
1.1 Planteamiento del problema	20
1.1.1 Descripción del problema	20
1.2 Pregunta de investigación.....	25
1.2.1 Pregunta general	25
1.3 Objetivo de la investigación	26
1.3.1 Objetivo general.....	26
1.4 Justificación.....	27
1.4.1 Conveniencia	27
1.4.2 Relevancia social.....	28
1.4.3 Implicaciones prácticas.....	29
1.4.4 Valor teórico.....	29
1.4.5 Utilidad metodológica.....	29
1.4.6 Trascendencia	29
1.4.7 Horizonte temporal y espacial.....	30
1.4.8 Viabilidad de la investigación.....	30
1.5 Hipótesis de la investigación	30
1.5.1 Hipótesis general	30
1.6 Identificación de variables	31
1.6.1 Variable dependiente	31

1.6.2 Variables independiente	31
1.7 Universo y muestra de estudio.....	32
Capítulo 2 Marco contextual de la industria azucarera	33
2.1 Antecedentes históricos del azúcar.....	34
2.2 Materia prima del azúcar y sus características	37
2.3 Proceso de elaboración del azúcar	39
2.4 Tipos de azúcar.....	41
2.4.1 Azúcar crudo (mascabado).....	41
2.4.2 Azúcar estándar.....	42
2.4.3 Azúcar refinada.....	42
2.4.4 Azúcar blanco especial.....	42
2.5 Mercado internacional del azúcar	43
2.5.1 Producción.....	43
2.5.2 Consumo	48
2.5.3 Exportaciones	51
2.5.4 Importaciones	53
2.5.5 Precios internacionales.....	55
2.6 Industria del azúcar en México.....	57
2.6.1 Producción.....	58
2.6.2 Consumo	61
2.6.3 Precios.....	62
2.6.4 Comercio exterior.....	64
2.7 Proteccionismo del sector azucarero	65
Capítulo 3 Aspectos teóricos relacionados con las exportaciones	67
3.1 Teorías del comercio internacional	68
3.1.1 Teoría de la ventaja absoluta.....	68
3.1.2 Teoría de la ventaja comparativa.....	69
3.1.3 Teoría de la demanda recíproca	71
3.1.4 Alfred Marshall.....	71
3.1.5 Modelo de Heckscher - Ohlin.....	73

3.1.6 Teoría de Linder	74
3.1.7 Economías de escala.....	75
3.1.8 Resumen crítico.....	76
Capítulo 4 Industria azucarera: estudios de caso.....	77
4.1 Estudios de caso.....	78
Capítulo 5 El modelo econométrico.....	88
5.1 Econometría.....	89
5.2 Modelo de datos panel.....	91
5.2.1 Especificación del modelo de datos panel	92
5.2.2 Datos de panel estáticos y dinámicos.....	93
5.2.3 Pruebas del modelo de datos panel.....	94
5.3 Estimador Grupo de Medias Aumentadas AMG	99
5.4 Datos del modelo	103
Capítulo 6 Análisis de resultados	110
6.1 Prueba de dependencia transversal.....	111
6.2 Pruebas de raíz unitaria de segunda generación.....	111
6.3 Pruebas de cointegración	113
6.4 Estimador Grupo de Medias Aumentadas AMG	113
6.5 Discusión de resultados	115
Conclusiones y recomendaciones.....	118
Conclusiones	119
Recomendaciones	121
Bibliografía.....	123
Anexos.....	131

Índice de mapas y gráficas

Mapa 1.1 Regiones del mundo productoras de caña y remolacha de azúcar 2022..	21
Gráfica 1.1 Participación de la producción mundial de azúcar.....	22
Gráfica 1.2 Consumo per cápita de azúcar durante el periodo 2019-2021 y perspectiva 2031.....	23
Gráfica 1.3 Participación de las exportaciones mundiales de azúcar.....	24
Imagen 2.1 Proceso de elaboración del azúcar.....	41
Gráfica 2.1 Producción global de cultivos azucareros durante el periodo 2000-2021 en billones de toneladas.....	44
Gráfica 2.2 Producción mundial de azúcar durante el periodo 2011- 2023 en millones de toneladas métricas	46
Gráfica 2.3 Producción de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 2011-2023 en millones de toneladas	47
Gráfica 2.4 Principales consumidores de azúcar a nivel mundial durante el periodo 2011-2023 en millones de toneladas	49
Gráfica 2.5 Consumo mundial de azúcar durante el periodo 2011- 2024 en millones de toneladas métricas	50
Gráfica 2.6 Exportaciones mundiales de azúcar durante el periodo 2018-2023 en millones de toneladas	52
Gráfica 2.7 Principales exportadores de azúcar a nivel mundial durante el periodo 2000-2022 en millones de toneladas	53
Gráfica 2.8 Importaciones mundiales de azúcar durante el periodo 2000-2023 en millones de toneladas	54
Gráfica 2.9 Principales importadores de azúcar a nivel mundial en 2023	55
Gráfica 2.10 Evolución de los precios mundiales de azúcar durante el periodo 2000-2021 y perspectiva a 2031 en dólares estadounidenses/ton	56
Gráfica 2.11 Superficie cosechada de caña de azúcar industrializada en México durante el periodo 2014-2023 en hectáreas	59

Gráfica 2.12 Producción de azúcar de México durante el periodo 2014-2023 en millones de toneladas	60
Gráfica 2.13 Consumo de azúcar en México durante el periodo 2019-2023 en millones de toneladas	62
Gráfica 2.14 Precio de referencia del azúcar base estándar para el pago de la caña de azúcar durante el periodo 2010-2023 (MX/ton)	63
Gráfica 2.15 Exportaciones de azúcar de México durante el periodo 2009-2022 en millones de toneladas	65
Imagen 3.1 Diagrama sagital	77

Índice de tablas y cuadros

Cuadro 5.1 Artículos en los que se emplea el estimador AMG	102
Cuadro 5.2 Revisión de literatura de artículos del sector azucarero	104
Cuadro 5.3 Relación de variables	107
Tabla 6.1 Prueba de dependencia transversal CD Pesaran (2004)	111
Tabla 6.2 Pruebas de raíz unitaria CADF de segunda generación de Pesaran (2003)	112
Tabla 6.3 Prueba de cointegración de Westerlund (2007)	113
Tabla 6.4 Estimación de los coeficientes por AMG	114

Glosario

Balance mundial de azúcar: Informe anual emitido por la Organización Internacional del azúcar sobre la producción, el consumo y las existencias de azúcar a nivel mundial (CONADESUCA, 2024).

Caña: Es una planta gramínea tropical con un tallo sólido que puede medir entre 2 y 5 metros de altura. Su diámetro es de 5 a 6 cm, tiene forma cilíndrica y alargada, careciendo de ramificaciones, y se compone de nudos y entrenudos (SAGARPA, 2017).

Commodity: Es un material palpable que puede ser comercializado, adquirido o comercializado. Normalmente se utilizan como insumos en la fabricación de otros productos más refinados.

Contrato de futuros: Contratos normalizados, negociados en Bolsa, vinculados a un bien específico, en los que las partes se comprometen a adquirir o vender en una fecha futura, un número específico de este bien a un precio establecido en el momento actual (Comisión para el Mercado Financiero, 2024).

Cristalización: Proceso en el que el agua que contiene el jarabe obtenido de la caña de azúcar es evaporada para generar condiciones de sobresaturación y así provocar la formación de cristales de sacarosa (Merino et al., 2009).

Ingenio azucarero: Fábrica en la cual se lleva a cabo la producción de azúcar (SODIMATE, 2017).

Mercado: Es cualquier arreglo que facilita a compradores y vendedores obtener información sobre un producto o servicio y llevar a cabo transacciones entre ellos. Red de productores, consumidores e intermediarios que participan en la compra y venta de un producto (Parkin & Loría, 2010).

Modelo econométrico: Ecuaciones matemáticas que describen diversas relaciones entre variables económicas. Estos se utilizan cuando se desea validar una teoría económica o cuando se piensa en una relación relevante para la toma de decisiones empresariales o el análisis de políticas (Wooldridge, 2010).

Precio de referencia: Precio mínimo a declarar de una mercancía importada, definido por autoridades pertinentes con el objetivo de combatir prácticas desleales en el comercio (BANCOMEXT, 2014).

Producto Interno Bruto: representa la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía, mas los impuestos sobre los productos, menos los subsidios que no están incluidos en el valor de los productos. Este cálculo no considera deducciones por la depreciación de bienes manufacturados ni por el agotamiento y degradación de recursos naturales (Banco Mundial, 2024).

Remolacha: es una planta bienal monoica, lo que significa que tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta. Presenta tallos con ángulos y canales distintivos, y sus hojas basales son grandes, ovaladas y con base en forma de corazón, tiene raíces gruesas y carnosas (Aizpuru et al., 2007).

Rendimiento: Cantidad de azúcar que puede obtenerse de la caña o remolacha medida en 100 gramos por hectárea (FAOSTAT, 2024).

Sacarosa: Edulcorante que consiste en un disacárido formado por glucosa y fructuosa, y la cual es extraída principalmente de la caña de azúcar (Giannuzzi & Molina, 1995).

Zafra: Periodo de cosecha de la caña o remolacha y fabricación del azúcar (Real Academia Española, 2024).

Siglas y abreviaturas

AMG: Grupo de medias aumentadas (por sus siglas en inglés).

COMESA: Mercado Común de África Oriental y Meridional.

CONADESUCA: Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar.

DOF: Diario Oficial de la Federación.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAOSTAT: Estadísticas de la FAO.

ISO: Organización Internacional del Azúcar (por sus siglas en inglés)

JMRF: Jarabe de Maíz alto en Fructuosa.

Mt: Millones de toneladas

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

OEC: Observatorio de Complejidad Económica (por sus siglas en inglés).

PIB: Producto Interno Bruto.

SADER: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

SIB: Superintendencia de Bancos Guatemala.

SNIIM: Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados.

UNICA: Unión de la Asociación de la Industria de Caña de Azúcar.

USD: Dólar estadounidense (por sus siglas en inglés).

USDA: Departamento de Agricultura de Estados Unidos (por sus siglas en inglés)

Resumen

El azúcar es relevante a nivel global por su función en la nutrición como fuente importante de energía, su trasfondo histórico y su influencia en la geopolítica y la economía. Es una importante fuente generadora de ingresos para los principales productores, aunque también es considerado un mercado muy distorsionado debido a las diferentes medidas proteccionistas que lo regulan, lo que hace más complejo abordar los factores que impactan en su comercialización. Este trabajo de investigación tiene como finalidad examinar cuáles fueron los factores determinantes de las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial, abarcando para este estudio el periodo de 1990 a 2022. Para este análisis se implementó un modelo de datos panel utilizando el estimador grupo de medias aumentadas, el cual aborda problemas de dependencia transversal y de heterogeneidad. Los resultados obtenidos indican que las variables que impactaron las exportaciones mundiales de azúcar fueron el precio de exportación, el Producto Interno Bruto (PIB) y el rendimiento de la caña de azúcar y remolacha azucarera, dichas variables mostraron una relación negativa para el caso del precio y una relación positiva para el caso del PIB y el rendimiento de la caña y remolacha azucareras, lo que confirma la hipótesis planteada en esta investigación. Con base en los resultados obtenidos se hacen recomendaciones para implementar prácticas de cultivo más eficientes para los productores, así como la creación de apoyos gubernamentales para facilitar las exportaciones de azúcar e invertir en tecnología e investigación sobre este sector que puedan ayudar a impulsar su comercio internacional.

Palabras clave: azúcar, producción, exportaciones, datos panel, estimador grupo de medias aumentadas.

Abstract

Sugar is globally relevant due to its role in nutrition as an important source of energy, its historical background, and its influence on geopolitics and the economy. It is a significant source of income for major producers, although it is also considered a highly distorted market due to various protective measures that regulate it, making it more complex to address the factors impacting its commercialization. This thesis aims to analyze the determining factors of sugar exports from the main producers and exporters worldwide, covering the period from 1990 to 2022. For this analysis, a panel data model was implemented using the augmented mean group estimator, which addresses issues of cross-sectional dependence and heterogeneity. The results obtained indicate that the variables impacting global sugar exports were the export price, Gross Domestic Product (GDP), and the yield of sugar cane and sugar beet. These variables showed a negative relationship in the case of price and a positive relationship for GDP and the yields of sugar cane and sugar beet, confirming the hypothesis proposed in this research. Based on the results, recommendations are made to implement more efficient cultivation practices for producers, as well as to create government support to facilitate sugar exports and invest in technology and research in this sector to help boost international trade.

Keywords: sugar, production, exports, panel data, augmented mean group estimator.

Introducción

El azúcar se considera un artículo altamente demandado a nivel global debido a su amplio uso en distintos productos y su papel como fuente importante de calorías en la dieta moderna. Sin embargo, suele asociarse con alto contenido calórico vacío debido a su falta de vitaminas y minerales. A pesar de esta asociación, el azúcar sigue siendo el edulcorante más consumido en todo el mundo y su importancia en la dieta es tal que la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) lo ha incluido en su índice de alimentos desde 1996, junto con otros grupos como la carne, los productos lácteos y los cereales (SIB, 2016).

En función de su composición, los edulcorantes se dividen en dos categorías: los naturales, que son nutritivos, y los artificiales, que se clasifican como no nutritivos. Los edulcorantes naturales representan una fuente significativa de calorías dentro de la dieta humana. Entre ellos, además del azúcar o sacarosa, se destacan otros como el jarabe de maíz alto en fructosa (JMRF), la miel de abeja, la melaza y el piloncillo. Por otro lado, los edulcorantes artificiales incluyen compuestos como la dextrosa y la maltosa, así como otros que han sido desarrollados e introducidos recientemente en el mercado, y su consumo se ha relacionado con el aumento de problemas de obesidad, una preocupación creciente en varios países alrededor del mundo, donde se están implementando diversas estrategias para combatir esta situación (Secretaría de Economía, 2006).

Una de las principales características de los edulcorantes es su capacidad para ser intercambiados entre sí, especialmente en el ámbito de la industria alimentaria y de bebidas. Aunque esta sustitución no es siempre perfecta, se ha logrado un notable progreso en el reemplazo del azúcar por fructosa. La reducción de costos y la capacidad de endulzar adecuadamente son factores que influyen en la decisión de sustituir el azúcar por otros edulcorantes. Sin embargo, a pesar de estas tendencias, el azúcar sigue siendo un ingrediente de gran relevancia dado su

alto contenido energético. En promedio, el azúcar aporta alrededor del 12% de los hidratos, que son esenciales como fuente de energía para el organismo humano (Secretaría de Economía, 2006).

La evolución de la industria azucarera a nivel global ha dado lugar a la formación de una agroindustria significativa, la cual ha tenido un impacto considerable en la economía de los países que producen y exportan este producto. Esta industria no solo ha contribuido al crecimiento económico, sino que también ha sido una fuente importante de empleo en diversas naciones (Secretaría de Economía, 2012). En el caso de México, la industria azucarera posee una relevancia histórica, destacándose como una de las más cruciales en el país, ya que este sector es generador de más de dos millones y medio de empleos, impulsando la economía y el desarrollo de las zonas rurales

En 2022, el azúcar se ubicó como el producto número 135 en la lista de los bienes más comercializados a nivel mundial de un total de 1,218 productos analizados. Su volumen de comercio alcanzó alrededor del 0.14% del total del comercio global (OEC, 2023a). Esto resalta la relevancia del mercado del azúcar en el contexto del comercio internacional, evidenciando su influencia y la importancia que tiene para las economías de los países productores y consumidores.

Entre el 2021 y 2022 las exportaciones de azúcar experimentaron un notable incremento del 20.2%. Este crecimiento se tradujo en un aumento en el valor de las exportaciones, que pasaron de 28 mil millones de dólares a 34 mil millones de dólares. Este cambio refleja una tendencia positiva en su comercialización a nivel internacional (OEC, 2023a).

Los principales productores a nivel mundial contribuyen con casi el 80% de la producción global, entre los cuales se destacan Brasil, India, Tailandia, China, Estados Unidos, Rusia, Pakistán, México, Australia y Turquía, por su parte los países que más exportan son Brasil, Tailandia, India, Australia, Guatemala, México, Pakistán, Sudáfrica, Arabia Saudita y Colombia (USDA, 2023).

Es importante mencionar que el mercado del azúcar se caracteriza por ser uno de los sectores alimenticios más resguardados a nivel mundial, lo que se traduce en la implementación de diversas regulaciones en prácticamente todas las naciones que son productoras de este alimento. Este marco de proteccionismo impacta significativamente en la competitividad del sector a nivel internacional. A medida que el comercio agrícola se liberaliza, se vuelve crucial entender cómo estas regulaciones afectan a los productores (Zimmermann & Zeddies, 2002a). En este contexto, los países buscan proteger sus industrias locales del impacto de las importaciones con elevados niveles de subsidios y medias de protección, especialmente los gobiernos que son parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), lo que puede generar distorsiones en el mercado global. Esta intervención en el mercado resulta en una situación donde los precios del azúcar frecuentemente no corresponden a los costos de producción promedio de aquellos productores que operan de manera eficiente (Issar, 2013).

En este contexto, la presente investigación se enfoca en examinar las diversas variables que han influido en las exportaciones de azúcar de diez de los principales países productores y exportadores a nivel mundial. El periodo de estudio abarca un total de 33 años que va de 1990 a 2022. Para llevar a cabo este análisis, se emplea un modelo de datos de panel, que permite observar y evaluar las dinámicas y tendencias a lo largo del tiempo, así como las interrelaciones entre las variables seleccionadas.

La elaboración de este trabajo de tesis se desarrolla en seis capítulos. En primer lugar, se presentan los fundamentos de la investigación, que establecen las bases teóricas y conceptuales del estudio. Enseguida se incluye un análisis del contexto en que se desarrolla el comercio del azúcar. El tercer capítulo explora las teorías que sustentan y guían el enfoque de la investigación, proporcionando un marco teórico sólido. Posteriormente se detalla la metodología implementada, para finalmente exponer los resultados obtenidos concluyendo con algunas recomendaciones al sector.

En el capítulo I se desarrollan los fundamentos de la investigación que sustentan el estudio, proporcionando una base sólida para comprender el tema de investigación. Este capítulo inicia con una detallada descripción del problema que motiva el estudio, y a partir de esta descripción, se formula la pregunta general que guía el enfoque del trabajo y se definen los objetivos que se pretenden alcanzar. Además, se incluye una sección dedicada a la justificación del estudio, donde se argumenta la relevancia y la necesidad de abordar el tema, destacando su importancia tanto teórica como práctica. De igual manera se presentan las hipótesis que se van a investigar.

En el segundo capítulo se lleva a cabo un análisis exhaustivo del mercado del azúcar, enfocándose en los principales países productores y exportadores, así como en sus respectivas contribuciones al comercio global de este producto. En este análisis también se profundiza en los diversos factores que influyen en las exportaciones de este edulcorante, incluyendo aspectos económicos, sociales y políticos, dejando ver que el comercio de azúcar es un fenómeno que también tiene implicaciones culturales y políticas.

En el tercer capítulo, se abordan diversas teorías que son fundamentales para entender la dinámica del comercio internacional. A través de esta exploración teórica, se busca esclarecer cómo se desarrollan los intercambios comerciales entre naciones y cuáles son las fuerzas que los impulsan, lo que a su vez da soporte a las variables que se utilizan en esta investigación.

Posteriormente en el capítulo cuarto se analizan diferentes casos de estudio relacionados con el sector azucarero examinando las diferentes metodologías implementadas por otros autores y el tipo de variables con las que han trabajado. Esta revisión literaria es una herramienta valiosa para nuestra propia investigación, ya que proporciona un marco de referencia que guía la selección de nuestras variables explicativas. Al comparar y contrastar las metodologías y variables utilizadas por otros autores, podemos identificar prácticas efectivas y posibles lagunas en la investigación previa.

En el quinto capítulo, se lleva a cabo una explicación detallada de la metodología adoptada en esta investigación, con un enfoque particular en los modelos de datos de panel. Este análisis incluye el desarrollo de la prueba de dependencia transversal, la cual nos conduce por un camino de segunda generación, por lo que se aplican pruebas de raíz unitaria y de cointegración de segunda generación. En este contexto, se introduce el innovador estimador de grupos de medias aumentadas (AMG), que fue desarrollado por Eberhardt y Bond en 2009. Este estimador se destaca por su capacidad para manejar problemas de heterogeneidad y dependencia transversal en los datos.

En el capítulo sexto se exponen los resultados derivados de la aplicación de las pruebas especificadas en el capítulo anterior, las cuales se realizaron utilizando el programa stata 17. Para la prueba de dependencia transversal se aplica la prueba CD de Pesaran (2004), para las raíces unitarias se emplea la prueba CADF de Pesaran (2003) y en la prueba de cointegración se utiliza la propuesta por Westerlund (2007), y finalmente para la estimación de los coeficientes se emplea el estimador AMG.

Por último, se presentan los resultados obtenidos y se extraen las conclusiones de la investigación, destacando los hallazgos más relevantes y su implicación en el campo de estudio, derivando en algunas recomendaciones para los diferentes actores del sector azucarero.

Capítulo 1

Fundamentos de la investigación

Este primer capítulo se centra en los fundamentos metodológicos que dan sustento al presente trabajo, comenzando con el planteamiento del problema, que es la etapa inicial y fundamental en el proceso de investigación. Aquí se proporciona un contexto general sobre la problemática de las exportaciones de azúcar en el mundo, resaltando su importancia y relevancia económica a nivel mundial, de donde se deriva la formulación de las preguntas de investigación que guiarán el estudio y se establecen los objetivos específicos que se persiguen en esta investigación, así como las hipótesis a comprobar.

Posteriormente se expone la justificación de este estudio haciendo referencia a su relevancia social, conveniencia y trascendencia, y por último se establece el espacio y la temporalidad a analizar, así como las variables que se están utilizando para dicho análisis.

1.1 Planteamiento del problema

El planteamiento del problema de investigación es la etapa inicial y fundamental en el proceso de la investigación científica. El planteamiento del problema implica identificar y delimitar claramente el tema de estudio, formulando una pregunta o afirmación problemática que se pretende resolver o investigar (Hernández - Sampieri *et al.*, 2014).

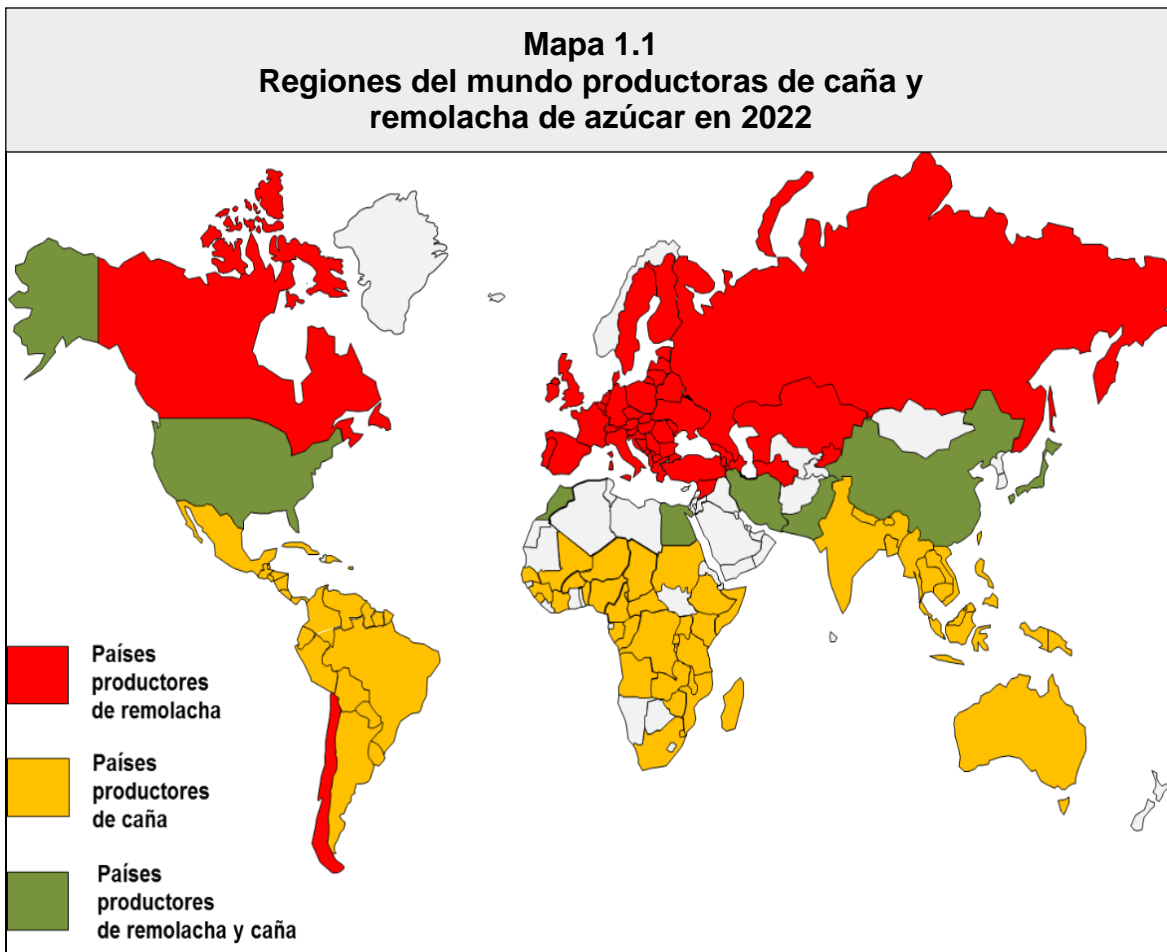
1.1.1 Descripción del problema

El sector azucarero ejerce un papel muy relevante en la economía mundial, ya que proporciona millones de empleos en los estados productores, como es el caso de la República mexicana, que de acuerdo con SADER (2023) esta industria crea más de 2 millones de empleos, ya sea directamente o indirectamente, lo que contribuye al bien estar y desarrollo económico. Para algunos países la producción y exportación de azúcar es una fuente clave de ingresos, lo que colabora con su balanza comercial y estabilidad económica. De igual forma el sector azucarero también impacta en la alimentación ya que el azúcar es un componente básico y ampliamente utilizado en la dieta humana.

De acuerdo con los reportes de la *Food and Agriculture Organization (FAO)*, el mercado internacional del azúcar ha experimentado una escasez de producción en algunos de los principales países productores durante tres años consecutivos, lo que ha generado un desequilibrio y presión al alza sobre los precios. Sin embargo, Brasil y la India han realizado un rol significativo en la contención del déficit mundial gracias a factores como la debilidad de la moneda brasileña y las abundantes lluvias en la India (OCDE/FAO, 2022).

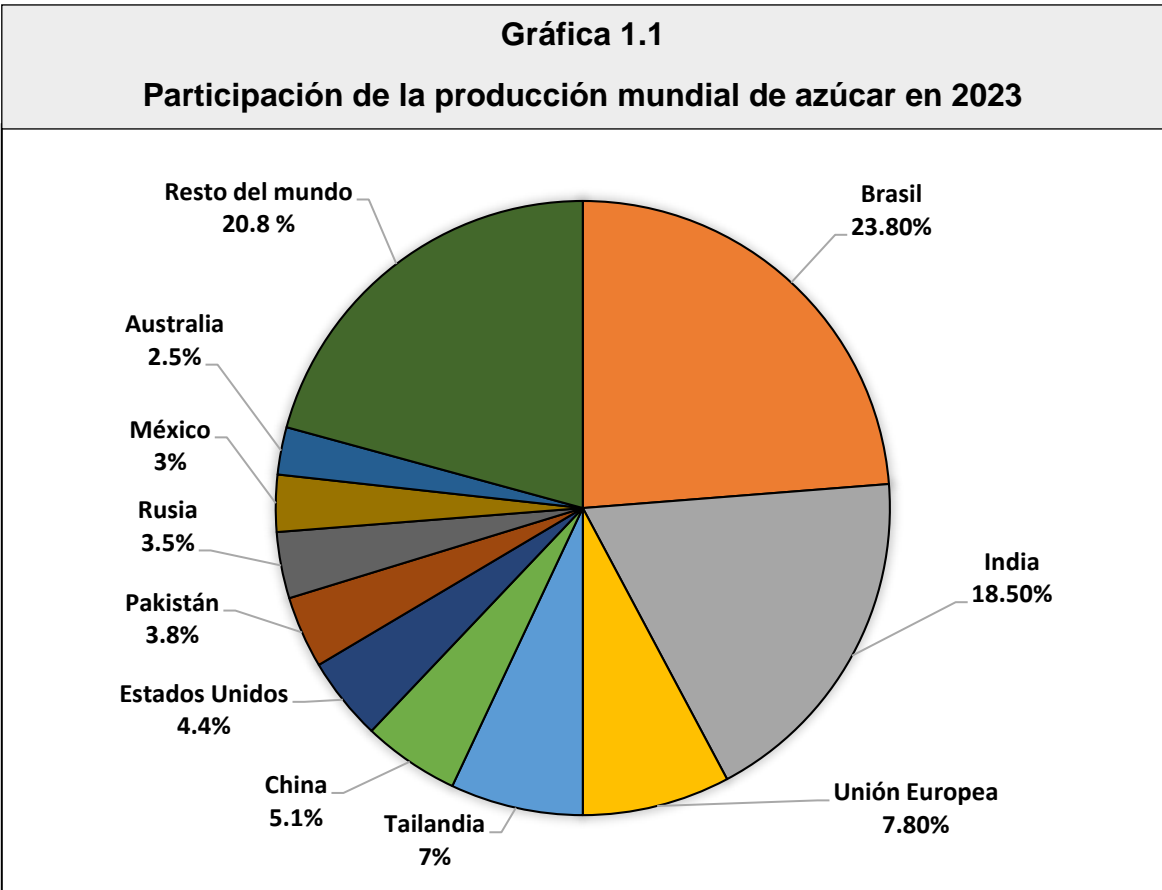
Según la *International Sugar Organization (ISO)*, en la actualidad aproximadamente más 110 naciones se dedican a la fabricación de azúcar utilizando como base la caña de azúcar o la remolacha, y ocho países producen azúcar utilizando ambas materias primas. La generación de este edulcorante a partir

de la caña representa en promedio alrededor del 80% de la producción mundial total (ISO, 2023).



Fuente: ISO, 2023.

En el ciclo azucarero correspondiente al año 2022/2023, los diez países que se destacaron como los principales productores de este cultivo jugaron un papel fundamental en el mercado global. Entre ellos se encuentran naciones como Brasil e India, así como la Unión Europea (UE-27). También figuran en esta lista países como Tailandia, China, Estados Unidos, Pakistán, Rusia, México y Australia. Juntos, estos países contribuyeron de manera significativa, siendo responsables de cerca del 80% de la producción total de azúcar en todo el mundo (gráfica 1.1). Esta concentración de producción resalta la importancia de estas naciones en la industria azucarera (ISO, 2023).

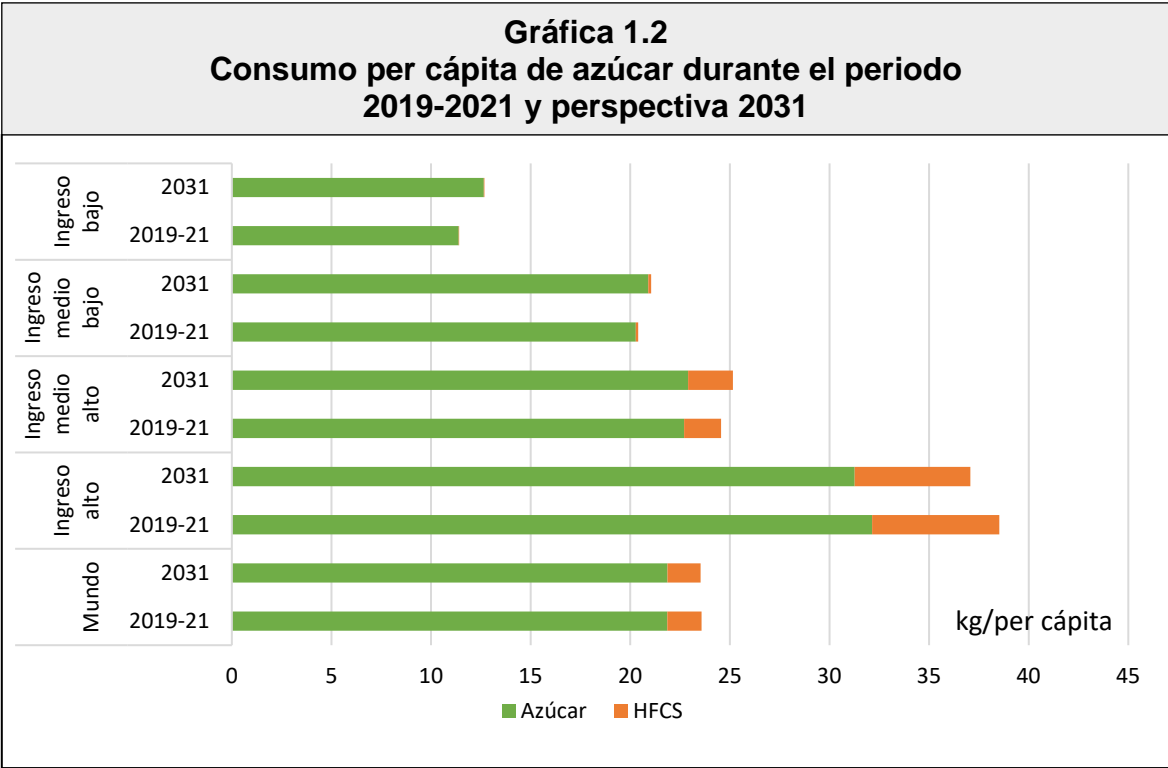


Fuente: Elaboración propia con datos de ISO, 2023.

Al cierre del ciclo 2022/2023 la producción mundial de azúcar llegó a más de 177 millones de toneladas (Mt), generando 5.5 Mt más que el ciclo anterior que fue de 172.189 Mt (ISO, 2023).

Para el año 2022 se observó un crecimiento en el requerimiento mundial de azúcar después de tres años de disminución. Sin embargo, a pesar de este incremento, el consumo per cápita experimentó una reducción a nivel global. Estos datos reflejan una posible tendencia hacia una disminución en el consumo individual de azúcar, lo que podría estar relacionado con cambios en las preferencias del consumidor y una mayor conciencia sobre las consecuencias adversas del azúcar en la salud. Esta disminución en el consumo per cápita plantea desafíos y oportunidades para la industria azucarera en términos de adaptación y búsqueda de alternativas para mantener su rentabilidad y complacer el consumo cambiante de los consumidores (ISO, 2023).

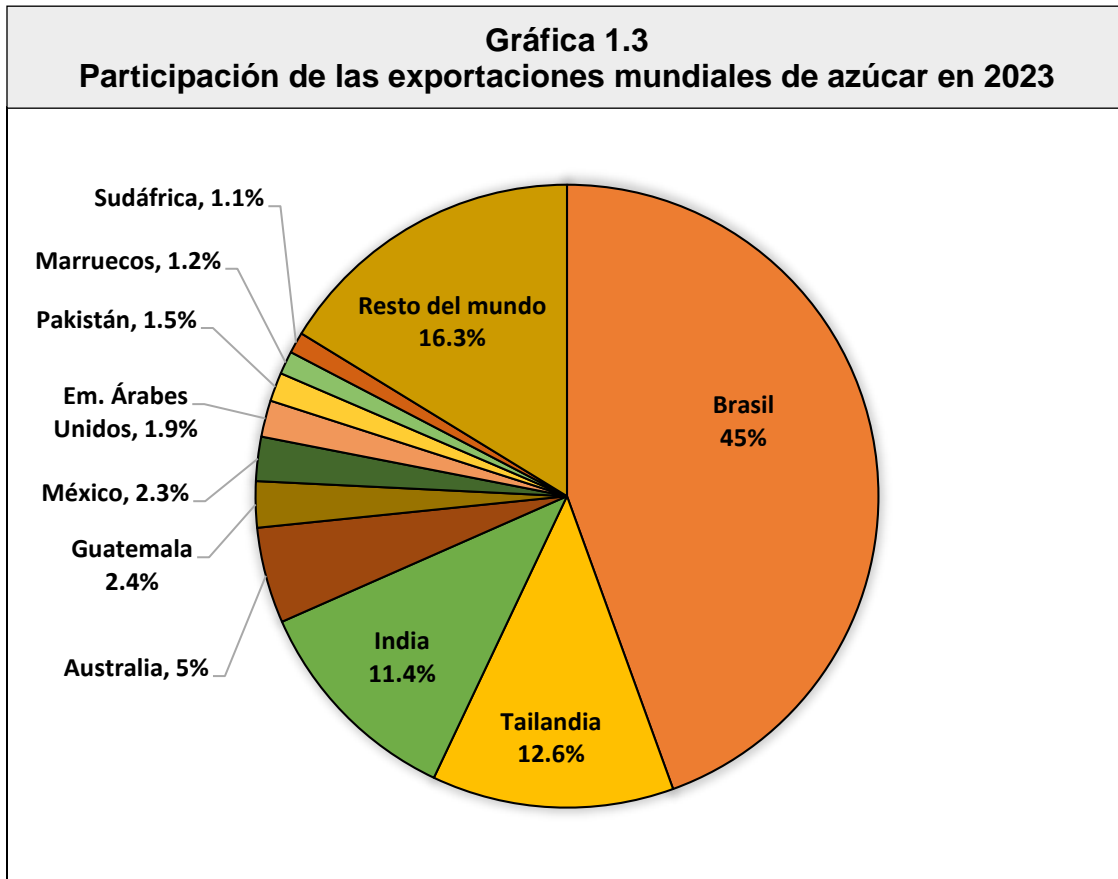
Según perspectivas de la OCDE, se proyecta que el consumo global de azúcar aumentará a una tasa anual de aproximadamente el 0,9% en los próximos 10 años, logrando un total de 188 millones de toneladas para el año 2031. Este crecimiento será impulsado principalmente por el creciente aumento de la población y el de los ingresos en diferentes regiones del mundo. Sin embargo, se espera que la ingesta promedio por persona a nivel mundial no experimente cambios significativos, manteniéndose en torno a los 21,9 kg por persona. En su proyección la OCDE anticipa que las economías de ingresos medios y bajos experimentarán un aumento en el consumo per cápita, lo cual compensará la disminución que se espera en los países de ingresos altos, como se observa en la gráfica 1.2 (OCDE/FAO, 2022).



Fuente: OCDE/FAO, 2022.

Con respecto a las exportaciones de azúcar, en el reporte preliminar de agosto 2023 de la ISO, a nivel mundial las exportaciones de todos los países sumaron 65.5 millones de toneladas en 2023, con Brasil con una participación de

45%, Tailandia 12.6% de participación, India 11.4%, Australia 5%, Guatemala 2.4% y México 2.3% (gráfica 1.3).



Fuente: Elaboración propia con datos de ISO, 2023.

Por su parte los precios internacionales del azúcar después de experimentar caídas a finales de 2021, mostraron un repunte en el 2022. Este aumento se debió principalmente a las expectativas de que una mayor cantidad de caña de azúcar en Brasil se destinaría a la producción de etanol, en respuesta al aumento de los precios del petróleo crudo (OCDE/FAO, 2022).

El sector azucarero es un pilar crucial para la economía global, brindando empleo y contribuyendo a la balanza comercial de numerosos países. Sin embargo, a pesar de un aumento en la producción y un leve repunte en el consumo global, se

observa una disminución en el consumo per cápita a nivel mundial, lo que sugiere un cambio en las preferencias de los consumidores y una creciente preocupación por los efectos del azúcar en la salud. Este fenómeno representa un desafío significativo para la industria azucarera, que deberá adaptarse a un mercado en transformación, buscando alternativas que aseguren su rentabilidad y capacidad para satisfacer las demandas emergentes de los consumidores. La interrelación entre el crecimiento del consumo en países en desarrollo y la disminución en naciones de altos ingresos plantea interrogantes sobre la sostenibilidad y futuro del sector, así como, sobre la necesidad de estrategias innovadoras que respondan a estas dinámicas cambiantes. De aquí que, estudiar los determinantes de las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial resulta de gran importancia, ya que entender estos determinantes puede facilitar la toma de decisiones para los actores del mercado.

1.2 Pregunta de investigación

Después de analizar el contexto de la problemática que existe en el sector azucarero, esto nos lleva a formular las preguntas de investigación que guiarán el estudio y establecerán el objetivo principal del mismo. Estas preguntas buscan explorar y comprender la relación entre las determinantes y las exportaciones de azúcar en el periodo comprendido de 1990 a 2022.

1.2.1 Pregunta general

¿De qué manera incidió el tipo de cambio, el Producto Interno Bruto (PIB) y el rendimiento de la caña y remolacha azucareras en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 1990-2022?

1.2.1.1 Preguntas específicas

- ¿Cómo influyó el tipo de cambio en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 1990-2022?
- ¿Cuál fue la incidencia del PIB en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 1990-2022?
- ¿Qué impacto tuvo el rendimiento de la caña y remolacha azucareras en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 1990-2022?

1.3 Objetivo de la investigación

En esta sección se plantea el propósito general de la investigación, así como los objetivos específicos de la misma, los cuales son la meta que se pretende lograr y que nos sirve como dirección para el estudio.

1.3.1 Objetivo general

Determinar de qué manera incidió el tipo de cambio, el Producto Interno Bruto (PIB) y el rendimiento de la caña y remolacha azucareras en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 1990-2022.

1.3.1.1 Objetivos específicos

- Conocer cómo influyó el tipo de cambio en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 1990-2022.

- Establecer cuál fue la incidencia del PIB en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 1990-2022.
- Identificar qué impacto tuvo el rendimiento de la caña y remolacha azucareras en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 1990-2022

1.4 Justificación

La justificación de la investigación es la fundamentación y las razones por las cuales se considera importante llevar a cabo el estudio. Proporciona una argumentación sólida sobre la relevancia y necesidad de abordar el tema de investigación (Hernández - Sampieri et al., 2014).

1.4.1 Conveniencia

El sector azucarero desempeña un papel de gran importancia en la economía mundial y tiene varias dimensiones de importancia como lo son el comercio internacional, la seguridad alimentaria, el impacto en el desarrollo rural, así como en la industria bioenergética. Dentro de los principales actores del sector azucarero se encuentra como número uno Brasil, seguido por La India, La Unión Europea, Tailandia, China, Estados Unidos, Pakistán, Rusia, México y Australia, que en conjunto aportan casi el 80% de la producción mundial de azúcar. Por lo tanto, al estudiar los factores que influyen en las exportaciones de azúcar a nivel mundial es menester conocer y analizar el mercado azucarero de estos países que son los principales productores.

Los países productores de azúcar exportan sus excedentes a otros países que tienen una demanda más alta que su producción interna. Esto implica una intensa actividad comercial y la generación de ingresos por exportaciones. Por lo tanto, estudiar los factores que influyen en estas exportaciones permitiría

comprender mejor su impacto económico y buscar estrategias para promover un comercio más eficiente y beneficioso para el sector azucarero.

1.4.2 Relevancia social

El estudio de los factores que influyen en las exportaciones de azúcar de los principales productores a nivel global puede tener una importante relevancia social en varios aspectos. Tanto el cultivo de caña como de remolacha y la producción de azúcar generan una considerable actividad económica en numerosos países, ya que el sector azucarero ofrece empleo a millones de personas en diversas etapas de la cadena de valor, desde los agricultores que cultivan la caña hasta los trabajadores en las fábricas de elaboración y refinación.

El azúcar es un alimento básico y una fuente de energía para las personas en todo el mundo, por lo tanto, el sector azucarero desempeña un papel crucial en la producción y distribución de este alimento esencial, contribuyendo así a la seguridad alimentaria.

La plantación de la caña de azúcar se desarrolla generalmente en áreas rurales y puede ser una fuente vital de ingresos para las comunidades agrícolas. El sector azucarero puede contribuir al desarrollo rural al proporcionar empleo, infraestructura y apoyo a las zonas rurales.

Por todo lo anterior, comprender los factores que afectan las exportaciones de azúcar en el mundo puede ayudar a mejorar la planificación y estrategias económicas relacionadas con este sector, lo que podría conducir a un mayor crecimiento económico, generación de empleos y bienestar general de la sociedad. Esta investigación permitiría evaluar la disponibilidad y acceso a este producto en diferentes regiones. Esto proporcionaría información valiosa para abordar posibles problemas de seguridad alimentaria y garantizar un suministro adecuado de azúcar a nivel nacional e internacional.

1.4.3 Implicaciones prácticas

Las implicaciones prácticas de esta investigación incluyen la adaptación de estrategias comerciales, la mejora de la competitividad, la promoción de políticas comerciales favorables y el impulso de la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en el sector azucarero. Estas implicaciones pueden tener un impacto directo en la industria, los actores involucrados y las condiciones comerciales entre diferentes países.

1.4.4 Valor teórico

El valor teórico de la investigación radica en su contribución para ampliar teorías y modelos, generar nuevas hipótesis y preguntas de investigación. Estos aportes teóricos pueden tener un impacto significativo en la comprensión del comercio de azúcar internacional.

1.4.5 Utilidad metodológica

El uso de modelos econométricos de datos panel nos permite estimar relaciones entre las variables de esta investigación, ayudando a generar nuevo conocimiento que puede servir como referencia para futuros estudios en la materia.

1.4.6 Trascendencia

La trascendencia de esta investigación puede radicar en su impacto económico ayudando a mejorar la competitividad y eficiencia de esta industria, que a su vez puede tener un impacto positivo en la generación de empleo. De igual manera puede tener implicaciones en el desarrollo social y la equidad al analizar cómo los factores estudiados afectan a los actores involucrados en el comercio de azúcar.

1.4.7 Horizonte temporal y espacial

Esta investigación se desarrolla con datos que comprenden el periodo de 1990 a 2022 y se centra en la comercialización mundial de azúcar de diez los principales productores y exportadores en el mundo.

1.4.8 Viabilidad de la investigación

Esta investigación es viable ya que se cuenta con fuentes de datos disponibles para analizar los determinantes propuestos, y es posible utilizar métodos de investigación cuantitativos y cualitativos, además la existencia de expertos en comercio internacional y estudios de mercado pueden contribuir a la viabilidad.

1.5 Hipótesis de la investigación

Una hipótesis es una proposición tentativa que se formula como respuesta a una pregunta de investigación. La hipótesis es una afirmación o suposición que establece una relación entre dos o más variables o conceptos (Hernández - Sampieri et al, 2014).

1.5.1 Hipótesis general

Los factores como el tipo de cambio, el PIB y el rendimiento de la caña y remolacha azucareras son determinantes significativos que influyeron en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial en el periodo 1990-2022.

1.5.1.1 Hipótesis específicas

- El tipo de cambio influyó positivamente en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 1990-2022.
- El PIB incidió positivamente en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 1990-2022.
- El rendimiento impactó de forma positiva las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 1990-2022.

1.6 Identificación de variables

En una investigación, las variables representan los conceptos o características que se estudian y que pueden variar o ser medidos (Hernández – Sampieri et al., 2014). Estas variables son elementos fundamentales en la formulación de preguntas de investigación. En este apartado se definen la variable dependiente y las variables independientes.

1.6.1 Variable dependiente

La variable dependiente en la presente investigación son las exportaciones de azúcar

Y = Exportaciones de azúcar

1.6.2 Variables independiente

Las variables independientes en esta investigación son las siguientes:

X1 = Tipo de cambio

X2 = PIB

X3 = Rendimiento

1.7 Universo y muestra de estudio

El universo de estudio de esta investigación son los países productores y exportadores de azúcar, centrándose en diez de estos países: Brasil, India, China, Tailandia, México, Australia, Guatemala, Colombia, Sudáfrica y El Salvador.

Capítulo 2

Marco contextual de la industria azucarera

El marco contextual de la presente investigación es un pilar fundamental para comprender no solo el fenómeno o problema bajo estudio, sino también el contexto que lo rodea. En este sentido, se exploran diversos aspectos que abarcan desde el trasfondo histórico del sector azucarero hasta las dinámicas contemporáneas que influyen en el objeto de esta investigación, con la convicción de que una comprensión completa no solo implica explorar sus dimensiones internas, sino también considerar los numerosos factores externos que le dan significado y relevancia. Este marco proporciona una visión integral que permitirá a los lectores situarse en el entorno donde se desarrolla el estudio y comprender las múltiples facetas que impactan en sus resultados. A través de esta exploración, se busca capturar la esencia del sector azucarero como un fenómeno dinámico, interconectado y moldeado por las fuerzas que lo rodean.

2.1 Antecedentes históricos del azúcar

El azúcar ha influenciado de manera importante en el desarrollo de la historia de la humanidad, la economía mundial y la cultura como edulcorante e ingrediente alimentario funcional. La miel fue el primer edulcorante descubierto por los seres humanos, y se puede encontrar evidencia de su uso en las Cuevas de la Araña en España, donde hay una pintura mural que muestra a personas recolectando miel desde el Paleolítico, y durante mucho tiempo fue el principal edulcorante utilizado por los seres humanos, pero posteriormente surgió el azúcar y se fue expandiendo en el mundo hasta ser el edulcorante más popular. Aunque antes de la producción de azúcar, se utilizaron otros edulcorantes, como la savia de arce utilizada por los nativos americanos antes de que los europeos llegaran al Nuevo Mundo y el jugo de uva concentrado utilizado por los antiguos egipcios (Eggleston, 2019).

La caña de azúcar tuvo sus orígenes como una planta silvestre con tallos que tenían un sabor dulce. Se cree que su origen se dio en una isla conocida actualmente como Nueva Guinea, ubicada al norte de Australia. Fue ahí donde se conoció por primera vez alrededor del año 9000 a 8000 a. C. Tras extenderse por la India, China y el Próximo Oriente, donde los indios fueron los primeros en probarla, el azúcar alcanzó Persia hacia el año 510 a.C. En Europa, su llegada se dio en el siglo IV a.C., de la mano de las conquistas de Alejandro Magno en Asia. Los griegos luego le pasaron este saber a los romanos, y estos la bautizaron como "sal de la India". (Fundazucar, 2017).

A partir del siglo VII d.C., los árabes, reconocidos por su afición a los sabores dulces, exploraron el potencial del azúcar tras invadir las tierras entre el Tigris y el Éufrates. Estos introdujeron su cultivo en los territorios conquistados, extendiendo el cultivo de la caña de azúcar por Siria, Egipto, Chipre, Rodas y el norte de África. Fueron los expertos egipcios quienes refinaron las técnicas de procesamiento. Su consumo se popularizó gracias a los mercaderes venecianos y, posteriormente, durante las Cruzadas, llegó al conocimiento de la Europa cristiana. (Fundazucar, 2017).

Durante la Edad Media, el azúcar llegó a España y se convirtió en una especia culinaria muy valorada. Además de su uso en la cocina, los boticarios lo utilizaban en sus preparados y medicinas, incluyendo tratamientos para el mal de amores. El azúcar se consideraba un ingrediente versátil con propiedades medicinales y se utilizaba para mejorar el sabor de los alimentos y ofrecer consuelo emocional (Fundazucar, 2017).

En 1493, cuando Cristóbal Colón hizo su segundo viaje al Nuevo Mundo, trajo consigo trozos de caña de azúcar de las Islas Canarias a La Española, que ahora corresponde a República Dominicana y Haití. De esta manera se introdujo la experiencia necesaria para cultivar y procesar la caña de azúcar en la región. A partir de entonces, la caña de azúcar se propagó rápidamente por las Indias Occidentales y América Central. Hernán Cortés fue el encargado de llevar la caña de azúcar a México y Francisco Pizarro la introdujo en Perú. Los portugueses, por su parte, llevaron la caña de azúcar a Brasil en el siglo XVI. Para el año 1600, la industria azucarera se había convertido en la más grande de las Américas tropicales. Sin embargo, el éxito de las grandes plantaciones de azúcar, dirigidas por europeos, dependía en gran medida de una mano de obra extenuante, que, lamentablemente, se obtuvo a través de la esclavitud (Eggleston, 2019).

A finales del siglo XVII, el azúcar de caña se había extendido por todo el mundo, con las colonias como principales productores. Sin embargo, la lucha por la independencia de las colonias amenazaba el suministro de azúcar en Europa. En este contexto, Napoleón Bonaparte desempeñó un papel importante al impulsar la difusión del consumo de azúcar a través de sus campañas militares y al promover la construcción de azucareras en Francia. Estas políticas se extendieron a otras naciones europeas, lo que permitió una mayor autonomía en el suministro de azúcar y el desarrollo de la industria azucarera en Europa (Fundazucar, 2017).

Hasta el siglo XVIII, el azúcar se consideraba un artículo de lujo tanto en Europa como en América. Sin embargo, debido a la gran capacidad de producción en el Nuevo Mundo, el azúcar se volvió más accesible y asequible. Esto llevó a que el azúcar se considerara cada vez más un producto básico o una necesidad, y su

uso se extendió ampliamente en bebidas, conservas, dulces, postres y alimentos procesados (Eggleston, 2019).

Durante los años 1600 y 1800, el azúcar se convirtió en un motor económico global que conectaba a Europa, África, Asia y América. Su comercio masivo tuvo un impacto significativo en la economía mundial, la esclavitud africana y la configuración de las relaciones comerciales entre continentes distantes (Taubes, 2016). El azúcar ocupó un lugar destacado en la economía mundial durante el siglo XVIII, al igual que el acero y el petróleo en siglos posteriores. Su impacto fue enorme, tanto en términos económicos como en la transformación de la sociedad y la cultura (Williams, 1970). En conjunto, el azúcar dejó una huella duradera en el mundo y su legado continúa siendo relevante en la actualidad.

En el siglo XIX tuvo lugar la aparición de la industria del azúcar de remolacha en Europa, impulsada por los acontecimientos de las guerras napoleónicas. Durante este periodo, específicamente en 1813, Napoleón se vio privado de las importaciones de azúcar de caña provenientes del Caribe debido a un bloqueo impuesto por los británicos. Con el fin de evitar financiar a los comerciantes británicos y llenar el vacío de azúcar en el país, Napoleón tomó la decisión de prohibir la importación de azúcar y ordenó la plantación de extensas áreas de remolacha azucarera (*Beta vulgaris*) y la construcción de cientos de fábricas dedicadas a la producción de azúcar a partir de la remolacha en Francia (Aronson, 2010).

Esto fue posible gracias a que en 1747 el químico alemán Andraeas Marggraaf pudo identificar sacarosa en la remolacha azucarera y a que su alumno Franz Achard construyó una fábrica para procesar la remolacha en Cunern en Silesia que hoy en día es Konary en Polonia (Eggleston, 2019).

Durante la época de la Revolución Industrial del siglo XIX, el azúcar desempeñó un papel esencial como fuente de energía en la dieta de los trabajadores. Además, esta época fue testigo de importantes avances técnicos en la producción de azúcar, como el uso de la energía de vapor, las tachas de vacío de efectos múltiples y las centrífugas. Estas tecnologías permitieron una mayor

purificación del azúcar, eliminando impurezas y produciendo un azúcar blanco altamente refinado y de calidad uniforme. Estos avances no solo mejoraron la calidad del producto final, sino que también hicieron que el proceso de fabricación fuera más eficiente y menos dependiente de la mano de obra (Smith, 2015).

2.2 Materia prima del azúcar y sus características

El azúcar es un tipo de sustancia sólida que se produce a partir de la cristalización de la sacarosa, un compuesto químico que se representa con la fórmula $C_{12}H_{22}O_{11}$. La sacarosa se encuentra en los jugos de diversas fuentes vegetales, siendo las más comunes la caña de azúcar y la remolacha azucarera, aunque también puede hallarse en otras plantas. Para obtener azúcar, se utilizan procesos industriales diseñados específicamente para llevar a cabo esta cristalización de manera eficiente y controlada, garantizando la calidad del producto final. Este enfoque industrial es fundamental para la producción de azúcar a gran escala y se fundamenta en técnicas desarrolladas y perfeccionadas a lo largo del tiempo (GOB, 2023).

Las principales materias primas para la producción de azúcar a nivel global son la caña de azúcar y la remolacha azucarera. De estas dos fuentes, un notable 86% de la producción total proviene de la caña de azúcar. Además de azúcar, de estos cultivos se generan otros productos, como el etanol y la melaza. También es importante mencionar que los residuos resultantes del proceso de molienda, conocidos como bagazo, se utilizan para generar energía eléctrica. En los próximos diez años se espera que la rentabilidad de los subproductos más significativos derivados de los cultivos de la caña, es decir, el azúcar y el etanol, experimenten un incremento. Este aumento en la rentabilidad probablemente conducirá a un incremento en la producción de cultivos de azúcar, lo que tiene implicaciones importantes para la industria en general (OCDE/FAO, 2022).

La caña de azúcar, científicamente conocida como *Saccharum officinarum* L., es una planta herbácea tropical que puede alcanzar una altura promedio de

aproximadamente 2.5 metros. Su estructura es cilíndrica, con un diámetro que oscila entre 5 y 6 centímetros, y está segmentada en partes conocidas como nudos y entre nudos. Las hojas de la caña son alargadas, con longitudes que varían entre 2 y 4 metros, y en la parte superior de la planta se encuentra la espiga, que suele medir alrededor de 30 centímetros. El tallo de la caña de azúcar es considerado un fruto agrícola, ya que es en donde se acumula la mayor parte del azúcar. Este tallo contiene aproximadamente un 75% de agua, lo que contribuye a su jugosidad. Además, el tamaño y el color del tallo pueden variar significativamente según la variedad específica de caña de azúcar que se esté cultivando, lo que da lugar a diferentes características y cualidades en los cultivos (SAGARPA, 2017).

La caña de azúcar, al ser una especie de planta tropical, prospera en climas cálidos y soleados, lo que es fundamental para su crecimiento saludable. Durante su fase de desarrollo, es crucial asegurar que reciba la cantidad adecuada de agua, ya que esto influye directamente en su productividad. En cuanto a las condiciones del suelo, la caña de azúcar puede cultivarse en una variedad de suelos que contengan materia orgánica y que cuenten con un buen sistema de drenaje. Para un desarrollo óptimo, el pH del suelo debe estar en un rango de entre 5.5 y 7.8. Generalmente, los suelos que tienen una textura franco-limosa o franco-arenosa tienden a ofrecer los mejores rendimientos para este cultivo, ya que proporcionan un ambiente favorable para el crecimiento de la planta (SAGARPA, 2017).

Por otro lado, la remolacha azucarera, conocida científicamente como *Beta vulgaris L.*, es una planta bienal que se caracteriza por ser monoica, lo que implica que en una misma planta se desarrollan tanto flores masculinas como femeninas. Esta planta presenta tallos que poseen ángulos y canales distintivos, lo que le da un aspecto particular. En cuanto a su follaje, las hojas basales son grandes y de forma ovalada, con una base que se asemeja a un corazón y bordes ondulados, mientras que las hojas que se encuentran en la parte superior de la planta son más pequeñas en comparación. Las flores de la remolacha azucarera son bastante discretas, con un color verdoso y compuestas por cinco tépalos, lo que les confiere una apariencia sutil. Además, las raíces de esta planta son gruesas y carnosas,

características que son fundamentales para su uso en la producción de azúcar (Aizpuru et al., 2007).

La remolacha azucarera tiene una notable capacidad para adaptarse a diversas condiciones climáticas, lo que le permite prosperar en distintas regiones templadas del hemisferio norte. En particular, se encuentra en áreas que se sitúan entre los 30 y 60 grados de latitud norte. Esta planta se beneficia de los días más largos, ya que su crecimiento y desarrollo son más óptimos en lugares donde la cantidad de luz solar durante el día es mayor. Esta preferencia por la prolongación de la luz diurna sugiere que la remolacha azucarera se desarrolla mejor en ambientes donde puede aprovechar al máximo la energía solar disponible (Cattanach et al., 1991).

2.3 Proceso de elaboración del azúcar

Tal como se señaló anteriormente, el azúcar proviene fundamentalmente de la caña de azúcar y de la remolacha azucarera. Su producción implica un extenso proceso que abarca desde la siembra y crecimiento de la planta hasta su transformación industrial (imagen 2.1).

El proceso de elaboración del azúcar requiere de los siguientes pasos (Tecnicaña, 2024):

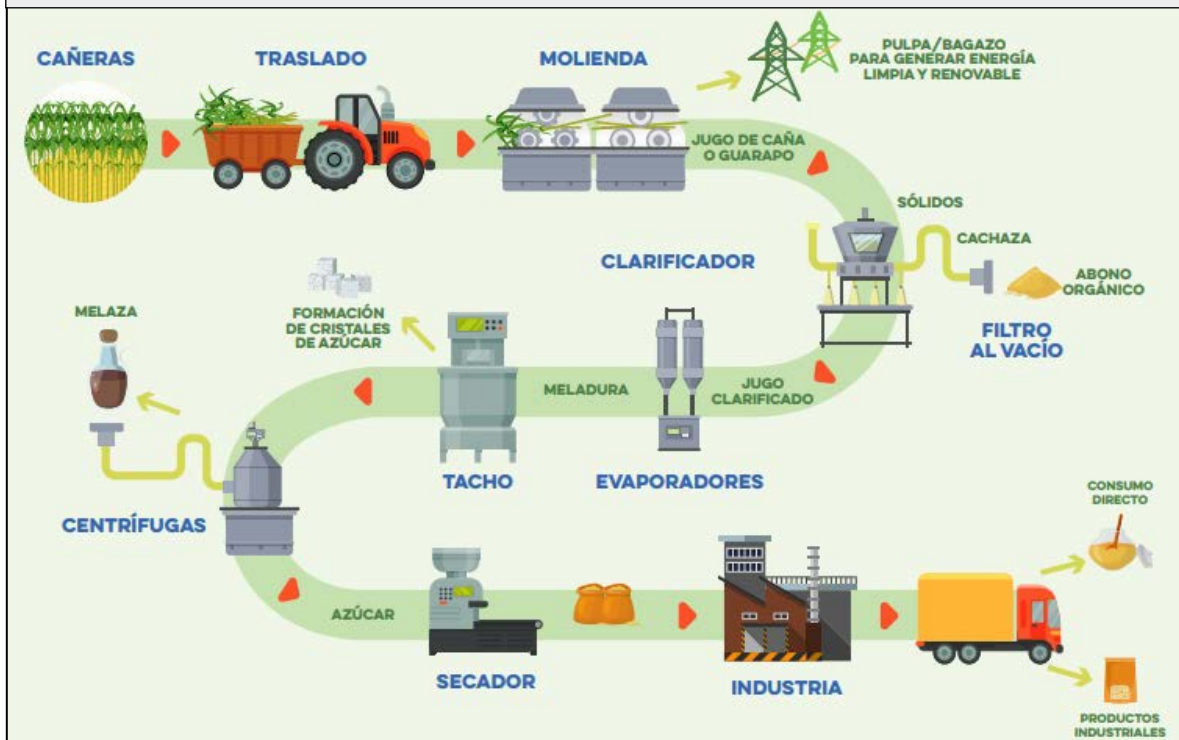
- Cosecha. Una vez que la caña de azúcar está madura, esta es cortada ya sea de forma manual o a través de maquinaria especial para ese tipo de corte, esto para ser trasladada al ingenio.
- Molienda. Una vez trasladada la caña al ingenio azucarero se empieza con el proceso de extracción del jugo por medio de molinos gigantes los cuales la trituran y la presionan para la liberación del jugo.
- Clarificación. El jugo que se obtiene en la molienda pasa por un proceso de clarificación donde se trata con lechada de cal para minimizar las pérdidas

de sacarosa y eliminar las impurezas orgánicas. Posteriormente el jugo es separado de forma rigurosa de cualquier tipo de residuos.

- Evaporación. El jugo clarificado es evaporado al vacío mediante calentamiento, eliminando parte del agua contenida y con esto se aumenta la concentración de azúcar, resultando un jarabe espeso listo para ser cristalizado.
- Cristalización y centrifugación. El jarabe concentrado es enfriado meticulosamente, provocando la formación de cristales de sacarosa, el elemento principal de azúcar. Este proceso resulta en una gran cantidad de cristales combinados con miel residual. Se emplea la centrifugación para separarlos, en la que la fuerza centrífuga impulsa los cristales hacia las paredes del contenedor mientras que la miel líquida se mantiene en el centro.
- Secado y envasado. Los cristales húmeda se seca con extremo cuidado por medio de aire caliente. Posteriormente los cristales son moldeados para lograr distintas granulometrías, desde el azúcar de grano fino hasta el azúcar de grano grueso. Para finalizar el proceso el azúcar es embasada en sacos de diferentes medidas para su comercialización.

Del proceso de producción del azúcar se generan diferentes subproductos, como la melaza, que se emplea en la elaboración de ron, alcohol y otros productos; el bagazo, que es el residuo de la caña deshidratada y se utiliza como combustible en los hornos de los ingenios y en la producción de papel (Tecnicaña, 2024).

Imagen 2.1
Proceso de elaboración del azúcar



Fuente: Asociación de Productores de Azúcar de Honduras, 2022.

2.4 Tipos de azúcar

En el contexto del comercio global, se pueden encontrar diversos tipos de azúcar que son objeto de intercambio y venta. Este mercado internacional abarca una variedad de azúcares que se diferencian por su origen, proceso de producción, y características específicas. A continuación, se menciona algunos de los tipos más comunes de azúcar que se comercializan en este ámbito.

2.4.1 Azúcar crudo (mascabado)

Se produce mediante un proceso industrial que implica varias etapas. Estas etapas incluyen la extracción del jugo de la caña de azúcar, su clarificación para eliminar impurezas, la evaporación para concentrar el jugo, la cristalización para formar

cristales de sacarosa y, finalmente, la centrifugación para separar los cristales del líquido residual. Este tipo de azúcar está cubierto por una fina película de su miel madre, lo que le da su color característico y un sabor más pronunciado. Además, cuenta con una concentración mínima de polarización del 96% (GOB, 2023).

2.4.2 Azúcar estándar

Es un producto sólido que se obtiene a partir de la caña de azúcar y se compone principalmente de cristales sueltos de sacarosa. Este tipo de azúcar tiene una concentración mínima de polarización del 99.40%, lo que indica que al menos el 99.40% de su contenido es sacarosa. La producción del azúcar estándar sigue un proceso similar al utilizado para obtener azúcar crudo o mascabado. Sin embargo, se aplican variaciones en las etapas de clarificación y centrifugación para lograr la calidad del producto deseada. Estas variaciones pueden incluir técnicas específicas que permiten obtener cristales de sacarosa más puros y una mayor eliminación de impurezas (GOB, 2023).

2.4.3 Azúcar refinada

Es un producto sólido que se obtiene a partir de la caña de azúcar y está compuesto principalmente por cristales sueltos de sacarosa. Tiene una concentración mínima de polarización del 99,90%, lo que indica que al menos el 99,90% de su contenido es sacarosa. Para obtener azúcar refinada, se somete el azúcar crudo (mascabado) o el azúcar estándar a un proceso de refinación. Este proceso implica una serie de etapas en las que se eliminan impurezas y se purifica aún más el producto (GOB, 2023).

2.4.4 Azúcar blanco especial

Es un producto sólido que se obtiene de la caña de azúcar y se compone principalmente de cristales sueltos de sacarosa. Tiene una concentración mínima

de polarización del 99,70%. La producción de este tipo de azúcar sigue un proceso similar al utilizado para obtener azúcar crudo (mascabado) y azúcar estándar. Sin embargo, se realizan mejoras y optimizaciones en las etapas de clarificación y centrifugación para alcanzar la calidad deseada en el producto final (GOB, 2023).

2.5 Mercado internacional del azúcar

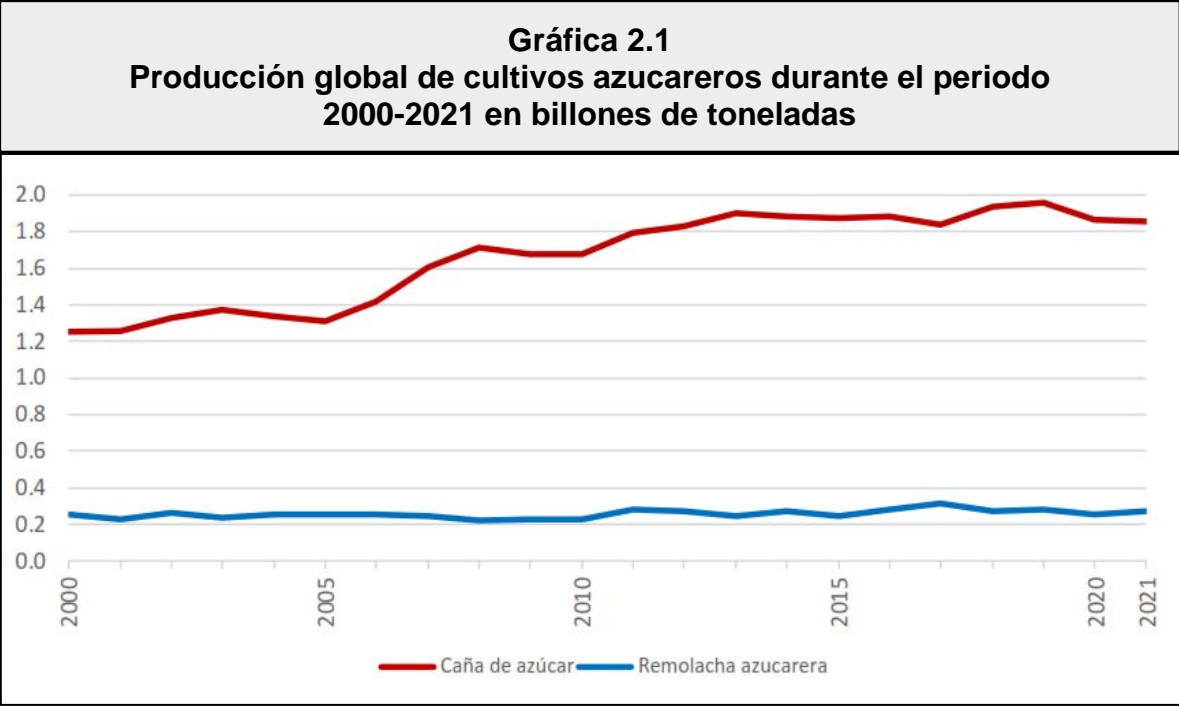
El mercado global del azúcar se destaca como uno de los *commodities* más significativos en el comercio internacional. La producción total de azúcar a nivel mundial varía anualmente entre 175 y 200 millones de toneladas. De esta cantidad, aproximadamente entre 65 y 70 millones de toneladas son destinadas a la venta en el mercado internacional. Esto significa que una gran parte de la producción se utiliza para el consumo interno en los países que lo producen, lo que resalta la importancia del azúcar no solo como un producto comercial, sino también como un elemento esencial en la alimentación y la economía de los países productores. Esta dinámica del mercado refleja tanto la demanda global de azúcar como la capacidad de cada nación para satisfacer sus propias necesidades de este recurso vital.

2.5.1 Producción

Tras un período de notable expansión en la producción de azúcar en diversas partes del mundo, las áreas dedicadas al cultivo de caña de azúcar y remolacha azucarera se han vuelto extensas y variadas. En 2022 estos dos cultivos sumaron cerca de 32 millones de hectáreas cosechadas en todo el mundo, con un rendimiento promedio de 55,730 kilogramos por hectárea (FAOSTAT, 2024).

La caña de azúcar se ha establecido como la principal fuente de producción de azúcar a nivel global, alcanzando volúmenes de producción que han superado los 1.5 billones de toneladas desde el año 2007. Esta cifra continuó en ascenso, llegando a aproximadamente 1.9 billones de toneladas en 2021, lo que subraya su relevancia en el mercado del azúcar. Por su parte, la producción de remolacha azucarera se ha mantenido en niveles significativamente más bajos en comparación

con la caña. En el año 2021, la producción total de remolacha azucarera alcanzó solo 270 millones de toneladas. Esta diferencia en los volúmenes de producción entre las dos fuentes sugiere que, aunque ambas son importantes para la industria azucarera, la caña de azúcar sigue dominando en términos de cantidad producida y su impacto en el mercado mundial (FAO, 2022).



Fuente: FAO, 2022.

En la gráfica 2.1, se puede apreciar de manera clara y contundente la disparidad entre los volúmenes de producción de caña de azúcar y remolacha azucarera. En el caso de la caña de azúcar, la tendencia general es predominantemente ascendente, ya que su producción ha aumentado notablemente, pasando de cerca de 1.3 billones de toneladas en el año 2000 a alcanzar alrededor de 1.9 billones de toneladas en 2021. Sin embargo, a lo largo de este período, se han observado ligeras disminuciones cíclicas aproximadamente cada cinco años, lo que indica cierta variabilidad en la producción, aunque sin afectar significativamente la tendencia general de crecimiento. En contraste, la

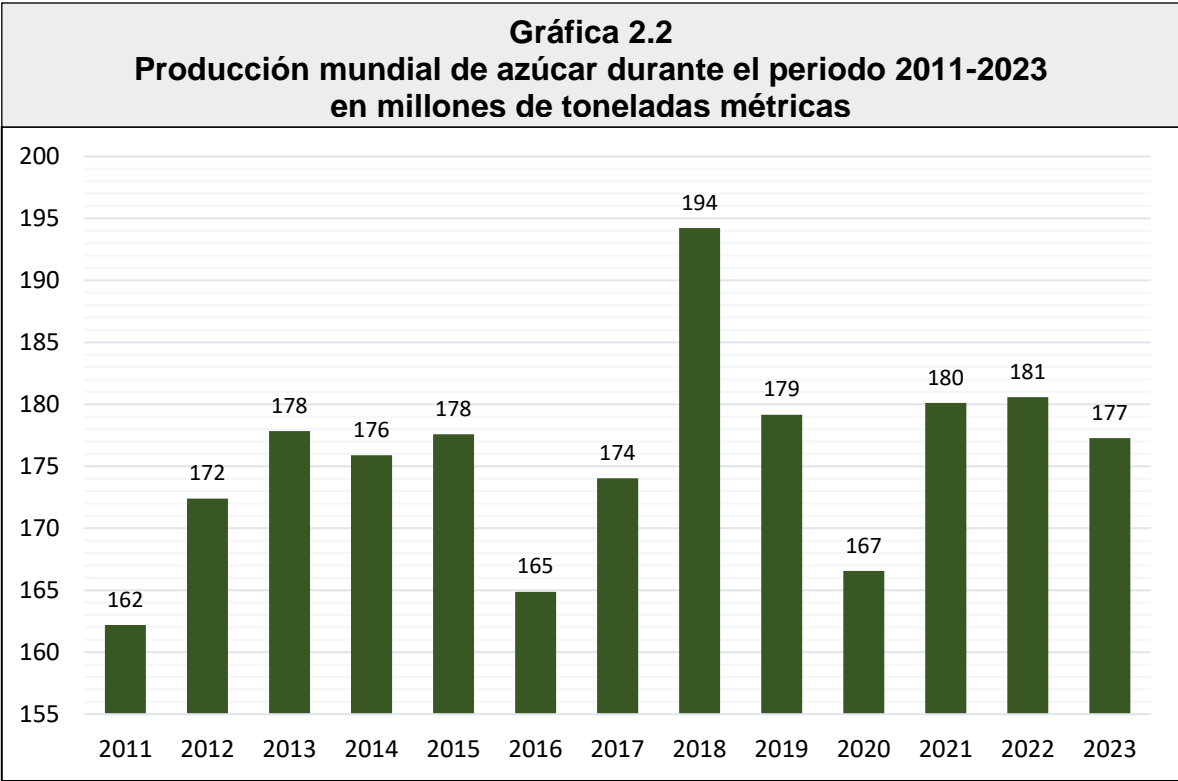
producción de remolacha azucarera se mantiene en niveles considerablemente más bajos en comparación con la caña de azúcar. A lo largo de los últimos 20 años, la producción de remolacha ha mostrado una estabilidad notable, con variaciones mínimas que no representan cambios significativos en su volumen total. La única excepción a esta tendencia fue en 2017, cuando se registró un incremento notable que llevó la producción a aproximadamente 280 millones de toneladas. Esta diferencia en la dinámica de producción entre ambos cultivos resalta la predominancia de la caña de azúcar en la industria azucarera global.

De acuerdo con datos del *United States Department of Agriculture (USDA)*, durante los últimos 13 años, la producción mundial de azúcar se ha mantenido en un promedio anual de alrededor de 176 millones de toneladas. Sin embargo, uno de los años que más destacó fue en 2018, en el que se alcanzó un total de 194 millones de toneladas y para el año 2023 la producción mundial reflejó 177 millones de toneladas (USDA, 2023).

Estos datos proporcionados por USDA (2023) Permiten tener una visión general de la producción mundial y de los países que lideran en este ámbito. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos datos pueden variar año tras año debido a diversos factores, como las condiciones climáticas, las políticas agrícolas y la demanda fluctuante en el mercado internacional.

En general, se puede observar en la gráfica 2.2 que la producción de azúcar ha experimentado variaciones a lo largo de los últimos años, con períodos de crecimiento seguidos de períodos de declive. Entre el 2011 y el 2013, la producción de azúcar experimentó un crecimiento constante, pasando de 162 toneladas en el 2011 a 178 toneladas en el 2013. Sin embargo, en el 2014 y el 2015, la producción se mantuvo relativamente estable en 176 y 178 toneladas, respectivamente. En 2016 se observa una disminución alcanzando un punto más bajo con 165 toneladas. Posteriormente, en el 2018 se produjo un aumento significativo en la producción, alcanzando su máximo histórico con 194 toneladas. Después en 2019 y 2020, se registró de nuevo una disminución en la producción, llegando a 179 y 167 toneladas,

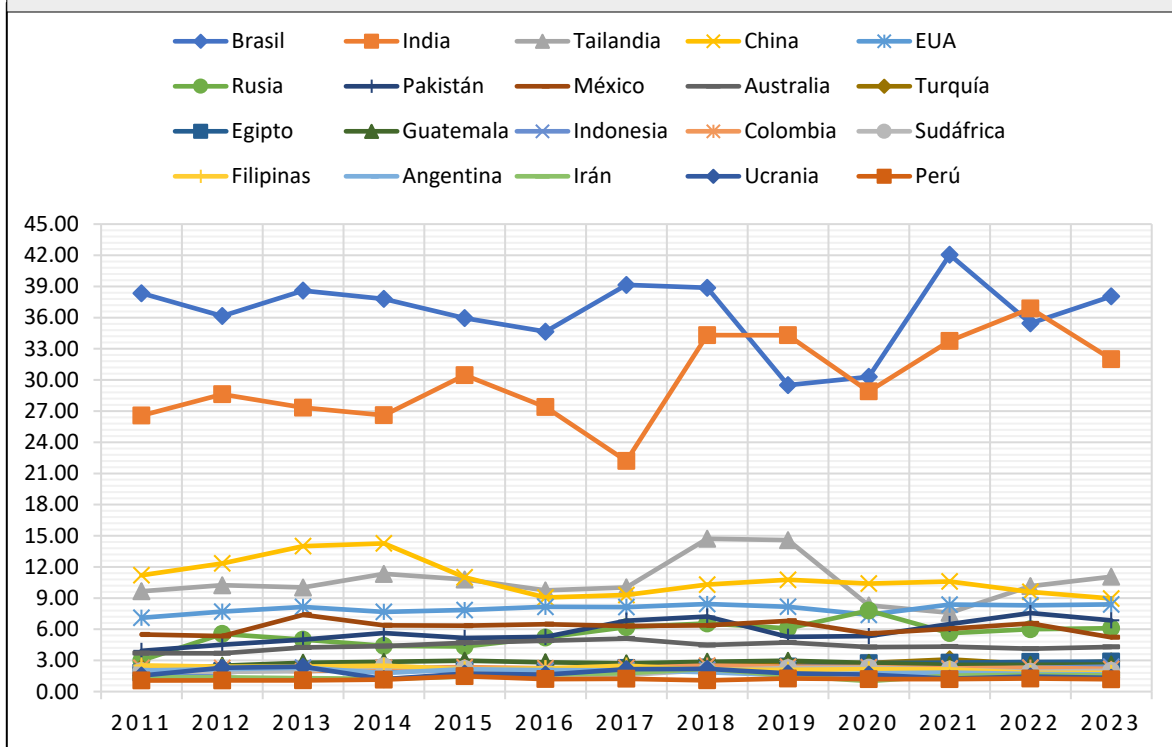
respectivamente. Sin embargo, para 2021 y el 2022, se recuperó la producción, llegando a 180 y 181 toneladas, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA, 2023.

Entre los principales contribuyentes de estas cifras se encuentran Brasil, India, la Unión Europea, Tailandia, China, Estados Unidos, Pakistán, Rusia, México y Australia. Estos países han demostrado una capacidad sobresaliente en la producción de azúcar y han logrado mantener una participación importante en el mercado global. (USDA, 2023). Como es el caso de Brasil que ha consolidado su posición como líder en esta industria gracias a una combinación de condiciones climáticas favorables, vastas extensiones de tierras cultivables y un conocimiento profundo del cultivo de caña de azúcar (UNICA, 2021).

Gráfica 2.3
Producción de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial durante el periodo 2011-2023 en millones de toneladas



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA,2023.

En la gráfica 2.3 se muestra como Brasil ha sido consistentemente el mayor productor de azúcar, alcanzando su mayor pico en 2021 con más de 40 millones de toneladas. India, en segundo lugar, ha mostrado un crecimiento notable, especialmente en 2022 con 36.88 millones de toneladas. La producción en Tailandia y China ha experimentado algunas variaciones. Tailandia, después de un aumento notable en 2018, ha visto una caída en 2021 y 2022, pero se recuperó en 2023. China ha ido disminuyendo su producción en los últimos años, rondando casi 9 millones de toneladas en 2023. Y países como Pakistán, Rusia y México han mantenido una producción constante, con un leve aumento en los últimos años.

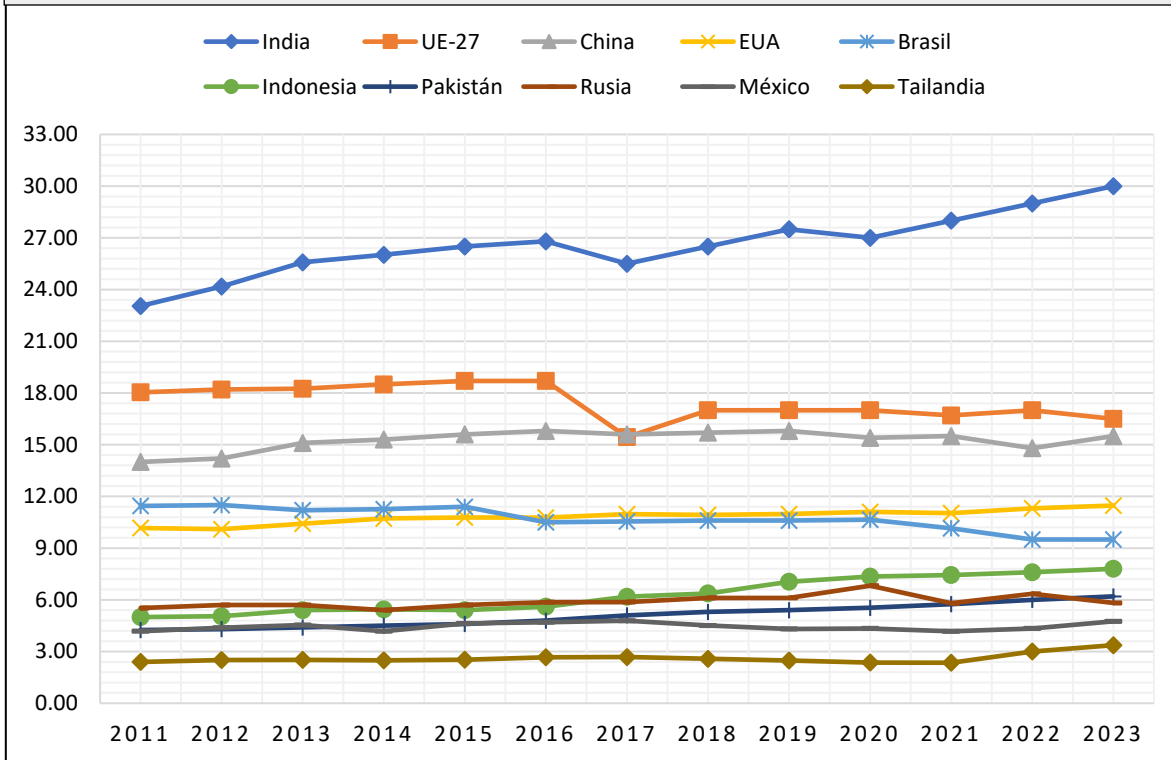
2.5.2 Consumo

El consumo global de azúcar está influenciado por una variedad de factores, entre los cuales destacan el aumento de la población, los ingresos de los individuos, las fluctuaciones en los precios y la competencia de productos alternativos. Además, las recomendaciones de organizaciones de salud en relación con una dieta equilibrada también juegan un papel crucial (ISO, 2023). Estos factores influyen significativamente en la cantidad de azúcar que se consume en todo el mundo.

Los principales países consumidores de azúcar a nivel mundial abarcan una variedad de regiones y economías, incluyendo a la India, la Unión Europea (EU-27), China, Estados Unidos, Brasil, Indonesia, Rusia, Pakistán, México y Egipto.

En particular, la posición de la India como el mayor consumidor de azúcar resalta la relevancia del país en el contexto del mercado global, no solo por su capacidad de producción, sino también por su elevado nivel de consumo, el cual ha mostrado un crecimiento constante, aumentando de 23.05 millones de toneladas en 2011 a 30.00 millones en 2023. En el caso de la Unión Europea (UE-27) este ha mantenido un consumo que oscila entre 15.44 y 18.70 millones de toneladas, con un consumo final en 2023 de 16.5 millones, reafirmando su posición como un mercado importante en el consumo de azúcar. Los demás países por su parte han reflejado un consumo relativamente estable y más moderado en comparación con la India y la Unión Europea. (Gráfica 2.4).

Gráfica 2.4
Principales consumidores de azúcar a nivel mundial
durante el periodo 2011-2023 en millones de toneladas



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA, 2023.

Durante el año 2023, la cantidad de azúcar consumida a nivel mundial alcanzó aproximadamente los 176 millones de toneladas métricas. Esto representa un aumento de alrededor de 2,4 millones en comparación con el consumo del año anterior. Según las proyecciones, se espera que este volumen de consumo continúe creciendo durante la temporada 2023/2024, llegando a situarse en torno a los 180 millones de toneladas métricas (USDA, 2023).

Al analizar los datos de la gráfica 2.5 sobre el consumo mundial de azúcar de los últimos 13 años, se pueden identificar algunas tendencias y patrones. Entre el 2011 y el 2015, se observa un crecimiento constante en el consumo de azúcar a nivel mundial. Durante este período, el consumo aumentó de 155.3 millones de toneladas en 2011 a 168 millones en 2015. Posteriormente, en 2016 y 2017 el

crecimiento en el consumo de azúcar se desaceleró y se mantuvo relativamente estable, situándose en un rango estrecho de 169 y 169.1 millones de toneladas. En el 2018, se registró un aumento significativo alcanzando los 173.3 millones de toneladas. Sin embargo, en el 2019 y el 2020, el consumo experimentó una ligera disminución, situándose en 172.0 y 171.3 millones de toneladas, respectivamente. Pero a partir del 2021, el consumo de azúcar volvió a aumentar, llegando a 171.9 millones toneladas y continuando con un crecimiento constante en los años siguientes. En el 2023, el consumo llegó a 176.4 millones de toneladas, y se proyecta que en el 2024 siga en aumento, llegando a 180.1 millones.



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA, 2023.

En general, se observa que la producción de azúcar fluctúa a lo largo de los años, con variaciones en toneladas producidas de un año a otro. Por su parte, el consumo mundial de azúcar también muestra fluctuaciones, aunque en general ha mostrado un crecimiento gradual.

De esto podemos destacar que, en ciertos años, la producción de azúcar puede no estar alineada con el consumo mundial. Por ejemplo, en algunos años, la

producción de azúcar puede ser mayor que el consumo mundial, lo que podría indicar un exceso de oferta o un desequilibrio en la demanda y la oferta. Por otro lado, en otros años, el consumo mundial puede superar la producción, lo que podría indicar una escasez relativa de azúcar o una mayor demanda.

Finalmente, se observa una relación entre la producción y el consumo de azúcar mayormente con superávit, a excepción del año 2020 en el cual hubo déficit de 4.6 millones de toneladas.

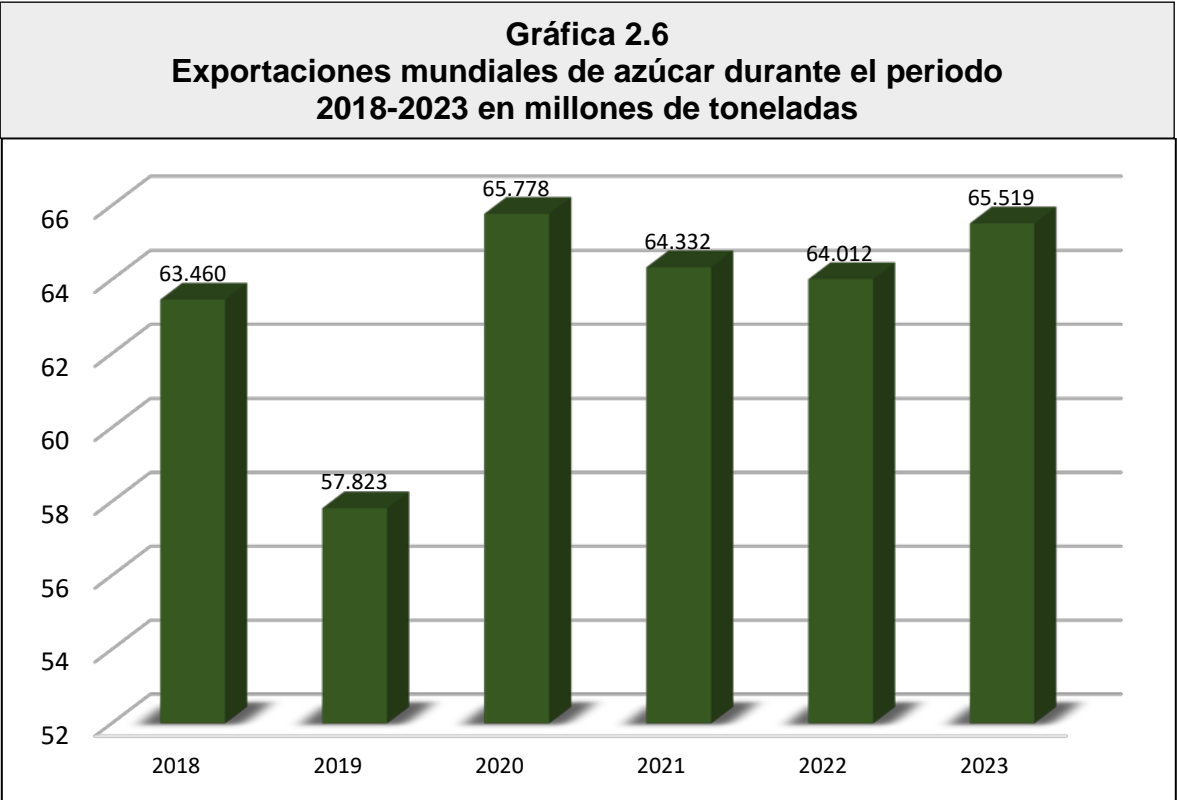
2.5.3 Exportaciones

Se estima que entre 57 y 66 millones de toneladas de azúcar se comercian a nivel mundial cada año, lo que significa que una parte importante de esta producción se consume internamente en los países que la producen. Durante el período comprendido entre 2018 y 2023, el promedio de azúcar comercializado globalmente fue de 63.4 millones de toneladas anuales. Esto resalta la magnitud del comercio del sector azucarero.

En los últimos seis años, las exportaciones de azúcar a nivel mundial han mostrado una tendencia bastante fluctuante, con variaciones porcentuales que oscilan entre un 0.50% y un 13.76%. Esto indica que existe una considerable inestabilidad en el comercio internacional de este producto. Además, es importante destacar que más del 30% de la producción total de azúcar se destina a la exportación, lo que subraya la relevancia del mercado internacional para los países productores y su dependencia del comercio global para la comercialización de este recurso (ISO, 2023).

Los datos presentados en la gráfica 2.6 revelan que la cantidad de azúcar producida para su venta en los mercados internacionales ha fluctuado en los últimos años, lo que refleja cambios en la demanda y en las estrategias de comercialización. En el 2018 las exportaciones mundiales de azúcar fueron de 63.4 millones de toneladas. Sin embargo, en el 2019, hubo una disminución significativa registrando solo 57.8 millones. En el 2020, las exportaciones experimentaron un aumento

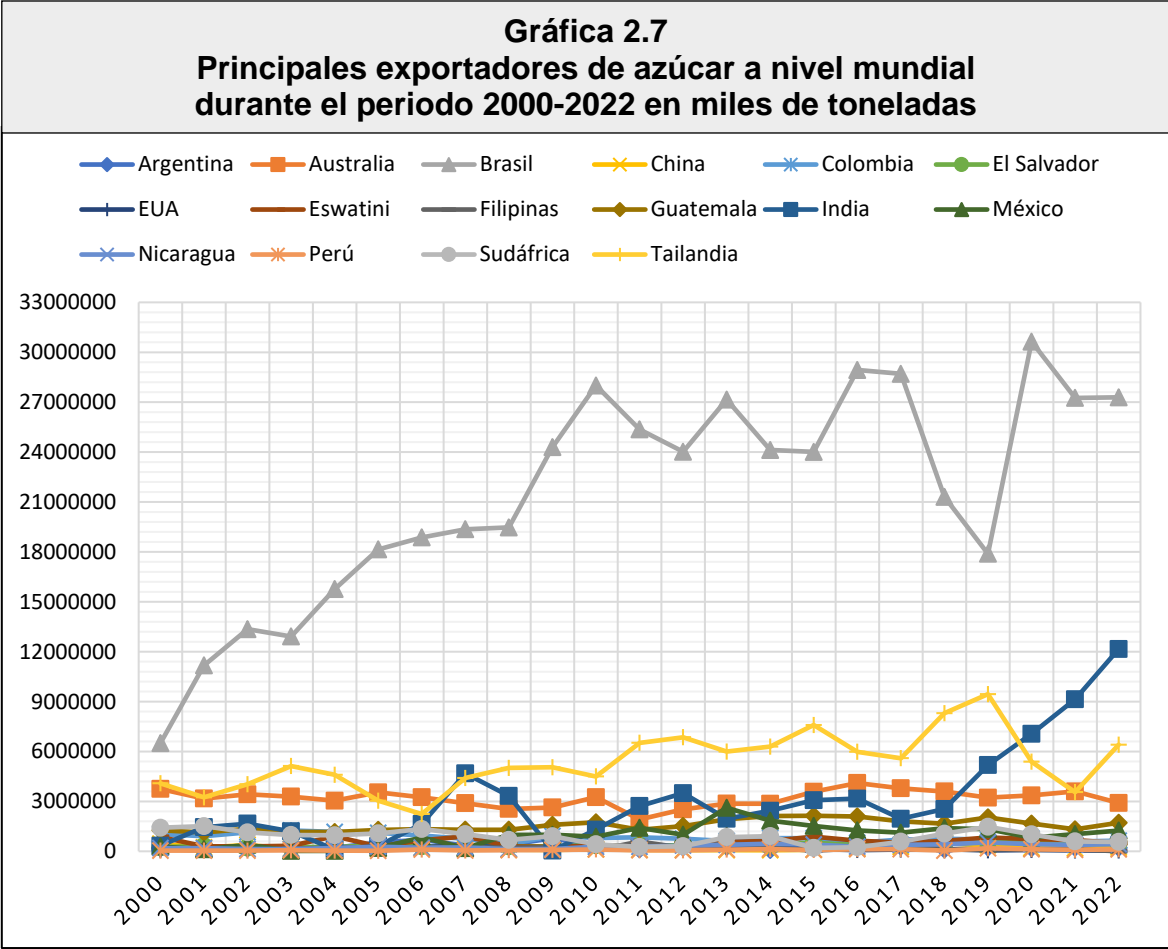
notable, llegando a 65.7 millones de toneladas, y aunque en el 2021 hubo una ligera disminución situándose en 64.3 millones, se mantuvo en niveles similares al año anterior. En el 2022, las exportaciones de azúcar se mantuvieron prácticamente estables en 64.01 millones de toneladas, y posteriormente en el 2023, se observó un aumento alcanzando los 65.5 millones de toneladas.



Fuente: Elaboración propia con datos de ISO, 2023.

En este contexto, Brasil se ha destacado como el principal exportador en las últimas dos décadas con un pico máximo de más de 30 millones de toneladas en 2020, lo que reafirma su posición dominante en el mercado global, seguido por la India y Tailandia, que también juegan un papel importante en el mercado internacional del azúcar, superando 12 millones en 2022 y 9 millones de toneladas en 2019 respectivamente. Otros países como Australia y El Salvador también tienen cifras notables, aunque en menor medida en comparación con los tres primeros. Más abajo se encuentran países como Colombia, Filipinas y México también han tenido sus momentos, con exportaciones que rondan entre 500,000 y 1.2 millones

de toneladas en algunos años. Por su parte Eswatini y Nicaragua han mostrado cifras mucho más bajas, pero aún significativa con referencia a otros exportadores (gráfica 2.7).

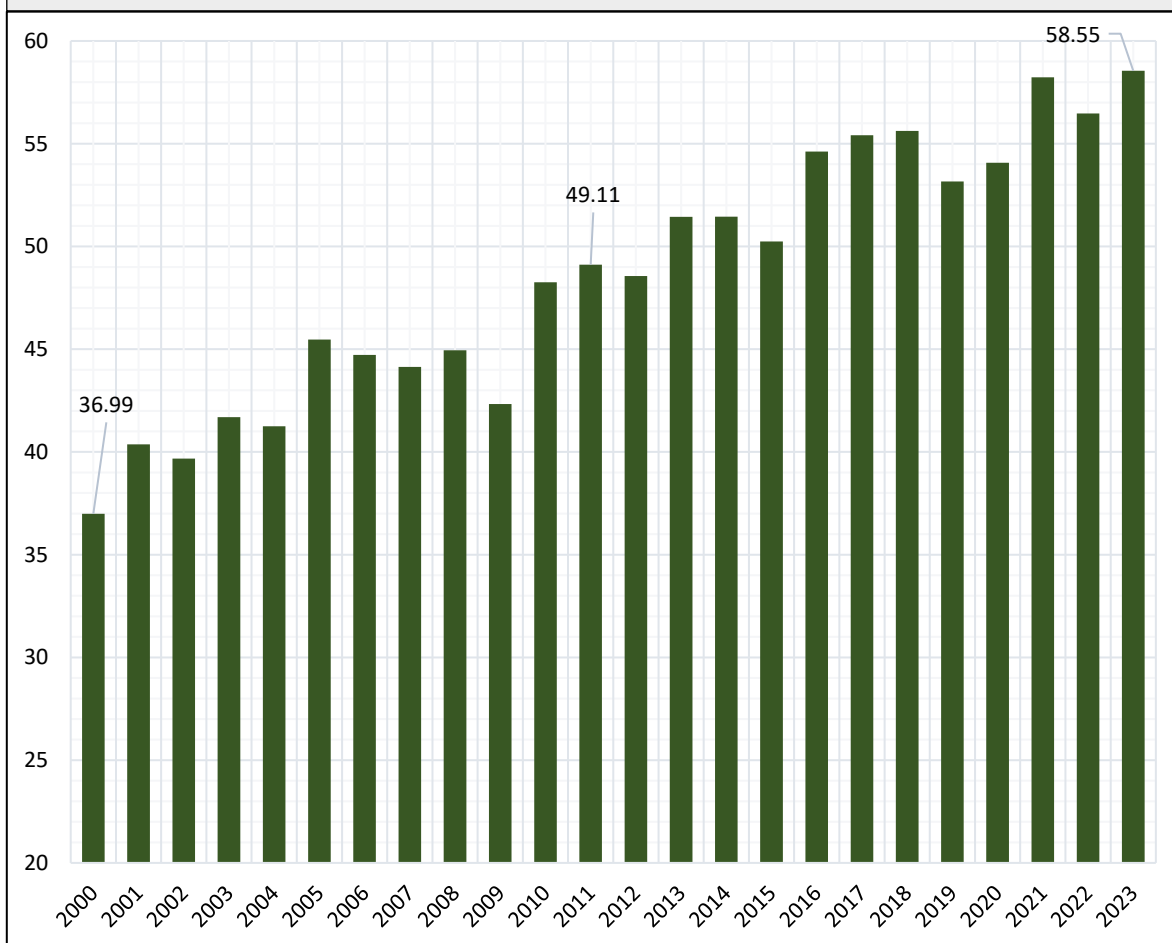


Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2024

2.5.4 Importaciones

Las importaciones mundiales de azúcar han mostrado una tendencia general al alza, pasando de 36.99 millones de toneladas en 2000 a 58.55 millones en 2023. Aunque la tendencia es creciente, hay fluctuaciones significativas en ciertos años, como es el caso de 2010 con un aumento notable a 48.26 millones y 2011 49.11 millones, así como en 2016 con 54.62 millones y 2017 con 55.41 millones de toneladas (gráfica 2.8).

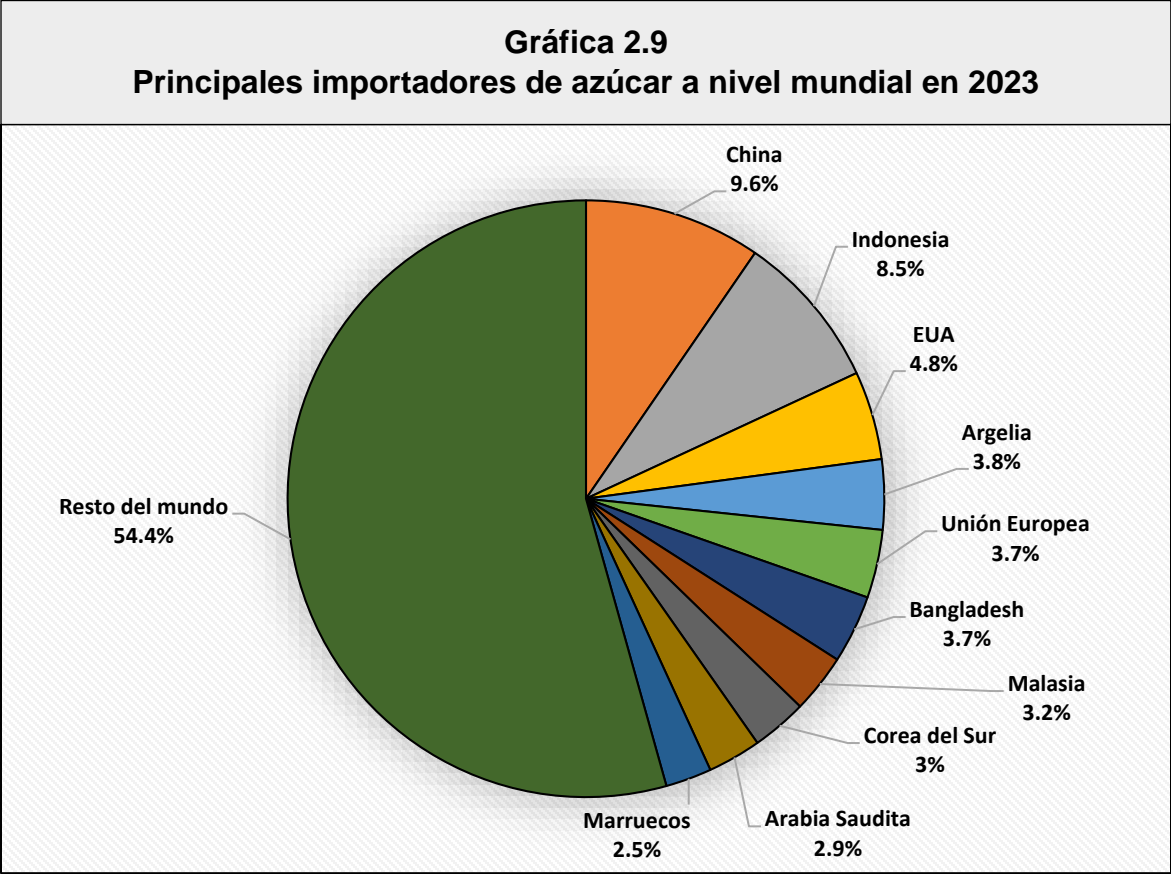
Gráfica 2.8
Importaciones mundiales de azúcar durante el periodo
2000-2023 en millones de toneladas



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA, 2023.

En 2023, la mayor parte de las importaciones de azúcar se agruparon en un número limitado de países, siendo China e Indonesia los actores más prominentes en este mercado. China lideró con un 9.6% de las importaciones, mientras que Indonesia le siguió de cerca con un 8.5%. Esta concentración en unos pocos importadores principales resalta la importancia de estas naciones en el comercio global de azúcar. Sin embargo, es importante destacar que, a pesar de esta dominancia, el resto del mundo también constituye una parte considerable del total de importaciones. Esto indica que hay una demanda diversificada y extendida en

distintos países, reflejando así la complejidad y variabilidad del mercado azucarero a nivel global (gráfica 2.9).



Fuente: Elaboración propia con datos de ISO, 2023.

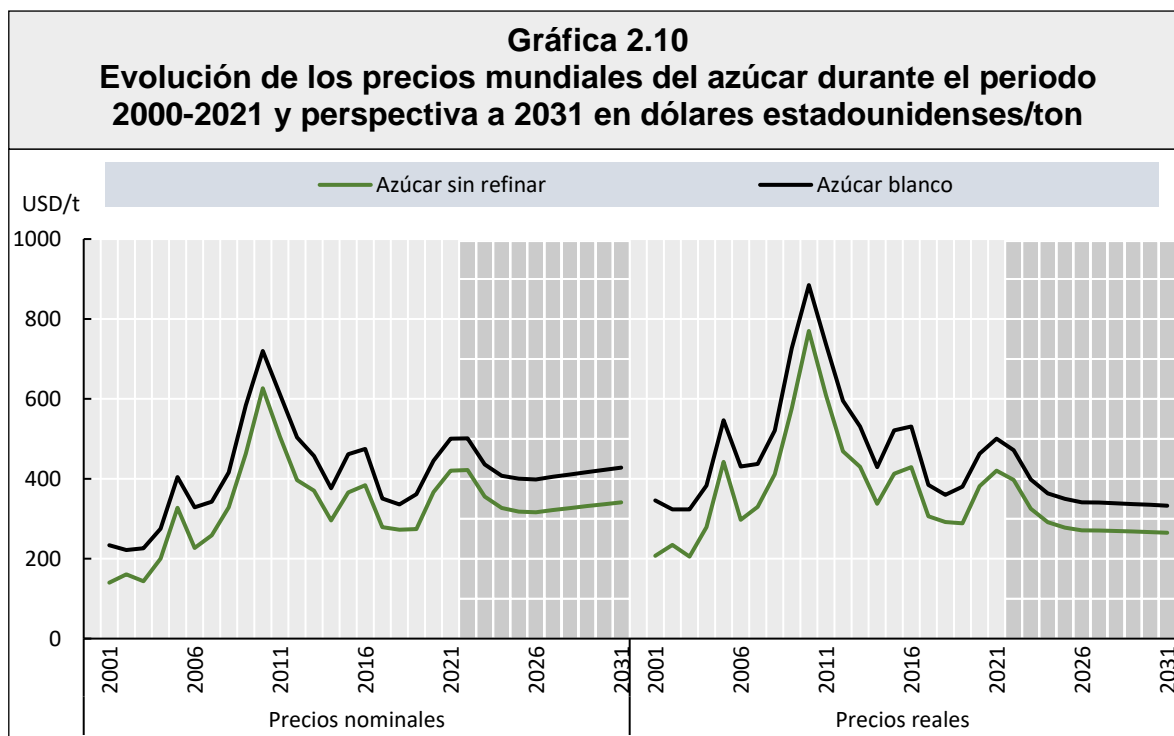
2.5.5 Precios internacionales

Durante el último trimestre de 2020 y el primer trimestre de 2021, se observó un incremento en los precios del azúcar, en consonancia con la tendencia general de otros productos básicos. Sin embargo, a mediados de ese año, los precios del azúcar experimentaron un aumento aún más pronunciado antes de volver a disminuir en el último trimestre de 2021. Esta fluctuación en los precios del azúcar contribuyó a un aumento notable del 34% en el índice alimentario de la FAO en la

subcategoría de azúcar. Este aumento fue superior al aumento general del 23% en el índice alimentario que abarca todos los productos básicos (ISO, 2023).

En términos de precios nominales, se pueden observar fluctuaciones significativas a lo largo del tiempo. Por ejemplo, en el año 2001, el precio del azúcar sin refinar fue de 140.03 USD/t, mientras que el precio del azúcar blanco fue de 233.506. Estos precios aumentaron en los años siguientes, alcanzando niveles más altos en 2006 y 2011. Sin embargo, a partir de 2016, los precios comenzaron a disminuir gradualmente (gráfica 2.10) (OCDE/FAO, 2022).

Al considerar los precios reales ajustados por inflación, se obtiene una imagen más precisa del poder adquisitivo de los precios del azúcar a lo largo del tiempo. En general, los precios reales siguen una tendencia similar a los precios nominales, pero con algunas diferencias importantes. Por ejemplo, los precios reales en 2001 fueron más altos que los precios nominales debido a la inflación. En años posteriores, los precios reales fluctuaron, pero en general, también experimentaron un aumento a lo largo del tiempo (OCDE/FAO, 2022).



Fuente: OCDE/FAO, 2022

Se espera que los precios en términos nominales experimenten un aumento gradual a medida que la demanda se recupere a los niveles previos a la pandemia de COVID-19. Se espera que la oferta satisfaga fácilmente esta demanda, asumiendo que no haya cambios significativos en los precios relativos del etanol y el azúcar. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las políticas nacionales y la concentración de unos pocos exportadores podrían generar volatilidad en los precios en los próximos 10 años (OCDE/FAO, 2022).

2.6 Industria del azúcar en México

En México, como parte de los principales productores y exportadores de azúcar, la industria azucarera ha desempeñado un papel crucial a lo largo de la historia del país, destacándose no solo por su impacto económico, sino también por su influencia social en las comunidades rurales. Esta industria es responsable de la creación de casi tres millones de empleos, abarcando tanto empleos directos en la producción y procesamiento del azúcar como empleos indirectos en sectores relacionados, en 267 municipios a lo largo de 15 entidades federativas. Además, se estima que la industria azucarera genera un valor económico considerable, que se sitúa entre 40 y 50 millones de pesos. Esto es posible gracias al cultivo de más de 800 mil hectáreas de caña de azúcar, lo que subraya la magnitud y la relevancia de esta actividad agrícola en el contexto nacional. La producción de azúcar no solo contribuye a la economía local, sino que también sustenta a numerosas familias y comunidades en el ámbito rural, haciendo de esta industria un pilar fundamental para el desarrollo y bienestar de estas regiones (SADER, 2023).

Según informes del sector azucarero, durante la zafra 2020-2021, la agroindustria de la caña de azúcar tuvo un impacto significativo en la economía nacional. Se estima que representó aproximadamente el 0.50 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) total del país. Además, contribuyó con alrededor del 3.01 por ciento de la industria manufacturera, lo que demuestra su importancia dentro de este sector clave. En cuanto a la industria alimentaria, la agroindustria de la caña de azúcar también tiene una participación importante con aproximadamente

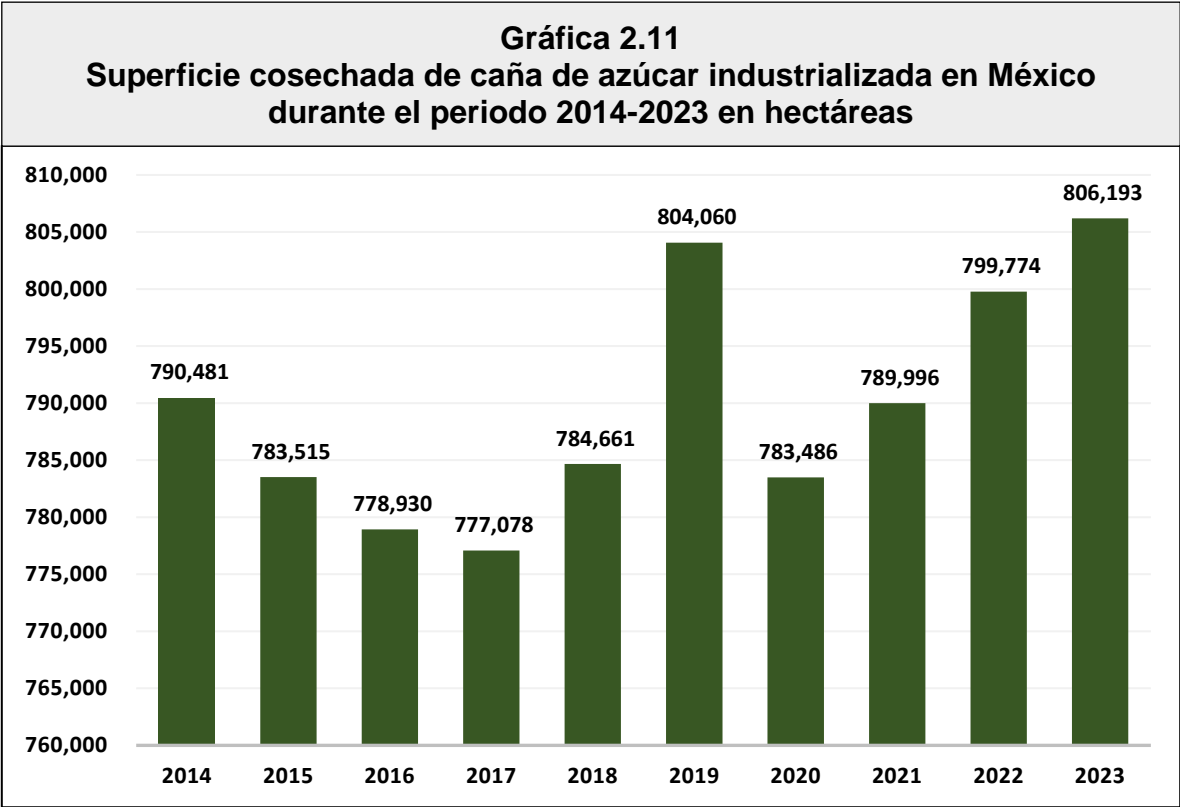
un 16.74 por ciento de su PIB. Esto resalta su relevancia en la producción de alimentos y su impacto en el sector alimentario en general. Por otro lado, en el ámbito agropecuario, se estima que contribuye con más del 6 por ciento del PIB total del sector. Estas cifras demuestran claramente el papel significativo que desempeña la agroindustria de la caña de azúcar en la economía nacional. Su participación tanto en el PIB general como en sectores específicos como la industria manufacturera, la industria alimentaria y el sector agropecuario, refuerzan su importancia como generador de empleo, generador de divisas y motor económico en el país. (SADER, 2023).

Durante el ciclo 2022-2023, la industria azucarera en México estuvo compuesta por un total de 52 ingenios. Sin embargo, de estos, solo 48 estuvieron en operación activa durante dicho periodo. Estos ingenios están distribuidos en 15 estados de la República Mexicana, lo que refleja una presencia geográfica bastante amplia de la industria en el país. El estado que destaca por tener el mayor número de ingenios es Veracruz, que alberga 18 de ellos. Este estado no solo tiene la mayor cantidad de ingenios, sino que también se posiciona como el principal productor de azúcar en México. En el ciclo 2022-2023, Veracruz logró una producción impresionante de 1.98 millones de toneladas de azúcar, lo que representa un 37.98% del total nacional. Este dato subraya la importancia de Veracruz en la producción azucarera del país y su papel fundamental en el suministro de este producto esencial (CONADESUCA, 2023b).

2.6.1 Producción

Durante la última década, se ha observado un aumento aproximadamente de 16 mil hectáreas en la superficie destinada a la cosecha industrializada de caña de azúcar (gráfica 2.11). Sin embargo, a pesar de este incremento, se ha enfrentado una serie de desafíos que han afectado negativamente la producción. Uno de los principales factores que han contribuido a esta situación ha sido la fertilización incompleta de los cultivos. La falta de una adecuada nutrición de la caña de azúcar ha limitado su crecimiento y desarrollo, lo que a su vez ha afectado la cantidad y calidad de la

producción. Además, las malas condiciones climatológicas durante el desarrollo de los cultivos también han influido de manera negativa en la producción de caña de azúcar. El clima adverso, como sequías prolongadas o exceso de lluvias, ha impactado la salud de las plantas y ha dificultado su crecimiento óptimo. Esto ha llevado a una disminución en la producción y rendimiento de campo, afectando directamente los resultados finales (CONADESUCA, 2023b).

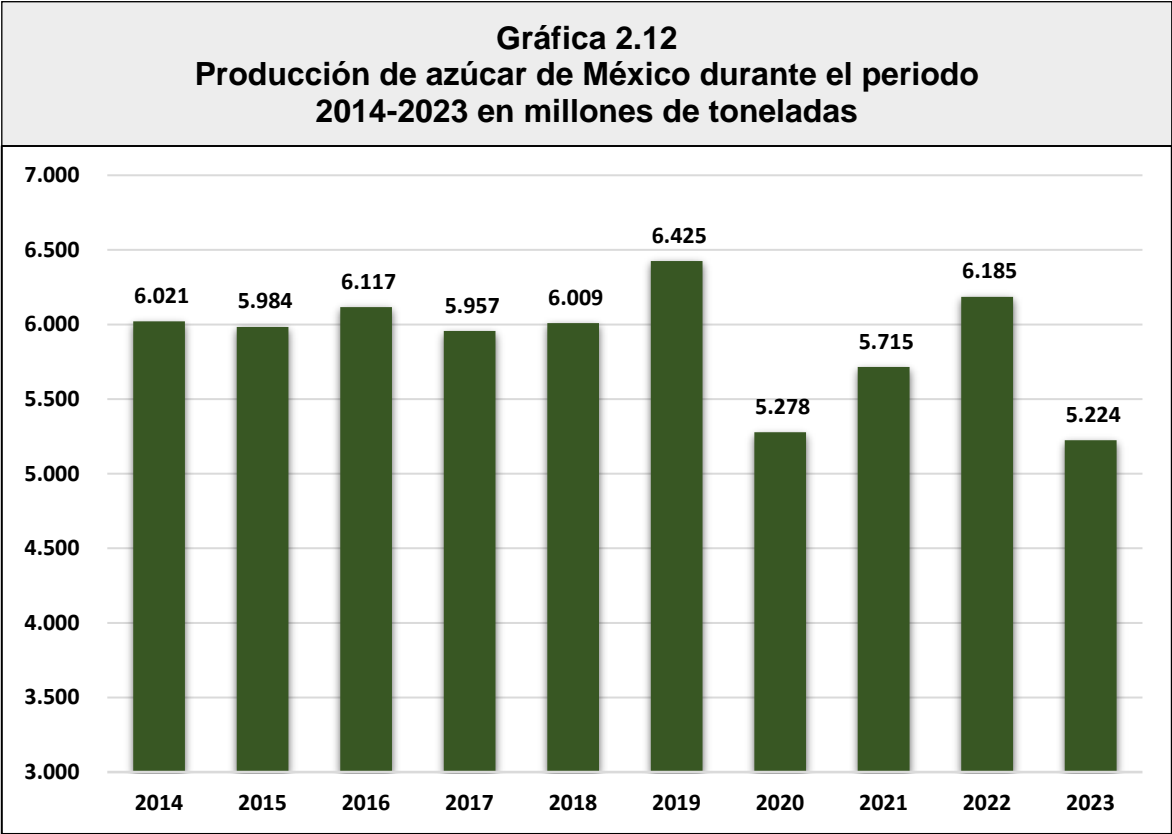


Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA, 2023.

En general, se puede apreciar una ligera fluctuación en la superficie cosechada a lo largo de los años. En los primeros años, desde 2014 hasta 2017, la superficie muestra una disminución gradual, con un mínimo de 777,078 hectáreas en 2017. Sin embargo, a partir de 2018, se observa una tendencia ascendente, con un aumento constante en la superficie cosechada. En el año 2019, la superficie alcanzó su punto más alto hasta ese momento, con un total de 804,060 hectáreas. Sin embargo, en 2020 se produjo una ligera disminución, volviendo a valores

cercanos a los registrados en los años anteriores. Posteriormente se fue recuperando hasta superar de nuevo las ochocientas mil hectáreas.

En contraste la producción de azúcar en México a pesar del aumento en el área industrializada de caña de azúcar, en 2023 reflejó 5.22 millones de toneladas, siendo más bajo que los tres años anteriores, lo que indica que el rendimiento en campo es menor (CONADESUCA, 2023b).



Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA, 2023

Al analizar los datos de la gráfica 2.12 podemos observar a lo largo de diez años algunas tendencias y fluctuaciones en los niveles de producción. Entre 2014 y 2018, la producción se mantuvo relativamente estable, con fluctuaciones menores en torno a los 6 millones de toneladas. En 2019, hubo un aumento significativo en la producción, alcanzando 6.425 millones de toneladas, lo cual indica un crecimiento notable. Sin embargo, esta tendencia alcista se revirtió en 2020, con una reducción sustancial en la producción a 5.278 millones de toneladas. En 2021, hubo una ligera

recuperación en la producción, llegando a 5.715 millones de toneladas, pero aún por debajo de los niveles de 2019.

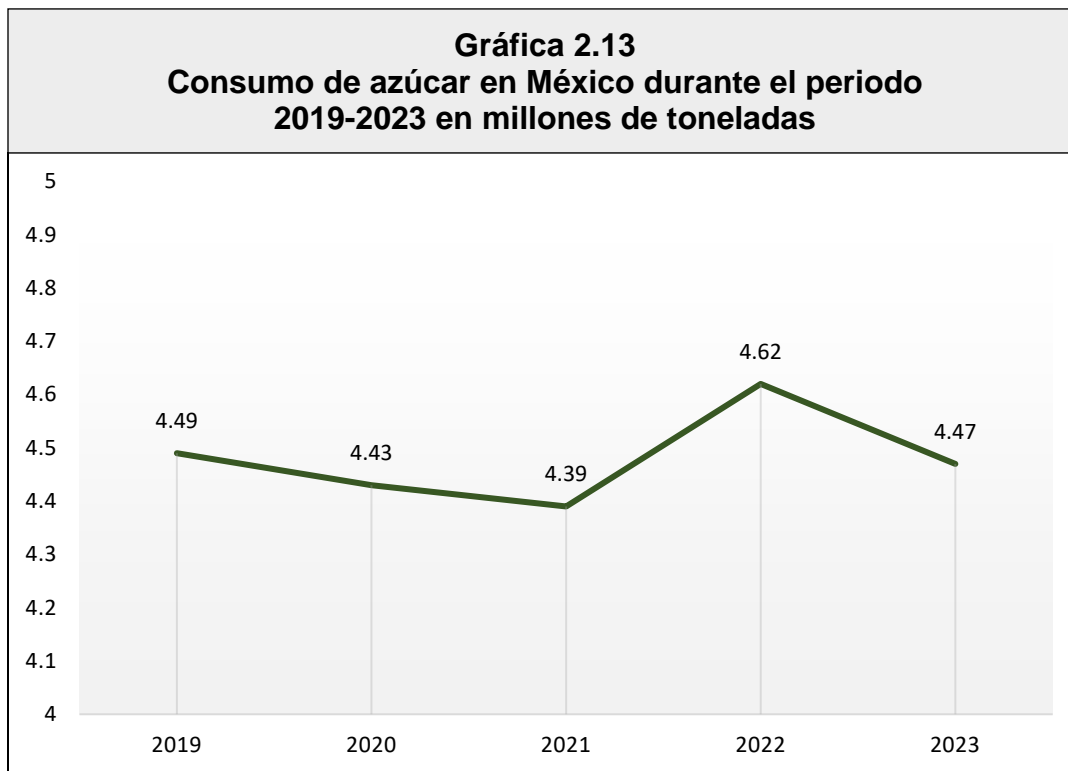
2.6.2 Consumo

En México, se ha observado una tendencia descendente en el consumo promedio de azúcar per cápita. Esto implica que, a pesar del crecimiento de la población, se espera que el consumo total de azúcar en el mercado nacional no aumente e incluso es probable que disminuya. Las campañas para reducir el consumo de azúcar están logrando impactar en los consumidores.

Además, la industria alimentaria, que tradicionalmente ha utilizado grandes cantidades de azúcar, está comenzando a buscar alternativas más saludables. Muchas empresas están reemplazando la sacarosa por una variedad de edulcorantes de alta intensidad o productos dietéticos. Este cambio se debe a una combinación de factores, incluidas las normativas más flexibles que regulan la producción de alimentos con edulcorantes, así como la confusión que a menudo generan las etiquetas de los productos, que no siempre ofrecen información clara y comprensible para el consumidor (DOF, 2021).

Actualmente, el consumo promedio per cápita de azúcar en México se sitúa en 37.5 kilogramos. Esta cifra representa una disminución en comparación con años anteriores, cuando el consumo per cápita superaba los 40 kilogramos (SADER, 2023).

En el consumo nacional se observa una tendencia estable en los últimos cinco años con un promedio que ronda los 4.48 millones de toneladas. En 2019 el consumo de azúcar fue de 4.49 millones de toneladas, seguido de ligeras disminuciones los dos siguientes años con 4.43 millones y 4.39 millones en 2020 y 2021 respectivamente. En 2022 hubo un ligero aumento llegando a los 4.62 millones de toneladas y en 2023 se han registrado 4.47 millones a octubre de 2023 (grafica 2.13).



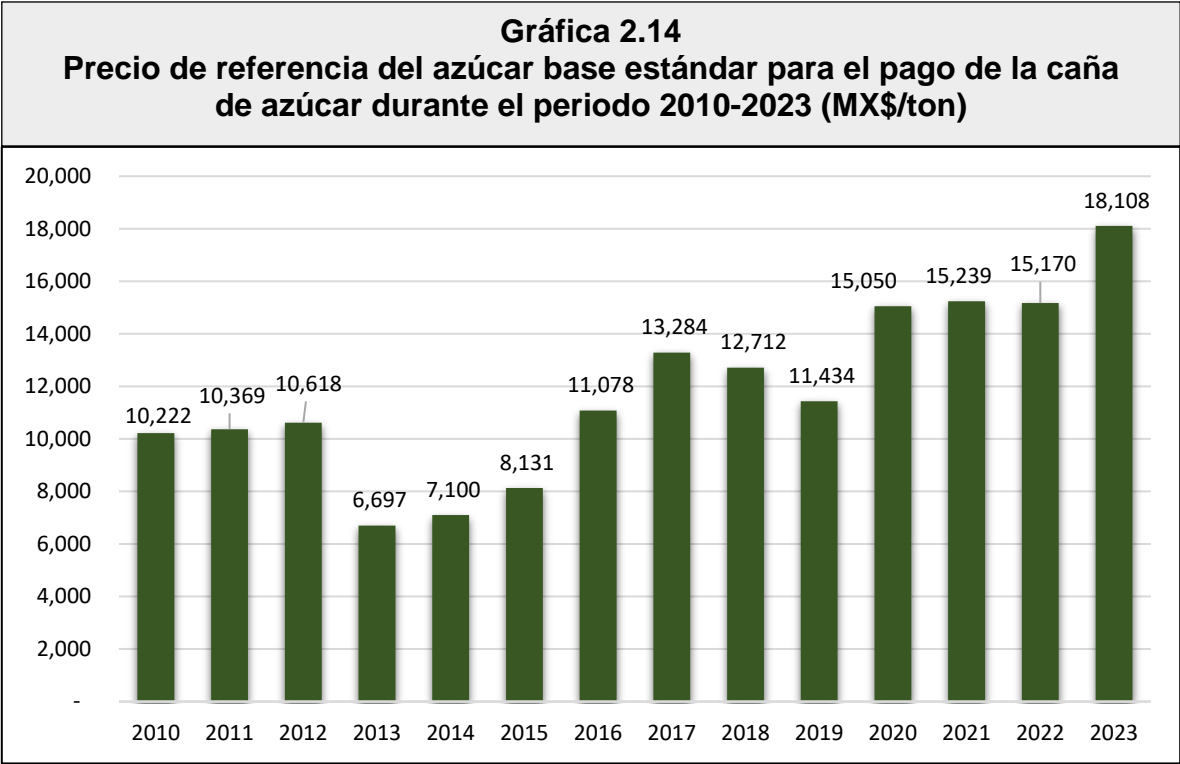
Fuente: Elaboración propia con datos de DIEES y CONADESUCA, 2022.

2.6.3 Precios

En México, el Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA), que es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, es la entidad responsable de determinar el precio de referencia para el pago de la caña. Esta estimación se basa en el balance azucarero de cada zafra, considerando tanto los precios nacionales como los internacionales, los cuales son monitoreados por el comité (DOF, 2005).

El precio de referencia del azúcar base estándar se calcula considerando tres elementos clave: el precio nacional, basado en los precios al mayoreo reportados por el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados SNIIM en 23 centrales de abasto; el precio al que se vende en el mercado estadounidense y a las empresas IMMEX, el cual se establece mediante el Contrato de Futuros 16 (C16); y el precio registrado por las ventas al resto del mundo, el cual se determina

a través del Contrato de Futuros 11 (C11). La ponderación del precio promedio mensual de cada uno de estos componentes, teniendo en cuenta el volumen destinado a cada mercado durante el ciclo azucarero según el Balance Nacional Azucarero, es lo que determina el precio de referencia del azúcar base estándar utilizado para el pago de la caña de azúcar (Chávez et al., 2022).



Fuente: Elaboración propia con datos de CONADESUCA, 2023.

De acuerdo con la gráfica 2.14 sobre el precio de referencia del azúcar a lo largo de los últimos 14 años, podemos observar algunas tendencias y variaciones en los niveles de precios. Entre 2010 y 2012, el precio se mantuvo relativamente estable, con fluctuaciones moderadas alrededor de los 10,000 pesos por tonelada. Sin embargo, en 2013 hubo una disminución significativa en el precio, cayendo a 6,697 pesos la tonelada. Posteriormente se recuperó poco a poco hasta llegar a 13,284 en 2017. En los dos años siguientes hubo nuevamente una ligera disminución, pero para 2020 el precio se recuperó alcanzando los 15,050 pesos por tonelada, manteniéndose en el rango de los 15,000 pesos hasta 2022. Y para 2023

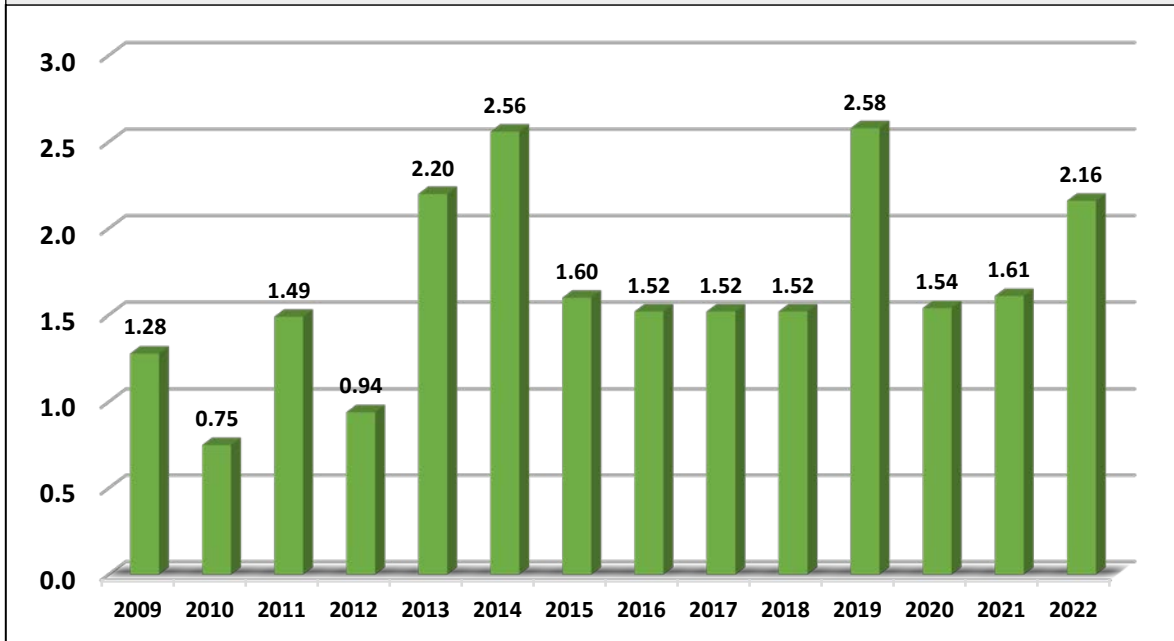
los datos preliminares reflejaron un aumento sustancial alcanzando los 18,108 pesos por tonelada (CONADESUCA, 2023a).

2.6.4 Comercio exterior

En el año 2021, México logró exportar azúcar en bruto por un importe de 623 millones de dólares, lo que lo postuló como el exportador número ocho de azúcar en bruto a nivel internacional. Durante ese mismo año, el azúcar en bruto se ubicó en el puesto número 111 entre los productos más exportados por México. Los principales lugares de destino de las exportaciones de azúcar en bruto mexicana fueron Estados Unidos con un valor de 566 millones de dólares, seguido por Marruecos con 15.4 millones de dólares, Canadá con 12.8 millones de dólares, Azerbaiyán con 9.78 millones de dólares y Trinidad y Tobago con 5.19 millones de dólares (OEC, 2023b).

En cuanto al volumen en toneladas, las exportaciones de azúcar mexicana reflejaron un promedio de 1.66 millones los últimos 15 años con altibajos a lo largo de este periodo. El año con menos exportaciones fue el 2010 con 0.75 millones de toneladas. Posteriormente se observó una gran recuperación los siguientes años alcanzando exportaciones de 2.56 millones de toneladas en 2014. Seguido de un periodo de estancamiento de cinco años con poco más 1.5 millones de toneladas exportadas. Después de ese periodo de estancamiento, las exportaciones de azúcar volvieron a repuntar alcanzando su nivel máximo en el año 2019 con 2.58 millones de toneladas. Seguido a este punto máximo, hubo una recaída en los años 2020 y 2021, cayendo a 1.54 millones de toneladas y 1.61 millones respectivamente. Ya para el año 2022 las exportaciones de azúcar se recuperaron superando de nuevo los 2 millones de toneladas llegando a 2.16 millones (gráfica 2.15).

Gráfica 2.15
Exportaciones de azúcar de México durante el periodo
2009-2022 en millones de toneladas



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA, 2023.

Por el lado de las importaciones, durante el año 2021, México realizó importaciones de azúcar en bruto por un valor de 31.1 millones de dólares, situándose como el 114º importador más grande de azúcar en bruto a nivel mundial. Dentro del mismo año, el azúcar en bruto ocupó el lugar número 688 entre los productos más importados por México. Las principales fuentes de importación de azúcar en bruto para México fueron Estados Unidos con un valor de 13.8 millones de dólares, seguido por Guatemala con 9.32 millones de dólares, Canadá con 5.28 millones de dólares, Brasil con 1.19 millones de dólares y El Salvador con 857 mil dólares (OEC, 2023b).

2.7 Proteccionismo del sector azucarero

El azúcar se considera un *commodity*, lo que significa que es un producto fundamental que ofrece pocas oportunidades de innovación para que las empresas se distingan entre sí. El método de producción del azúcar es bastante conocido y

las fábricas que lo producen suelen ser muy similares entre sí. Por lo tanto, la clave para que una empresa se destaque no es necesariamente las características del azúcar que ofrece, sino que principalmente depende del precio al que lo vende. En este sentido, la lucha por ofrecer precios más bajos debería ser intensa, especialmente considerando que la materia prima se puede conseguir en prácticamente cualquier parte del mundo. Además, dado que el sector no se caracteriza por su innovación, los países en vías de desarrollo, que cuentan con mano de obra más económica y frecuentemente con climas adecuados para el cultivo de caña, se encuentran en una posición favorable en esta dinámica (Ledoux-Ovies, 2022).

De este modo, el azúcar se puede considerar una especie de sector estratégico, integrado en las políticas públicas de múltiples naciones. Gran parte de su comercialización depende de acuerdos intergubernamentales más que de transacciones privadas. Por lo que la producción está fuertemente protegida para garantizar que los agricultores y las fábricas locales puedan cubrir sus costos y que la competencia externa no represente un riesgo. En la mayoría de los países, tanto desarrollados como en desarrollo, es común encontrar aranceles, precios garantizados para la producción y subvenciones en las industrias azucareras (Ledoux-Ovies, 2022).

En general, el mercado del azúcar es solo de importancia marginal, ya que solo alrededor del 30% de la producción mundial de azúcar se exporta y en casi todos los países el mercado interno del azúcar está protegido. Además, alrededor de un tercio de las exportaciones mundiales de azúcar se basa en acuerdos de preferencia o contratos a largo plazo. En consecuencia, solo alrededor del 20% de la producción mundial de azúcar se comercializa en condiciones de libre mercado (Zimmermann & Zeddies, 2002b).

Este proteccionismo del azúcar convierte a este mercado en uno de los más distorsionados por las políticas que lo regulan. Estas distorsiones provocan que los precios estén poco relacionados con los costos promedio de producción de los productores más eficientes (Issar, 2013).

Capítulo 3

Aspectos teóricos relacionados con las exportaciones

Dentro del marco teórico se revisan y analizan teorías que son válidas para el encuadre del estudio. Estas nos ayudan a orientarnos como ha de realizarse la investigación. El marco teórico tiene como finalidad ampliar la descripción del problema, integrar la teoría con la investigación y sus relaciones mutuas (Tamayo, 2004).

En este sentido, dentro de este capítulo se abordan diversas teorías relevantes relacionadas con nuestro tema de investigación, las cuales sustentan el estudio, proporcionando una visión general de los conceptos clave y las relaciones entre ellos. Se examinan investigaciones previas que han explorado aspectos similares o relacionados, así como los enfoques teóricos utilizados en dichas investigaciones. Este análisis permitirá establecer las bases teóricas necesarias para el desarrollo de la presente investigación y definir las preguntas de investigación que serán abordadas en los capítulos posteriores.

3.1 Teorías del comercio internacional

La teoría del comercio internacional se centra en el intercambio de bienes y examina por qué diferentes naciones buscan especializarse en el área productiva y la venta de distintos tipos de productos, tanto a nivel local como a nivel internacional. Desde una perspectiva macroeconómica, también es relevante entender por qué algunas economías, a pesar de fabricar los mismos bienes, están dispuestas a participar en el comercio exterior (De Gregorio, 2007).

A lo largo de la historia, el concepto y la actitud hacia la importación y exportación han cambiado. Durante la Edad Media, se prefería importar, ya que se creía que esto aumentaba la disponibilidad de bienes, mientras que las exportaciones la reducían. En ese período, el enfoque estaba en garantizar el abastecimiento para el consumo en el feudo. Más tarde, en la época mercantilista, se dio un giro en esta perspectiva, favoreciendo las exportaciones al máximo y limitando las importaciones. El objetivo era acumular metales preciosos a través de un saldo positivo en el comercio exterior. Sin embargo, en la era del librecambismo, se reconoció que tanto las exportaciones como las importaciones eran igualmente beneficiosas (Torres, 2005).

En la actualidad, se entiende que el comercio es una herramienta clave para el bienestar y el desarrollo económico, aunque las discrepancias persisten al definir qué productos y a qué precios deben ser importados o exportados (Torres, 2005).

A continuación, se muestran algunas de las principales teorías que explican las diferentes perspectivas sobre cómo y por qué se produce el comercio internacional y como ha venido evolucionando su dinámica.

3.1.1 Teoría de la ventaja absoluta

Entre los precursores del comercio internacional encontramos al economista escocés Adam Smith con su teoría de la ventaja absoluta. En concordancia con la postura de Smith un país exportaría (importaría) aquellos productos en los que

tuviera ventaja (desventaja) absoluta de costos, esto conllevaría a un crecimiento del desarrollo de los países y del mundo en general (Bajo, 1991).

El principio central de Adam Smith en el comercio internacional era que, en un escenario con dos países y dos productos, la especialización internacional y el comercio serían benéficos cuando cada uno de los países tuviera un producto en el que sea absolutamente más eficiente en su producción que el otro, es decir, cuando un país pueda producir una unidad de un producto utilizando menos trabajo que su socio comercial. De esta manera, las naciones importarán los productos en los que tenga una desventaja de costo absoluta y exportarán aquellos en los cuales tengan una ventaja de costo absoluta (Carbaugh, 2009).

La teoría de Smith desafió la noción mercantilista predominante en ese momento, que sostenía que la acumulación de riqueza de una nación se basaba en el superávit comercial y en la acumulación de metales preciosos. Para él el verdadero enriquecimiento de una nación radicaba en su capacidad para incrementar la fabricación y el consumo de bienes y servicios, y que el comercio internacional basado en la ventaja absoluta permitiría lograrlo (Appleyard & Field, 2014).

3.1.2 Teoría de la ventaja comparativa

La teoría de Smith era correcta pero solo abarcaba una pequeña parte de lo que es el comercio internacional. Sería David Ricardo quien posteriormente explicaría los aspectos más relevantes del comercio mundial con su teoría de la ventaja comparativa desarrollada en 1817. Dicha teoría, es un concepto fundamental en la economía internacional (Salvatore, 1998).

Ricardo explicaba que, aunque un país presentara una desventaja absoluta en la producción de ambos bienes en comparación con otro, aún era posible realizar un intercambio que beneficiara a ambas partes. El estado menos eficiente tendría que enfocarse en la producción y exportación del bien en el que su desventaja absoluta fuera menor, lo que representaba su ventaja comparativa. Por otra parte,

el país tendría que importar el bien en el que su desventaja absoluta fuera mayor, lo cual indica su desventaja comparativa en esa actividad (Salvatore, 1998).

Según la teoría de la ventaja comparativa, los países no necesitan ser los mejores en la elaboración de todos los bienes para triunfar en el comercio internacional. En cambio, se les aconseja enfocarse en aquellos productos en los que son más eficientes en comparación con otros países. Esto se debe a que, al aprovechar sus fortalezas relativas, los países pueden maximizar su producción y su bienestar económico (Ricardo, 1817).

La ventaja comparativa se basa en las desigualdades en la productividad y en los recursos disponibles entre los países. Cada nación tiene sus propias fortalezas y debilidades en términos de factores de producción, tecnología, habilidades y recursos naturales. Al enfocarse en la elaboración de bienes y servicios en los que tienen una ventaja comparativa, los países pueden conseguir una mayor eficiencia en la asignación de recursos y, por lo tanto, alcanzar un mayor nivel de producción (Ricardo, 1817).

La teoría de la ventaja comparativa sustenta que el intercambio internacional es benéfico para todos los países involucrados. A través del comercio, los países pueden obtener acceso a una variedad más amplia de bienes y servicios con menores precios, lo que aumenta el bienestar económico de sus ciudadanos. Al intercambiar los bienes en los que son más eficientes por aquellos en los que son menos eficientes, los países pueden aprovechar las ventajas comparativas de cada uno y aumentar su producción total (Carbaugh, 2009).

Es importante destacar que dicha teoría de la ventaja comparativa no implica que los países deban depender exclusivamente de la producción de un solo bien o servicio. En cambio, sugiere que los países deben enfocarse en los sectores en los que tienen una ventaja comparativa, mientras que aún pueden importar otros productos de países que son más eficientes en su producción.

3.1.3 Teoría de la demanda recíproca

Por su parte, John Stuart Mill, en su teoría sobre el intercambio de mercancías, introduce la utilidad del capital como un factor clave para determinar el valor de cambio de los productos, junto con su costo de producción. Considera el utilitarismo como una tendencia que prioriza la utilidad sobre cualquier otra característica o aspecto de los bienes. En sus análisis sobre el comercio internacional, aplica esta corriente ética que sostiene que lo útil es bueno, estableciendo que el valor de una acción se determina por la efectividad de sus resultados. A partir de estas ideas, Mill explica el intercambio internacional, señalando que, a mayor inversión y producción de un tipo de trabajo, más fuerte será la relación real de intercambio, influenciada por la demanda en cada país por los productos del otro. Esto, a su vez, fomenta una relación de libre intercambio entre naciones (Casanova & Zuaznábar, 2018).

Otro aspecto relevante en la obra de Mill es la necesidad de lograr un equilibrio entre las exportaciones e importaciones de cada país. A su juicio, las ganancias del comercio internacional dependen de la demanda mutua entre los territorios que intercambian bienes, lo que permite ajustes automáticos en el comercio. Así, el valor de una mercancía se ajusta de forma natural, equilibrando la oferta y la demanda de manera tendencial. Mill define la demanda recíproca como el factor esencial que define el punto exacto de la relación de intercambio, tanto a nivel nacional como a nivel internacional. Por lo que, estudia las proporciones cuantitativas en las que las mercancías se intercambian en los mercados extranjeros, conceptos que también se conocen como la Teoría de los Valores Internacionales (TVI) (Casanova & Zuaznábar, 2018).

3.1.4 Alfred Marshall

Alfred Marshall en su libro "Principios de Economía" abarca diversos aspectos de la economía, pero se centra en gran parte en el análisis del mercado y la formación de precios. Marshall fue uno de los principales economistas que desarrollaron la teoría

de la oferta y la demanda de manera sistemática. Esta teoría es un concepto muy importante en la economía y se considera uno de los soportes de la teoría económica neoclásica. Marshall enfatizó la relación entre la demanda de los consumidores y la oferta de los productores como determinantes clave de las cantidades intercambiadas y los precios en un mercado (Marshall, 1961).

Según la teoría de Marshall, la demanda se refiere a la cantidad determinada de un bien o servicio que los consumidores están decididos y que son capaces de comprar con diferentes precios. La demanda está definida por distintos factores, como el precio del bien en sí, la renta de los consumidores, los precios de bienes relacionados, los gustos y preferencias, y otros elementos socioeconómicos. Por otro lado, la oferta se refiere a la cantidad determinada de un bien o servicio que los productores están dispuestos y son capaces de ofrecer en el mercado a distintos precios. La oferta también es influenciada por varios factores, como el costo de producción, la existencia de recursos, la tecnología, los impuestos y la normativa gubernamental, entre otros (Marshall, 1961).

También desarrolló el concepto de elasticidad, que mide que tan sensible es la demanda o la oferta ante fluctuaciones en los precios. La elasticidad precio de la demanda y la elasticidad ingreso de la demanda son herramientas sumamente utilizadas para entender cómo reaccionan los consumidores ante los cambios en los precios y los ingresos (Marshall, 1961).

La producción y los precios de una economía son el resultado de la dinámica entre la oferta y la demanda agregada. Los cambios en la oferta agregada se dan cuando aumenta la producción interna y las importaciones, sin que esto cambie el nivel general de precios. Por su parte, la demanda agregada cambia cuando hay variaciones en el nivel general de precios.

Cuando el nivel de los precios se eleva, los productos nacionales se vuelven más costosos en comparación con los importados (asumiendo que los precios en otros países se mantienen estables). Esto provoca un incremento en las importaciones. Al mismo tiempo, otros países pueden reducir sus compras de

bienes de ese país, lo que lleva a una baja en sus exportaciones. En cambio, si el nivel general de precios baja, la cantidad demandada suele incrementar y las exportaciones también crecen, ya que los precios locales se vuelven relativamente más asequibles (Graue, 2014).

3.1.5 Modelo de Heckscher - Ohlin

La percepción de que el comercio internacional está basado primordialmente por las diferencias de recursos entre los países es una de las teorías más destacadas en la economía global. Esta teoría, propuesta por los economistas suecos Eli Heckscher y Bertil Ohlin, es conocida comúnmente como teoría Heckscher-Ohlin. Al enfatizar la relación entre las proporciones de los diversos factores disponibles en distintos países y cómo se utilizan para generar diferentes bienes, también se le conoce como teoría de las proporciones factoriales (Krugman & Obstfeld, 2006).

Este modelo de Heckscher-Ohlin se desarrolló como una propuesta alternativa al modelo de la ventaja comparativa de David Ricardo en 1817. Según Ricardo, los países se enfocan en la generación de bienes para los cuales tienen costos relativos más bajos. En contraste, el modelo Heckscher-Ohlin, introducido en 1919, integra el mecanismo de precios de la teoría neoclásica dentro del contexto del comercio global. Esta teoría sostiene que la ventaja comparativa no se explica únicamente por los costos de producción, sino que está determinada por las diferencias en las condiciones de oferta entre países. En particular, enfatiza la importancia de las dotaciones de factores, como el trabajo y el capital, considerados como los determinantes principales de la ventaja comparativa dentro del comercio internacional (Heinz, 2022).

El modelo establece que, al considerar dos países y dos factores de producción (el capital y el trabajo) el país que cuente con una mayor disposición relativa de uno de estos factores poseerá una ventaja comparativa en la producción de los bienes que requieren una mayor cantidad de dicho factor. Esto significa que cada país se especializará en la exportación de los bienes que son intensivos en el

factor que posee en abundancia, ya que su costo de producción será más bajo en comparación con otros países. En consecuencia, cada nación buscará importar aquellos bienes cuya producción demanda intensivamente el factor que tiene en menor cantidad, dado que la producción de estos bienes será más costosa en su propio territorio. Así, el comercio internacional se establece como un mecanismo para optimizar la utilización de los recursos de que dispone cada país, permitiendo que cada uno se enfoque en aquello que produce de manera más eficiente. (Appleyard & Field, 2014).

La teoría del comercio basada en las proporciones factoriales, al ser una de las teorías más importantes en el campo de la economía internacional, ha sido sometida a numerosos análisis empíricos. Un ejemplo notable es el estudio realizado en 1953 por el economista Wassily Leontief, quien aplicó esta teoría al caso de Estados Unidos. Dado que Estados Unidos se clasificaba como un país con una alta relación entre capital y trabajo, se podría suponer que debería exportar bienes intensivos en capital e importar aquellos que requieren más trabajo. Sin embargo, para sorpresa de muchos, esto no se reflejó en la realidad durante los veinticinco años siguientes a la Segunda Guerra Mundial. Leontief encontró que las exportaciones de Estados Unidos eran, de hecho, menos intensivas en capital que sus importaciones. Este hallazgo es conocido como la paradoja de Leontief y se considera una de las evidencias más significativas en contra de la teoría de las proporciones factoriales (Krugman & Obstfeld, 2006).

3.1.6 Teoría de Linder

La hipótesis formulada por el economista Staffan Burenstam Linder en 1961 como una respuesta a la paradoja de Leontief, ofrece una teoría del comercio que se basa en la demanda y la similitud de las industrias en lugar de las dotaciones de factores. La hipótesis de Linder es una teoría económica que ofrece una explicación sobre los patrones del comercio internacional. De acuerdo con esta hipótesis, existe una relación directa entre las similitudes en las estructuras de demanda de los países y el número de comercio que se realiza entre ellos. En otras palabras, cuanto más

parecidas sean las preferencias de consumo de dos países, es más probable que intercambien bienes y servicios entre sí (Arnon & Weinblatt, 1998).

Además, la hipótesis de Linder establece que el comercio internacional tiende a ocurrir entre dos países que comparten preferencias similares y que también tienen dotaciones de factores productivos idénticas. Esto se basa en el concepto de especialización, donde cada país se enfoca en la generación de bienes en los que cuenta con una ventaja comparativa, o sea, en los que es más eficiente. Al especializarse en la producción de bienes diferenciados, las dos naciones pueden beneficiarse mutuamente al intercambiar estos productos (Arnon & Weinblatt, 1998).

3.1.7 Economías de escala

Krugman basó parte de su investigación en el concepto de economías de escala. Este principio sostiene que, al aumentar el volumen de producción, se logran reducir los costos, lo que a su vez facilita el ofrecimiento de productos y beneficia a los consumidores. La teoría fundamental de los rendimientos crecientes a escala sugiere que un país logra establecer una industria que aproveche estas economías a escala, produciendo bienes en grandes cantidades a un costo unitario promedio reducido. Posteriormente, este país puede intercambiar esos productos de bajo costo con otras naciones (Carbaugh, 2009).

Uno de los argumentos centrales de la teoría de Krugman (1980) es que el comercio se origina en las economías de escala, en lugar de depender de las dotaciones de factores o la tecnología. Krugman también incorpora la teoría de Linder, sugiriendo que cada país se convertirá en exportador neto en aquellas industrias donde tenga una mayor demanda, es decir, en las que cuente con un mercado más amplio. Si ambos países presentan una composición de demanda similar, el país más grande será el que exporte netamente los productos que requieren economías de escala.

3.1.8 Resumen crítico

Las teorías del comercio internacional proporcionan marcos conceptuales para comprender la dinámica del comercio internacional y las estrategias de exportación, las cuales siguen siendo relevantes en el estudio económico hasta el día de hoy.

Las teorías de la ventaja absoluta, la ventaja comparativa, la elasticidad precio de la demanda y las economías de escala nos ayudan a fundamentar por qué la variable tipo de cambio es un determinante para incentivar las exportaciones, puesto que al especializarse en bienes en los que se tiene una producción más eficiente y un mejor costo de oportunidad, así como una producción en masa, permite obtener un precio más atractivo para los importadores, lo que aumenta las exportaciones.

La variable PIB se incluye como explicativa con base en las teorías de elasticidad precio de la demanda, dotación de factores y las economías de escala, ya que a mayor PIB mayor capacidad de demanda, incentivando las exportaciones

Las teorías de la ventaja comparativa, la dotación de factores y las economías de escala nos pueden ayudar a explicar como la variable rendimiento es determinante de las exportaciones. Al producir bienes en los cuales se utilizan factores con los que se cuenta mayormente, esto potencializa el rendimiento de dichos factores, lo que conlleva a la obtención de grandes producciones con mejores costos de oportunidad. Esto ayuda a aumentar los niveles de comercialización en el mercado internacional.

Las teorías de Stuart Mill y Linder, así como todas las demás teorías, dan fundamento de por qué se produce el comercio entre países. Al considerar todas estas teorías, la investigación puede obtener un enfoque más sólido y fundamentado para comprender los determinantes y las implicaciones de las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial.

Capítulo 4

Industria azucarera: estudios de caso

Este capítulo se centra en el análisis de estudios de diversos casos que ilustran las dinámicas y desafíos enfrentados por los países exportadores de azúcar. A través de ejemplos concretos se examinan los elementos que logran influir en el mercado internacional de este *commodity* y de igual forma se visualiza las metodologías implementadas por otros investigadores.

Al adentrarse en estas dimensiones, el objetivo es establecer un fundamento sólido para la selección de variables que se utilizarán en esta investigación.

4.1 Estudios de caso

Las exportaciones de azúcar a nivel mundial desempeñan un papel significativo en la economía global y son objeto de interés en múltiples campos de estudio. El comercio internacional de azúcar ha experimentado cambios dinámicos en las últimas décadas debido a factores como la creciente demanda global, los desarrollos tecnológicos en la producción y el procesamiento, así como las políticas comerciales y agrícolas implementadas por los países productores y consumidores.

Este marco referencial tiene como objetivo comprender y analizar factores, patrones y tendencias que influyen en las exportaciones de azúcar a nivel mundial. Se explorarán diversos enfoques teóricos y estudios previos relacionados con el comercio internacional, la economía agrícola, la política comercial y la seguridad alimentaria para contextualizar y fundamentar esta investigación. Mediante este análisis exhaustivo del contexto y los factores que rodean las exportaciones de azúcar a nivel mundial, esta investigación busca proporcionar una sólida base para comprender y evaluar los desafíos y oportunidades asociados con este importante sector económico y su impacto en la economía global.

El mercado del azúcar es uno de los mercados más protegidos para los productos agrícolas en todo el mundo. En la gran mayoría de los países productores de azúcar, el mercado está regulado de alguna manera. Basándose en estudios empíricos, Zimmermann y Zeddies (2002) analizan la competitividad de la producción de azúcar en los países productores más importantes, incluyendo todo el proceso de producción desde la producción de remolacha o caña en el campo hasta el procesamiento del azúcar en la fábrica. De los países incluidos en este estudio, Brasil, Australia, Tailandia y en parte Sudáfrica podrían producir azúcar en las condiciones del mercado mundial. Mientras que Brasil y Australia se benefician de factores naturales, económicos y políticos favorables, en Alemania predominan los altos costos de oportunidad, así como los altos estándares ambientales y sociales, como ventajas de una alta eficiencia en la industria azucarera. En Estados Unidos, las condiciones climáticas parcialmente desventajosas, junto con los altos costos de oportunidad, son responsables de la insuficiente competitividad

internacional de la producción azucarera. La baja productividad en Tailandia y Sudáfrica se ve compensada por los bajos salarios, así como por estándares ambientales y sociales comparativamente bajos. Sin regulaciones ambientales y sociales estandarizadas, una liberalización del mercado mundial obligaría a trasladar la producción azucarera de las zonas de remolacha a las de caña con condiciones naturales, económicas y políticas favorables.

El estudio de investigación de Arora y Kumar (2011) se enfoca en el análisis de la importancia del crecimiento de la industria del azúcar de la India en el desarrollo económico general del país. Para este estudio aplicaron un análisis de cointegración de datos de panel utilizando datos de los 12 principales estados productores de azúcar durante el período 1974/75 a 2004/05. El análisis empírico muestra que el aumento de la industria azucarera contribuye significativamente al crecimiento económico de los estados evaluados. Además, el estudio de los factores que incentivan el crecimiento de la producción en la industria azucarera de la India revela que, debido a la alta elasticidad de los insumos en la producción de azúcar, el LNIGIN (índice de crecimiento de los insumos) es la variable más importante para acelerar el crecimiento de la industria azucarera india. Así mismo, excepto por el LNPEIN (índice de cambio de eficiencia gerencial), todas las demás variables, como el LNSEIN (índice de cambio de eficiencia de escala), LNPTIN y LNIBIN (índices de progreso técnico neutrales y no neutrales de Hicks, respectivamente) contribuyente de manera positiva y significativa al crecimiento de la industria azucarera.

El artículo de Aguilar et al. (2011) analiza algunos indicadores de competitividad económica y técnica en la industria azucarera de México, utilizando métodos como el benchmarking y el diamante de Porter. En México la industria azucarera abarca desde actividades agrícolas como el cultivo, la recolección y el traslado de la caña, hasta la fabricación de azúcar estándar y refinada, así como otros productos y subproductos. Para poder contender en un entorno internacional, es de suma importancia definir estándares de desempeño que permitan disminuir los costos de producción en aspectos como competitividad técnica, productividad y

eficiencia, considerando rendimientos de caña y agroindustriales por hectárea y en las fábricas. Este estudio señala que existen numerosos factores técnicos y económicos que restringen el crecimiento, ya que la industria azucarera mexicana no ha conseguido ser competitiva y es necesario innovar y mejorar en la disminución de costos, especialmente en lo que respecta a la materia prima, la recolección y traslado. Además, diversificar los subproductos, como remanentes de cosecha, melaza, bagazo, entre otros, es una fundamental fuente renovable de energía y materias primas.

Otro estudio realizado por Mwinuka y Mlay (2015) sobre los determinantes y desempeño de las exportaciones de azúcar en Tanzania en el periodo de 1977 a 2013, implementó un modelo de regresión multivariado para la estimación de la función de oferta, utilizando como variables el precio, la cantidad de producción, el IPC, el PIB y el tipo de cambio. El resultado obtenido a través del análisis indica que, durante un lapso de 35 años, las tasas de crecimiento anual de la producción y el consumo de azúcar en Tanzania fueron del 3% y el 7%, respectivamente. Desde entonces, las fábricas nacionales han mostrado una eficiencia productiva por debajo del 60%, lo que indica que todavía existe un margen considerable para aumentar la producción y, en consecuencia, las exportaciones. Por lo tanto, se mostró una relación positiva significativa del precio de exportación del azúcar con la oferta de exportaciones, mientras que se encontró una relación negativa entre el índice de precios al consumidor y la oferta de exportaciones de azúcar.

Shaikh et al. (2015) estimaron la elasticidad del precio, el impacto de las variaciones en los precios y la demanda de azúcar en Pakistán, utilizando datos de series de tiempo de 1990 a 2013 tomados de diversas fuentes secundarias. Para obtener el grado de integración de orden, aplicaron pruebas de raíz unitaria a través de la prueba de Dickey-Fuller aumentada (ADF). En el modelo de regresión, se utilizó el consumo de azúcar como variable dependiente, incluyendo los precios y los shocks de precios como variables explicativas. La investigación reveló que la intervención política y las irregularidades gubernamentales fueron factores responsables de los significativos shocks de precios. Además, encontraron que los

precios en la industria azucarera no eran estables, sino que mostraban una tendencia ascendente continua. Por último, se concluye que la industria azucarera en Pakistán opera en un entorno de monopolio.

Hamulczuk y Szajner (2015) destacan el mercado azucarero de la Unión Europea (EU) resaltando su carácter altamente regulado, que incluye cuotas de producción y regulaciones sobre el comercio exterior. Abordan la concentración de los distintos procesos de la cadena de comercialización, lo que puede dar lugar a prácticas monopolísticas debido a la fuerte protección del mercado. Su estudio evaluó empíricamente los cambios en los precios del azúcar en Polonia y analizó sus determinantes. Para ello, utilizaron un análisis de series temporales basado en precios mensuales del azúcar en Polonia, la UE y en los precios mundiales en el periodo de 2000 a 2014. Los hallazgos indicaron que los precios y la producción de azúcar en Polonia y la UE están significativamente influenciados por el sistema regulatorio del mercado. Además, sugieren que las reformas del mercado del azúcar han tenido un impacto limitado en la interrelación de los precios de la UE y los precios globales. Finalmente, su investigación indica que los precios al por menor y al por mayor están fuertemente interconectados y que estas relaciones podrían no ser lineales, lo que indica una complejidad en la dinámica de precios del azúcar.

Mediante el uso de la ventaja comercial relativa como la noción del diamante nacional de Porter, Ndlangamandla et al. analizaron la ventaja comparativa de la industria azucarera en el mercado global, con el objeto de definir los factores que aportan y restringen la competitividad de la industria azucarera de Swaziland. El enfoque de ventaja comercial relativa (RTA) creado por Balassa se aplicó para establecer la ventaja comparativa mundial de la industria del azúcar de Swaziland. La investigación determinó que la industria del azúcar de Swaziland poseía una superioridad comparativa considerable en el mercado mundial en cuanto a la producción de azúcar. Los hallazgos del modelo de regresión señalaron que los precios en el mercado global del azúcar, el tipo de cambio y los precios de exportación ejercían un impacto considerable en las tasas de ventaja comercial relativa de Swaziland. El análisis del modelo *National Diamond* de Porter (1990)

reveló que los elementos que mejoran la competitividad de la industria del azúcar incluyen la remuneración de la gerencia, el enfoque empresarial hacia el capital humano, las relaciones y la generación de redes, el servicio de telecomunicaciones e Internet, la disponibilidad de crédito y la disponibilidad de mano de obra no calificada, así como la creación de productos de alta calidad. Los factores que tienen un efecto limitante importante en la competitividad fueron el pequeño tamaño del mercado local, el costo de financiación de las empresas, el costo del transporte, el costo de suministro de insumos, la efectividad del sector público en la prestación de servicios y los tipos de cambio. Por lo tanto, el gobierno, en consulta con los representantes de la industria, debe considerar el desarrollo e implementación de una política industrial (Ndlangamandla et al., 2016).

En el estudio hecho por Dlamini et al. (2016) se analiza los determinantes de las exportaciones de azúcar de Swaziland por medio de un modelo gravitacional del periodo 2001 al 2013 utilizando como variables explicativas el PIB, el tipo de cambio, la distancia geográfica, la superficie terrestre, la apertura comercial, población del importador, también se implementaron modelos ficticios de idioma, COMESA y la EU. Los hallazgos indicaron que el PIB de Swaziland, el PIB del país importador, el área territorial del país importador y el uso de un idioma oficial común impactaron de forma positiva y significativa sobre las exportaciones de azúcar de Suaziland. Además, el estudio reveló que la formación de los bloques comerciales COMESA (Mercado Común del África Oriental y Meridional) y la Unión Europea (UE) tuvieron efectos positivos significativos en las exportaciones de azúcar de Swaziland. Lo que implica que estos factores han contribuido al crecimiento de los flujos comerciales del azúcar durante el periodo estudiado. Por otro lado, la cantidad de población en los países importadores, el grado de apertura de Swaziland y la distancia entre Swaziland y las capitales de sus socios comerciales tuvieron un impacto negativo y significativo en los flujos de exportación de azúcar desde Swaziland. Se sugiere que se promuevan políticas que impulsen un crecimiento excepcional en la economía de Swaziland y de los países importadores, lo cual tendría efectos positivos en el PIB tanto de Swaziland como de los importadores.

Las estimaciones de la demanda de exportaciones son cruciales para realizar pronósticos, planificar y formular políticas de exportación que mejoren el desempeño del subsector del azúcar en Swaziland. Maziya et al. (2016) en su estudio analizaron los determinantes de la demanda de exportación de azúcar de Swaziland y evaluaron el impacto de la reforma de la UE en dicha demanda. Utilizaron un modelo de datos panel con datos anuales de series de tiempo del período 1997 a 2012, empleando la metodología de efectos fijos LSDV. El resultado señala que el precio de exportación, el PIB de los países importadores y la reforma de la UE son determinantes importantes de la demanda de exportación de azúcar. El estudio también midió las elasticidades de las variables explicativas de la demanda de exportación de azúcar de Swaziland, encontrando que el precio de exportación, el ingreso extranjero, los precios al productor y el tipo de cambio real eran inelásticos, con elasticidades de 0.35289, 0.00168, 0.04256 y 0.28572, respectivamente, para todos los mercados (SACU, UE, EE.UU. y COMESA) combinados. En los mercados individuales, las variables explicativas resultaron altamente elásticas. Por lo que se recomendó el aprovechamiento de la reforma de la EU e invertir más en la producción de azúcar.

El análisis de Murali y Prathap (2016) calcula la eficacia técnica de las plantaciones de caña de azúcar en tres zonas agroclimáticas distintas de Tamil Nadu, un estado constituyente de la India, con la mayor producción de caña. La investigación se llevó a cabo utilizando datos de encuestas recolectados de una muestra aleatoria de 198 viviendas agrícolas durante el periodo 2011-2013. Se implementó una función estocástica de producción de frontera para evaluar la eficacia técnica de las granjas individuales, y se empleó el método de clasificación de Garrett para el estudio de las restricciones. Se descubrió que el promedio de eficiencia técnica en la producción de caña de azúcar era del 88, 80, 78 y 82% en las regiones occidental, delta del Cauvery y Nordeste. La eficiencia técnica ha señalado que el rendimiento de la caña de azúcar podría incrementarse hasta un 20 y un 23% respectivamente, a través de mejores prácticas de gestión del cultivo.

El sector azucarero en la India se enfrenta a una serie de controles de precios y otras regulaciones que distorsionan la formación de precios y representan un obstáculo para el desarrollo futuro del sector. En su artículo Malaiarasana et al., (2019) examinan cómo las intervenciones políticas y los avances tecnológicos afectan los precios del azúcar. Para ello, utilizaron un modelo denominado autorregresivo de rezago distribuido (ARDL), que estima la relación a largo plazo del precio del azúcar y sus determinantes. Sus hallazgos indican que, en el largo plazo, el precio del azúcar está influenciado de manera significativa por varios factores, entre los cuales se encuentran la tasa de recuperación, las existencias iniciales del producto, el precio del azúcar en sí y el ingreso per cápita de la población. Esto sugiere que las condiciones económicas y de mercado tienen un rol importante en el establecimiento del precio del azúcar a lo largo del tiempo. Además, el estudio revela que el 86% de las variaciones en el corto plazo del precio del azúcar tienden a corregirse en un período de un año. Esto implica que, aunque puede haber variaciones en el precio debido a factores temporales, la mayor parte de estas perturbaciones se ajustan rápidamente, lo que refleja una cierta estabilidad en el mercado del azúcar a mediano y largo plazo.

Fuller y Kennedy realizaron un análisis sobre qué factores influyeron en el comercio del azúcar de Estados Unidos por el periodo de 1986 a 2013. Para este análisis se implementó el modelo gravitacional tradicional adaptándolo para un solo producto. Las variables utilizadas fueron acuerdos comerciales, importaciones, simsize, dotación, producción doméstica, rendimiento de azúcar, producción mundial y distancia. La estimación del modelo se realiza utilizando datos de panel que abarcan Estados Unidos y 13 países del hemisferio occidental. Se seleccionaron variables adicionales para ampliar el modelo de gravedad estándar con el objetivo de identificar y capturar como influyen de los costos de transacción y la productividad en la industria azucarera. El análisis arrojó los siguientes resultados. La distancia no arrojó el efecto esperado y no resultó estadísticamente significativa, lo cual indica que la distancia no es relevante en la asignación del contingente arancelario (Fuller & Kennedy, 2019).

El rendimiento, que se esperaba que aumentara la capacidad exportadora, no demostró ser significativo, lo que sugiere que estos factores no son importantes en la cantidad exportada a los Estados Unidos. Los acuerdos comerciales resultaron significativos y positivos, así como el Endow, lo que indica una estructura comercial interindustrial que comúnmente se atribuye a la ventaja comparativa. La producción doméstica presentó un efecto positivo y significativo. Aunque este factor no permite una comparación directa con la producción de azúcar en los Estados Unidos, el hecho de que esta variable muestre un signo positivo y una significancia estadística, junto con la falta de significancia estadística para el rendimiento, respalda la idea de que los Estados Unidos tienden a importar azúcar de los principales países productores, en lugar de basarse en aquellos con mayores rendimientos o niveles de eficiencia (Fuller & Kennedy, 2019).

Por su parte Sharma (2019) analizó la conexión entre el riesgo cambiario y las exportaciones en términos de productos básicos de la India, incluida el azúcar. Para este estudio, se emplearon datos mensuales de panel desagregados que cubren aproximadamente 100 productos, representando todos los segmentos de productos, durante el lapso comprendido entre diciembre de 2012 y noviembre de 2017. Para evaluar la variabilidad en el tipo de cambio, el autor implementó el tipo de cambio real y nominal, para pronosticar dicha variabilidad a través de modelos fundamentados en la heterocedasticidad condicional autorregresiva, como son el estimador grupo de medias agrupadas, el grupo de medias y el estimador de efectos comunes correlacionados grupo de medias aumentadas. El estudio empírico señaló que las variaciones en el tipo de cambio generan impactos adversos tanto a corto como a largo plazo en las exportaciones. Concretamente, en el largo plazo, la variación del tipo de cambio real y nominal impacta de manera considerable en el rendimiento exportador, siendo los impactos de la incertidumbre del tipo de cambio nominal más graves e intensos. A corto plazo, las exportaciones de la India son afectadas negativamente por la incertidumbre del tipo de cambio nominal; no obstante, este impacto a corto plazo es notablemente inferior al del largo plazo, lo que sugiere que el riesgo cambiario a corto plazo puede ser mitigado, al menos

parcialmente, a través de instrumentos financieros, mientras que la incertidumbre a largo plazo resulta más complicada y costosa de garantizar.

Otro artículo revisado es el de Sheetal et al. (2020) el cual proporciona una visión general sobre los patrones de competitividad de 15 países exportadores de azúcar, comparando sus niveles de competitividad y concentración durante el periodo de 2001-2018, con un enfoque particular en la India. El artículo adopta un enfoque de revisión para explicar las estructuras de las principales economías productoras de azúcar, considerando tanto las perspectivas protegidas como las no protegidas. Posteriormente, se realiza una investigación empírica para evaluar el grado de competitividad del azúcar utilizando el enfoque de la ventaja comparativa revelada (RCA) y el índice de Hirschman-Herfindahl. El estudio identificó cambios estructurales en el azúcar de caña y de remolacha, así como en la melaza, durante el periodo de 2006 a 2015. Los resultados también confirmaron que, a pesar de las estrictas regulaciones en la Unión Europea y en países como Estados Unidos, Guatemala, México, Tailandia, China e India, la ventaja comparativa se mantiene alta en hasta siete y nueve categorías de azúcar. En contraste, aunque las regulaciones son más laxas en Colombia, Brasil y Canadá, la ventaja comparativa solo es estable en dos o tres categorías de azúcar.

El estudio de Valdivia et al. analiza la eficiencia y retornos de escala de los ingenios azucareros de México durante la zafra 2010-2011. Para este estudio se implementó un modelo de análisis de datos envolventes (DEA), para lo cual se tomó en cuenta la azúcar producida por hectárea, la cachaza, la energía total consumida, los vehículos de acarreo, la caña molida neta, los cortadores, el frente de corte y el tiempo de zafra perdido. Los resultados mostraron que hubo 23 ingenios que trabajaron con su escala óptima, 9 ingenios mostraron eficiencia total, pero con ineficiencia tanto pura como de escala, y un tercer grupo trabajó con ineficiencia total, ineficiencia pura e ineficiencia de escala. Sobre los rendimientos a escala, la DEA reveló que 23 ingenios realizaron operaciones con rendimientos constantes a escala, 29 ingenios mostraron rendimientos crecientes a escala y solamente dos ingenios presentaron rendimientos decrecientes a escala. Lo que quiere decir que

los 29 ingenios que presentaron rendimientos crecientes a escala aún pueden mejorar su rendimiento si aumentan su tamaño. Al incrementar su dimensión, tanto la producción como la productividad de los factores aumentarían de forma más que proporcional (Valdivia et al., 2022).

En Brasil la industria azucarera y alcohólica es un sector clave, siendo este uno de los primordiales propulsores de su desarrollo económico. Debido a su importancia, Gomes y Machado (2022) encontraron fundamental investigar los índices de eficiencia de la producción de caña de azúcar en Brasil para adaptar estrategias y optimizar procesos. En este análisis se realizó un comparativo de los niveles de eficiencia técnica y de escala entre los estados que producen la caña de azúcar en Brasil, utilizando el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Se implementó un enfoque cuantitativo que incluyó a 19 estados brasileños. Las variables analizadas abarcaron el área cultivada, el área cosechada y la cantidad de caña recolectada, desglosadas por región, para la cosecha 2020/21. Al emplear los modelos clásicos CCR y BCC, que consideran rendimientos constantes y variables de escala, estos indicaron la necesidad de ajustar las prácticas de producción para que las unidades de decisión (DMU) ineficientes pudieran mejorar su eficiencia.

Los diferentes casos de estudio analizados se enfocan en las diversas problemáticas que rodean el mercado del sector azucarero, utilizando distintas metodologías y temporalidades, así como diversos universos de estudio. El trabajo que más se asemeja o que más se relaciona con esta investigación es el trabajo de Maziya et al. (2016), que al igual que en nuestro análisis implementa un modelo de datos de panel y se utiliza como variables explicativas de las exportaciones de azúcar el tipo de cambio y el PIB.

Capítulo 5

El modelo econométrico

Dentro de este capítulo se describe la metodología implementada para lograr los objetivos planteados en la presente investigación. Para lo cual se realizó un análisis por medio de un modelo de datos de panel para evaluar cuáles fueron los determinantes de las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial en el periodo 1990-2022.

La implementación de este tipo de metodologías brinda importantes ventajas para analizar estadísticamente la información obtenida de las diferentes bases de datos utilizadas y esto lo convierte en una opción muy viable y robusta para esta investigación.

Inicialmente se presenta la parte teórica empezando por definir que es la econometría para después centrarnos en la metodología específica para este estudio, que en este caso son los datos de panel.

5.1 Econometría

El objetivo fundamental de la econometría es proporcionar evidencia empírica a las relaciones y fenómenos económicos. Para lograr esto, la econometría se sustenta en tres elementos clave: la teoría económica, los datos económicos y los métodos estadísticos (Baltagi, 2010).

De acuerdo a lo anterior podemos decir que la econometría puede conceptualizarse como la aplicación de herramientas estadísticas y modelos matemáticos para el análisis de la información económica, con el propósito de sustentar empíricamente las teorías económicas y verificar hipótesis sobre el comportamiento de los fenómenos económicos (Maddala, 1992).

También esta se puede definir como una ciencia social que integra la teoría económica, las matemáticas y la estadística para el análisis cuantitativo riguroso de la realidad económica (Gujarati & Porter, 2010).

La econometría se emplea en la economía aplicada a través de la construcción de modelos económicos formales, los cuales constan de ecuaciones matemáticas que describen diversas relaciones. Estos se utilizan cuando se desea dar validez una teoría económica o cuando se piensa en una relación relevante para la toma de decisiones empresariales o el análisis de políticas (Wooldridge, 2010).

Los modelos econométricos podrían clasificarse de dos formas: uniecuacionales y multiecuacionales. Los modelos uniecuacionales se centran en la estimación de una única ecuación, lo que significa que analizan una sola relación entre variables. Por otro lado, los modelos multiecuacionales consisten en múltiples ecuaciones, generalmente más de dos, que están interconectadas y pueden influirse mutuamente. Esta distinción es importante, ya que los modelos multiecuacionales permiten capturar la complejidad de las interacciones entre diferentes variables, mientras que los uniecuacionales son más simples y se enfocan en una relación particular (Quintana & Mendoza, 2016).

En un análisis empírico, se emplean datos para probar teorías o estimar relaciones. Las bases de datos económicas pueden clasificarse en diferentes

categorías. A continuación, se presentan las estructuras de datos que comúnmente se encuentran.

Los datos de corte transversal, se refieren a una recolección de datos sobre diversas unidades de análisis que pueden ser individuos, empresas, ciudades, estados, países u otras unidades, recogida en un momento específico del tiempo. Este tipo de datos es ampliamente utilizado en economía y en varias disciplinas de las ciencias sociales. En el ámbito económico, el uso de datos de tipo corte transversal está íntimamente vinculado a áreas como la microeconomía aplicada, que abarca temas como la economía laboral, las finanzas públicas a nivel local y estatal, las organizaciones industriales y la economía de la salud. Los datos de corte transversal son importantes para poner a prueba hipótesis microeconómicas y para valorar la efectividad de las políticas económicas (Wooldridge, 2010).

Los datos de series de tiempo, se define como el conjunto de observaciones que registran el valor de una variable a lo largo de diferentes momentos temporales. Estas observaciones deben ser recopiladas en intervalos regulares, que pueden ser diarios, semanales, mensuales, anuales. Aunque los datos de series de tiempo son muy utilizados para realizar estudios econométricos, presentan desafíos específicos para los econométricos. En la gran mayoría de los trabajos empíricos que involucra datos de series de tiempo, se presume que dichas series son estacionarias, lo que significa que sus propiedades estadísticas no cambian a lo largo del tiempo. Esta suposición es crucial para realizar análisis y estimaciones precisas, pero en la práctica, muchas series de tiempo pueden mostrar tendencias o patrones no estacionarios que complican el análisis (Gujarati & Porter, 2010).

Algunas bases de datos presentan características tanto de corte transversal como de series de tiempo. El análisis de esta combinación se realiza de una forma similar al de datos de corte transversal, pero en estas se consideran las variaciones que las variables muestran a lo largo del tiempo. De hecho, además de aumentar el la dimensión de la muestra, lo fundamental en el análisis de estas combinaciones es examinar cómo ha evolucionado una relación clave a lo largo del tiempo (Wooldridge, 2010).

Los datos longitudinales son un tipo particular de datos combinados donde se analiza la misma unidad transversal a lo largo del tiempo (Gujarati & Porter, 2010).

5.2 Modelo de datos panel

Como ya se hizo mención, los datos de panel se refieren a un conjunto de observaciones que combinan información de corte transversal y series de tiempo, lo que quiere decir que los datos de panel integran una dimensión transversal, con información sobre distintas unidades, y una dimensión temporal, al recopilar observaciones repetidas de esas mismas unidades a lo largo del tiempo (Arellano & Bover, 1990).

Cuando todas las unidades en un estudio presentan la misma cantidad de observaciones, se está ante lo que se denomina un panel balanceado. En este tipo de panel, cada empresa contribuye de manera uniforme al conjunto de datos, lo que facilita ciertos análisis estadísticos y comparaciones. Por el contrario, cuando las observaciones varían entre las diferentes empresas, se habla de un panel desbalanceado. En este caso, algunas compañías pueden tener más datos disponibles que otras, lo que puede complicar el análisis y requerir métodos estadísticos diferentes para interpretar correctamente la información recopilada (Gujarati & Porter, 2010).

Una de las ventajas de implementar datos de panel es que permiten controlar por la heterogeneidad no observada entre las distintas unidades, los datos de panel asumen que los individuos, las empresas, o países son heterogéneos. Los estudios basados únicamente en datos de series de tiempo o de corte transversal, que no controlan por la heterogeneidad presente, se arriesgan a obtener resultados sesgados. En cambio, los datos de panel proporcionan más datos informativos, mayor variabilidad, más grados de libertad, menos colinealidad entre las variables, y estimaciones con más eficiencia de los parámetros de interés (Baltagi, 2005).

Este tipo de modelos facilita el análisis de dos aspectos clave de la heterogeneidad: los efectos individuales específicos y los efectos temporales. Los efectos individuales específicos tienen un impacto diferente en cada elemento de la muestra (como familias, países o empresas), que permanecen constantes a lo largo del tiempo y afectan directamente las decisiones que toman. Por otro lado, los efectos temporales afectan a todas las unidades de estudio de manera uniforme, sin variar con el tiempo (Mayorga & Muñoz, 2000).

5.2.1 Especificación del modelo de datos panel

La especificación general de un modelo de datos de panel se puede representar de la siguiente manera (Burdisso, 1997):

$$Y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + u_{it} \quad (1)$$

Donde:

Y_{it} : variable dependiente para el individuo i en el tiempo t .

α : es la constante del modelo.

X_{it} : vector de variables independientes para la unidad i en el tiempo t .

β : vector de coeficientes que se estiman

u_{it} : termino de error

El término de error u_{it} puede descomponerse de la siguiente forma:

$$u_{it} = \mu_i + \delta_t + e_{it} \quad (2)$$

μ_i representa los efectos no observables que varían entre las unidades de estudio, pero no a lo largo del tiempo, y suelen relacionarse con la capacidad de la unidad. δ_t se identifica con efectos no cuantificables que cambian en el tiempo, pero no entre las unidades de estudio. e_{it} se refiere al término de error netamente aleatorio (Burdisso, 1997).

5.2.2 Datos de panel estáticos y dinámicos

En primera instancia para seleccionar un modelo el primer paso consiste en identificar si existe endogeneidad. Si no encontramos evidencia de endogeneidad y no hay razones para sospechar de su presencia, lo más recomendable es utilizar paneles estáticos o mínimos cuadrados ordinarios (OLS). Sin embargo, si la literatura o las pruebas sugieren o confirman la existencia de endogeneidad, es fundamental emplear un método que aborde este problema (Labra & Torrecillas, 2014).

Baltagi (2005) enfatiza que la elección entre modelos estáticos y dinámicos depende del contexto del estudio y de la naturaleza de las relaciones entre las variables. Los modelos estáticos son adecuados para análisis simples, mientras que los modelos dinámicos son más apropiados cuando las decisiones y comportamientos pasados impactan en los resultados actuales.

Los efectos individuales (μ_i) pueden considerarse como aleatorios o fijos. Para realizar esta estimación, se parte de la premisa de que los μ_i permanecen constantes a lo largo del tiempo (Labra & Torrecillas, 2014).

El modelo de efectos fijos en datos panel se centra en capturar las características no observadas que son constantes en el tiempo para cada unidad, permitiendo así controlar la heterogeneidad no observada (Baltagi, 2005). En el modelo de efectos aleatorios se asume que los efectos no observados son aleatorios y no están correlacionados con las variables explicativas (Gujarati & Porter, 2010).

Por su parte en los datos de panel dinámicos se incluye al menos una variable rezagada como parte de las variables explicativas, esto introduce problemas de endogeneidad que deben ser abordados para obtener estimaciones consistentes. Estos modelos permiten capturar la dinámica temporal de las variables y cómo las observaciones en el pasado influyen en los valores actuales (Arellano & Bond, 1991).

5.2.3 Pruebas del modelo de datos panel

En la estimación de un modelo de datos panel es fundamental analizar la estacionariedad o raíz unitaria de las series que componen los datos, con el objetivo de evitar una regresión espuria. Para que una serie se considere estacionaria su media y su varianza deben ser constantes a lo largo del tiempo. La presencia de raíz unitaria en modelos que incluyen un componente temporal es problemática, ya que puede distorsionar la significancia de las variables. Esto lleva a la falsa impresión de que hay un buen ajuste y una relación sólida entre las variables, cuando en realidad no existe, lo que resulta en una relación espuria (Wooldridge, 2010).

5.2.3.1 Pruebas de dependencia transversal

Baltagi (2013) destaca que la dependencia transversal puede ser un problema significativo en los modelos de datos de panel. Señala que, cuando las unidades del panel están correlacionadas entre sí, los supuestos de independencia pueden llevar a estimaciones sesgadas e inconsistentes. Por lo que menciona la importancia de utilizar métodos que aborden esta dependencia, como las pruebas de raíz unitaria que permiten la correlación entre secciones. Esto ayuda a obtener resultados más precisos en el análisis econométrico.

La prueba CD de Pesaran (2004) propone un enfoque novedoso para evaluar la dependencia transversal en datos de panel, al evitar el uso de la matriz espacial que suele emplearse en estos modelos. Pesaran argumenta que esta omisión es válida porque la matriz espacial no refleja adecuadamente la realidad, sugiriendo que factores económicos y sociopolíticos son más relevantes para analizar esta dependencia. La prueba CD ofrece una metodología robusta y adecuada para captar la complejidad de los factores que influyen en la dependencia transversal. Esta prueba se expresa de la siguiente manera:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \rightarrow N(0,1) \quad (3)$$

Donde T indica el número de periodos en el tiempo en el panel, N es la cantidad de unidades del panel, $N-1$ se emplea para normalizar el estadístico, $\hat{\rho}_{ij}$ representa la estimación de la correlación de los residuos entre la unidad i y la unidad j . La evaluación se centra en la suma de estas correlaciones para todos los pares de unidades, lo que permite determinar si existe dependencia cruzada.

La prueba evalúa la hipótesis nula de que no existe correlación entre los residuos de las diferentes unidades frente a la alternativa de que si existe. Bajo la hipótesis nula de independencia, el estadístico CD se distribuye de manera normal estándar cuando tanto N (número de unidades) como T (número de periodos) se acercan al infinito.

Si la prueba indica que hay dependencia entre las unidades, esto sugiere que se deben considerar efectos comunes en el análisis, lo que puede influir en la elección de los métodos de estimación.

5.2.3.2 Pruebas de raíz unitaria de primera generación

La principal característica que resalta a las pruebas de raíz unitaria de primera generación es la necesidad de que haya independencia transversal entre las unidades observadas (Hurlin & Mignon, 2007).

En la econometría encontramos diversas pruebas para determinar si una serie cuenta con raíz unitaria o no, y así mismo, determinar su grado de integración (Baltagi, 2005). Dentro de las pruebas más conocidas encontramos las siguientes:

- Levin, Lin y Chu (2002).
- Im, Pesaran y Shin (2003).
- Breitung (2001).
- Prueba de tipo Fisher ADF por Maddala y Wu (1999) y Choi (2001).

En estas pruebas se plantea una hipótesis nula (H_0) que indica que la serie tiene raíz unitaria, por lo tanto, no es estacionaria. Y por otro lado está la hipótesis alternativa (H_1) que indica que no hay raíz unitaria, por lo tanto, la serie es estacionaria.

Entre las pruebas más utilizadas está la de Levin, Lin y Chu (2002), la cual considera únicamente un parámetro autorregresivo común para todo el panel en su conjunto. O también es muy utilizada la de Im, Pesaran y Shin, la cual presenta pruebas de heterogeneidad en el parámetro autorregresivo.

5.2.3.3 Pruebas de raíz unitaria de segunda generación

La primera generación de pruebas de raíz unitaria se desarrolló bajo el supuesto de independencia transversal entre las series temporales individuales en el panel. Sin embargo, esta hipótesis frecuentemente es desmentida por la evidencia empírica. Por ello, se ha propuesto una nueva generación de pruebas de raíz unitaria de panel que considera explícitamente la correlación entre secciones en las unidades del panel (Barbieri, 2009).

Este tipo de pruebas se clasifican como pruebas de raíz unitaria de segunda generación, ya que son más flexibles con el supuesto de independencia transversal que las pruebas de primera generación exigían, pues se consideran muy restrictivas y poco realistas (Hurlin & Mignon, 2007).

Dado que el supuesto de independencia de las secciones cruzadas no se cumpla en las pruebas de raíz unitaria de primera generación, Pesaran (2007) propone una alternativa simple en la que las regresiones Dickey-Fuller aumentadas (ADF) estándar se aumentan con los promedios de sección transversal de los niveles rezagados y las primeras diferencias de las series individuales, obteniendo nuevos resultados para las estadísticas ADF denominadas CADF. De esta manera las regresiones son del tipo:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i y_{it-1} + \lambda_i \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=1}^P \eta_{ij} \Delta \bar{y}_{t-j} + \sum_{j=1}^P \delta_{ij} \Delta y_{i,t-j} + e_{it} \quad (4)$$

Donde:

Δy_{it} : representa el cambio en la variable y para la unidad i en el periodo t .

α_i : es un coeficiente que captura el efecto del valor rezagado de la variable y para la unidad i .

$y_{i,t-1}$: es el valor de la variable y para la unidad i en el periodo $t-1$

λ_i : coeficiente que mide el efecto del promedio de la variable y de todas las unidades en el periodo anterior.

\bar{y}_{t-1} : representa el promedio de la variable y de todas las unidades en el periodo anterior $t-1$. Captura el efecto de la media de las observaciones en el panel.

η_{ij} : permiten evaluar cómo afectan los cambios pasados en el promedio a la unidad i .

δ_{ij} : Indican el efecto de los cambios en los valores pasados de la unidad i .

e_{it} : termino de error.

5.2.3.4 Pruebas de cointegración

El empleo de técnicas de cointegración en panel para examinar la existencia de relaciones a largo plazo entre variables con una dimensión temporal T y una dimensión transversal N ha ganado importancia. Una de las principales razones de este interés es el mayor poder estadístico que se puede obtener al considerar tanto la dimensión temporal como la transversal. Sin embargo, muchos estudios no logran rechazar la hipótesis nula de no cointegración, incluso cuando la teoría sugiere de manera contundente la presencia de cointegración. Esta dificultad se atribuye a que la mayoría de las pruebas de cointegración basadas en residuos, ya sean en series temporales puras o en paneles, requieren que los parámetros a largo plazo de las variables en sus niveles sean iguales a los parámetros a corto plazo. Esto se considera una restricción de factor común y su incumplimiento puede resultar en una pérdida considerable de potencia en las pruebas de cointegración basadas en residuos (Banerjee et al., 1998).

Westerlund (2007) creó cuatro nuevas pruebas de cointegración en panel que se fundamentan en dinámicas estructurales en lugar de residuales, lo que les permite evitar imponer restricciones de factor común. Estas pruebas están diseñadas para evaluar la hipótesis nula de no cointegración infiriendo si el término de corrección de errores en un modelo de corrección de errores de panel condicional es igual a cero. Dichas pruebas presentan una distribución normal y son lo suficientemente versátiles para incluir dinámicas de corto plazo específicas de cada unidad, así como parámetros de tendencia y pendiente particulares de cada unidad, y también consideran la dependencia entre secciones transversales.

Para la aplicación de esta metodología las series deben estar en la forma correcta, estas deben ser integradas del mismo orden (generalmente I(1)). El modelo de cointegración de Westerlund (2007) puede ser desarrollado de la siguiente manera:

Se toma en cuenta el siguiente proceso de generación de datos:

$$y_{it} = \phi_{1i} + \phi_{2i}t + z_{it} \quad (5)$$

$$x_{it} = x_{it-1} + v_{it} \quad (6)$$

Donde $t = 1, \dots, T$ e $i = 1, \dots, N$ indican las unidades de series temporales y secciones transversales, respectivamente. Para simplificar, el vector x_{it} de dimensión K se modela como un paseo aleatorio puro, mientras que el escalar y_{it} se compone de un término determinista $\phi_{1i} + \phi_{2i}t$ y un término estocástico z_{it} , que se modela como:

$$\alpha_i(L)\Delta z_{it} = \alpha_i(z_{it-1} - \beta_i x_{it} - 1) + \gamma_i(L)'v_{it} + e_{it}, \quad (7)$$

$$\alpha_i(L) = 1 - \sum_{j=1}^{Pi} \alpha_{ij}L^j \quad \text{and} \quad \gamma_i(L) = \sum_{j=0}^{Pi} \gamma_{ij}L^j \quad (8)$$

Son polinomios escalares y K dimensiones en el operador de rezago L. Es importante destacar que la ecuación (7) representa esencialmente el modelo

condicional para z_{it} dado x_{it} en una configuración de corrección de errores de vectores estándar, mientras que la ecuación (6) es el modelo marginal asociado para x_{it} . Al sustituir la ecuación (5) en la (7), obtenemos el siguiente modelo de corrección de errores condicional para y_{it} .

$$\alpha_i(L)\Delta y_{it} = \delta_{1i} + \delta_{2i}t + \alpha_i(y_{it-1} - \hat{\beta}_i x_{it-1}) + \gamma_i(L)'v_{it} + e_{it} \quad (9)$$

Donde los componentes determinísticos están dados por δ_{1i} y δ_{2i} los cuales son:

$$\delta_{it} = \alpha(1)\phi_{2i} - \alpha\phi_{1i} + \alpha\phi_{2i} \quad (10)$$

$$\delta_{it} = -\alpha\phi_{2i} \quad (11)$$

Esta metodología de cointegración por corrección de errores en panel se basa en cuatro estadísticas. Dos de ellas (Pt y Pa) son estadísticas de panel que integran información sobre la corrección de errores a lo largo de las unidades transversales. En contraste, las otras dos (Gt y Ga) son estadísticos de grupo que no utilizan la información del mecanismo de correlación de errores. La diferencia de estas estadísticas radica en la hipótesis alternativa. Para las estadísticas de media de grupo, la hipótesis alternativa propone que por lo menos una de las unidades transversales está cointegrando. En cambio, para las estadísticas de panel, la hipótesis alternativa establece que existe una relación de cointegración en el panel en su conjunto. (Westerlund, 2007).

5.3 Estimador Grupo de Medias Aumentadas AMG

Eberhardt y Bond (2009) llevaron a cabo un estudio sobre cómo la no estacionariedad, la heterogeneidad de los parámetros y la dependencia entre secciones cruzadas afectan tanto la estimación como la inferencia en el análisis de datos de panel a nivel macro. Su investigación conduce a un problema de identificación en los métodos de estimación convencionales. Esto ocurre especialmente cuando los factores comunes no observados influyen simultáneamente en el desarrollo de las variables tanto dependientes como

independientes. Este hallazgo resalta la complejidad de realizar inferencias precisas en contextos donde los efectos no observados pueden estar interrelacionados.

El estimador presentado por Eberhardt y Bond (2009) y Eberhardt y Teal (2011) denominado estimador de grupo de medias aumentadas (AMG por sus siglas en inglés), toma en cuenta las propiedades de las series temporales de datos, así como también las diferencias en el impacto de los factores observables y no observables entre los grupos de paneles.

El estimador AMG supone por practicidad un solo regresor, entonces para todos: $i = 1, \dots, N$ and $t = 1, \dots, T$

$$\text{Sea:} \quad y_{i,t} = \beta' x_{i,t} + u_{i,t} \quad (12)$$

$$u_{i,t} = \alpha_{1i} + \lambda_i f_t + \varepsilon_{i,t} \quad (13)$$

$$x_{mit} = \pi_{mi} + \delta'_{mi} g_{mt} + \rho_{1mi} f_{1mt} + \dots + \rho_{nmi} f_{nmt} + v_{mit} \quad (14)$$

$$\text{donde } m = 1, \dots, k \text{ and } f_{\cdot mt} \subset f_t$$

$$f_t = \varrho' f_{t-1} + \epsilon_t \quad \text{and} \quad g_t = k' g_{t-1} + \epsilon_t \quad (15)$$

Donde x_{it} es un vector de covariables observables. Además, se emplea la combinación de efectos fijos específicos del grupo α_i y un conjunto de factores comunes f_t con cargas factoriales específicas del país λ_i . En la ecuación (14) se añade una representación empírica de los K regresores observables, que se modelan como funciones lineales de factores comunes no observados f_t y g_t , con cargas factoriales específicas del país respectivo. La configuración del modelo introduce así dependencia de sección transversal en los observables y no observables. Como se observa, algunos de los factores comunes no observados que impulsan la variación en y_{it} en la ecuación (12) también impulsan los regresores en la (14). Esta configuración conduce a la endogeneidad por la cual los regresores están correlacionados con los no observables de la ecuación de la función (u_{it}), lo

que hace que β_i sea difícil de identificar. La ecuación (15) especifica la evolución de los factores no observados.

El método AMG se realiza de la siguiente manera:

1. Primera etapa

Se obtiene una estimación mediante un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) en primeras diferencias con variables dummy, cuyos parámetros estimados representan un proceso dinámico común.

$$\Delta y_{it} = b' \Delta x_{it} + \sum_{t=2}^T C_t \Delta D_t + e_{it} \quad (16)$$

Se recolectan los coeficientes de las variables dummy y se renombran como $\hat{\mu}_t$

2. Segunda etapa

La variable $\hat{\mu}_t$ se incorpora al modelo incluyéndola en cada una de las N regresiones para capturar procesos comunes omitidos.

$$y_{it} = \alpha_i + b'_i x_{it} + C_i t + d_i \hat{\mu}_t + e_{it} \quad (17)$$

$$\hat{b}_{AMG} = N^{-1} \sum_i \hat{b}_i$$

Los estimadores AMG se derivan entonces como promedios de las estimaciones individuales de cada país, siguiendo el enfoque Mean Group (MG) de Pesaran y Smith (1995).

Este enfoque ha demostrado ser robusto en diversos contextos empíricos y se propone como una alternativa válida a los estimadores CCE (*Common Correlated Effects*), especialmente cuando los factores no observados comunes son parte de la relación de cointegración específica de cada unidad (Eberhardt & Bond, 2009).

A continuación, en el cuadro 5.1 se presenta una lista de investigaciones realizadas por diversos autores que han utilizado el estimador de grupo de medias

aumentadas en sus análisis. Estas obras, aunque no son del sector azucarero, ayudan a demostrar la correcta aplicación de esta metodología.

Cuadro 5.1
Artículos en los que se emplea el estimador AMG

Título	Autores	Unidad de análisis	Periodo
Vínculo entre el desarrollo del capital humano y la sostenibilidad económica en los países del África subsahariana: nueva evidencia a partir del enfoque del grupo de media aumentada	Bekele et al. (2024)	30 países del África Subsahariana	2000 - 2020
Impacto de las energías renovables y no renovables en EKC en los países de la SAARC: enfoque de grupo de medias aumentadas	Voumik et al. (2023)	Países de la asociación del Asia Meridional para la Cooperación Regional (SAARC)	1982 - 2021
¿La globalización económica desencadena la desindustrialización en los países de los Balcanes occidentales? Evidencia empírica basada en el estimador de grupo de media aumentada	Cengiz y Manga (2023)	Albania, Bosnia y Herzegovina, Montenegro, Macedonia del Norte y Serbia	2000 - 2019
La hipótesis ambiental de las curvas de Kuznets en los países industrializados: un enfoque econométrico de segunda generación	Mekhzoumi et al. (2022)	31 países industrializados	1980 - 2019
Una investigación empírica de la hipótesis del crecimiento impulsado por el turismo en los países europeos: evidencia del estimador de grupo de media aumentada	Xia et al. (2021)	34 países europeos	1995 - 2017

¿Son las llegadas de turistas la fuerza impulsora del crecimiento económico en los países mediterráneos?: estimador de grupo de media aumentada	Dineri (2020)	Croacia, Francia, Grecia, Italia, Malta, España, Ciprus, Israel, Marruecos, Tunez	1995 - 2017
¿El turismo influye en los precios de las viviendas en las economías de la OCDE? Evidencia del estimador de grupo de medias aumentadas	Paramati y Roca (2019)	20 países de la OCDE	1995 - 2014
El impacto de la productividad total de los factores en el crecimiento económico de los países desarrollados y emergentes: un análisis de datos de panel de segunda generación	Yalcinkaya et al. (2017)	Países del G-7, G-12 y G-20	1992 - 2014
Estimación de los flujos de capital hacia las economías de mercados emergentes con paneles heterogéneos	Hernández (2015)	18 economías emergentes más importantes	1990 - 2013
Dependencia de la sección transversal en modelos de panel no estacionarios: un nuevo estimador	Eberhardt y Bond (2009)	38 países (desarrollados y en desarrollo) UNIDO	1970 - 2002

Fuente: Elaboración propia con base en literatura revisada.

5.4 Datos del modelo

Para el desarrollo del modelo de esta investigación se analizaron datos de diez de los principales productores y exportadores de azúcar a nivel mundial que son Brasil, India, China, Tailandia, México, Australia, Guatemala, Colombia, Sudáfrica y El Salvador. Dichos datos tienen una periodicidad anual que comprende el periodo de 1990 al 2022.

Se realizó una revisión de literatura sobre los casos de estudio del sector azucarero (cuadro 5.2), identificando las diferentes metodologías y variables

implementadas por otros autores, dicha revisión sirvió de base para la selección de las variables utilizadas en esta investigación.

Cuadro 5.2
Revisión de literatura de artículos del sector azucarero

Título	Autores	Periodo	Metodología	Variables
Análisis de eficiencia de las regiones brasileñas productoras de caña de azúcar: un enfoque utilizando DEA	Gomes y Machado (2022)	2020 - 2021	DEA	Área cultivada Área cosechada Cantidad de caña cosechada
Análisis de la eficiencia y retornos de escala de los ingenios azucareros de México	Valdivia et al. (2022)	2010 - 2011	DEA	Azúcar producida por hectárea Cachaza Energía total consumida Vehículos de acarreo Caña molida neta Cortadores Frentes de corte Tiempo de zafra perdido
Análisis de la competitividad y concentración de las principales economías azucareras, con especial referencia en la India	Kumar et al. (2020)	2001 - 2018	VCR	Índice de concentración de exportación
Volatilidad del tipo de cambio y las exportaciones de la India: un análisis de datos panel a nivel de productos básicos	Sharma (2019)	2011 - 2016	Datos panel PMG Y MG	Exportaciones commodity-level Precio de exportación Ingresos de países extranjeros Tipo de cambio real efectivo India Tipo de cambio nominal efectivo Volatilidad estimada del TCR Volatilidad estimada del TCN
Análisis econométrico del shock de precios y la demanda de consumo de azúcar en Pakistán	Shaikh et al. (2019)	1990 - 2013	Serie de tiempo	Precio promedio ponderado Gasto (de consumo en azúcar) Volumen (consumo total azúcar) Índice de precios al por mayor IPC

Determinación de los factores que influyeron en el comercio del azúcar	Fuller y Kennedy (2019)	1986 - 2013	Modelo gravitacional	Acuerdos comerciales Importaciones SimSize Dotación Producción doméstica Rendimiento de azúcar Producción mundial Distancia
Determinación del precio del azúcar en la India: un análisis econométrico	Malaiarasan (2019)	1970 - 2015	ARDL	Precio justo y remunerativo Precio en sistema distrib. pública PIB Per cápita Precio del azúcar de caña Producción de melaza Población Exportaciones de azúcar Área cultivada Rendimiento de la caña Existencias iniciales Tasa de recuperación de azúcar Tasa de impuestos al azúcar
Eficiencia técnica de las fincas de caña de azúcar: un análisis econométrico	Murali y Prathap (2016)	2011 - 2013	Frontera estocástica de producción	Material de plantación Fertilizantes Trabajadores humanos Trabajadores de máquinas Riego Protección de plantas
Estimación de la función de demanda de exportación de azúcar de Swaziland: un análisis de datos panel	Maziya et al. (2016)	1997 - 2012	Datos panel Efectos fijos	Precio de exportación PIB país importador Precio al productor Tipo de cambio real Reforma de EU (dummy)
Determinantes de las exportaciones de azúcar de Swaziland: un modelo gravitacional	Dlamini et al. (2016)	2001 - 2013	Modelo gravitacional	PIB Tipo de cambio Distancia geográfica Superficie terrestre Apertura comercial Modelo ficticio de idioma Modelo ficticio de COMESA Modelo ficticio de la UE Poblacion del importador

Determinación de la competitividad de la industria azucarera de Swaziland	Ndlangamandla et al. (2016)	1994 - 2011	VCR	Tierra cultivada Rendimiento Precio mundial del azúcar Tipo de cambio Exportaciones azúcar
Precios del azúcar en Polonia y sus determinantes	Hamulczuk y Szajner (2015)	2000 - 2014	Series de tiempo	Precio mensual azúcar Polonia Precio mensual azúcar EU Precio mensual azúcar mundial
Determinación y desempeño de la exportación de azúcar en Tanzania	Mwinuka y Mlay (2015)	1977 - 2013	Series de tiempo	Precio de exportación Producción azúcar IPC PIB
Evaluación del crecimiento de la industria azucarera india y sus impulsores: un análisis de datos panel dinámico	Arora y Kumar (2011)	1975 - 2005	Datos panel	PIB Producción azúcar Índice de cambio de eficiencia pura Índice de cambio de eficiencia de escala Índice de cambio tecnico neutral Índice de cambio tecnico no neutral Índice de crecimiento de insumos
Factores de competitividad de la agroindustria de la caña de azúcar en México	Aguilar et al. (2011)	1999 - 2009	Índice de productividad	Rendimiento agroindustrial Rendimiento de campo Rendimiento de fábrica

Fuente: Elaboración propia con base en literatura revisada.

Las variables consideradas para este modelo son las siguientes:

Variable dependiente

- Exportaciones de azúcar. Es el total de las exportaciones de azúcar de cada uno de los países de estudio medidas en toneladas.

Variables independientes

- Tipo de cambio. El tipo de cambio real efectivo se obtiene al dividir el tipo de cambio nominal efectivo (que mide el valor de una moneda en comparación con un promedio ponderado de diversas monedas extranjeras) por un deflactor de precios o índice de costos (Banco Mundial, 2024).
- Producto Interno Bruto (PIB). Es el PIB mundial menos el PIB del país exportador. Los datos se presentan en dólares estadounidenses a precios constantes de 2010.
- Rendimiento. Es el rendimiento de la caña de azúcar y/o remolacha azucarera medido en kilogramos por hectárea del país exportador.

Bases de datos

En el siguiente cuadro se muestra una relación de las variables utilizadas con su indicador y la fuente de la cual fueron obtenidas.

Cuadro 5.3
Relación de variables

Variable	Indicador	Fuente de consulta
Exportaciones de azúcar	Niveles de Exportación de azúcar medidos en toneladas	FAOSTAT
Tipo de cambio	Variación anual del tipo de cambio	Banco Mundial
Producto Interno Bruto	Variación anual del PIB mundial excluyendo el del país de estudio	Banco Mundial
Rendimiento	Niveles de producción de azúcar (kg/ha)	FAOSTAT

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT y Banco Mundial, 2023.

Ya que se ha especificado las variables, así como el periodo de estudio, podemos establecer la ecuación para la estimación del modelo AMG de la siguiente manera:

$$\ln EXP_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln TCR_{it} + \beta_2 \ln PIB_{it} + \beta_3 \ln REN_{it} + u_{it}$$

Donde:

i = Principales países productores de azúcar.

t = Periodo en el tiempo.

β = Vector de coeficientes de largo plazo

$\ln EXP$ = Logaritmo natural de las exportaciones.

$\ln TCR$ = Logaritmo natural del tipo de cambio.

PIB = Producto Interno Bruto.

$\ln APE$ = Logaritmo natural del rendimiento.

u_{it} = Término de error.

Relaciones esperadas

+	Tipo de cambio	⇒	+	Exportaciones de azúcar
+	PIB	⇒	+	Exportaciones de azúcar
+	Rendimiento	⇒	+	Exportaciones de azúcar

Un tipo de cambio más alto hace que el país exportador sea más atractivo para los importadores, posicionándose mejor frente a otros países productores.

Un incremento del PIB del comprador aumenta los recursos disponibles para la demanda de azúcar, impulsando así la oferta del exportador hacia el mercado exterior.

Si hay un mayor rendimiento significa que se obtiene más azúcar por hectárea cultivada, lo cual incrementa el azúcar disponible para la exportación.

Capítulo 6

Análisis de resultados

En el presente capítulo se procede a formular y especificar el modelo econométrico que sirvió de base para el análisis de esta investigación. Se presentan las pruebas que se especificaron en el capítulo anterior para verificar la existencia de dependencia en las secciones transversales, así como la estacionariedad de las variables, lo cual nos va a indicar que tipo de metodologías podemos utilizar para estimar nuestro modelo. Estas pruebas nos permiten llegar a la aplicación de estimadores como el AMG que comprende metodologías de segunda generación. A través de este modelo, será posible cuantificar y evaluar el impacto de las variables explicativas sobre la variable dependiente.

6.1 Prueba de dependencia transversal

Por medio de la prueba CD de Pesaran (2004) analizamos si hay presencia de dependencia entre las secciones transversales en nuestras variables. En la tabla 6.1 podemos observar que el resultado arrojado por dicha prueba muestra un valor probabilístico de 0.000 para los residuales, y de acuerdo con lo especificado en la parte teórica, la hipótesis nula indica que existe independencia transversal entre las secciones cruzadas, por lo que este valor nos indica que se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa, la cual indica que si existe dependencia transversal.

Tabla 6.1
Prueba de dependencia transversal CD Pesaran (2004)

Variable	CD - test	p-value
InEXP	8.14	0.000
InTCR	6.49	0.000
PIB	38.44	0.000
InREN	5.61	0.000
RES	8.51	0.000

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos.

Dados los resultados de la prueba de dependencia transversal esto nos conduce a la aplicación de pruebas de segunda generación.

6.2 Pruebas de raíz unitaria de segunda generación

Una vez analizada la prueba de dependencia transversal CD de Pesaran (2004), los resultados nos indican que debemos aplicar pruebas de raíz unitaria de segunda generación para verificar la estacionariedad de nuestras variables. Para esto utilizamos la prueba CADF de Pesaran (2003), la cual nos indica en qué momento

son estacionarias las variables y poder determinar el grado de integración de las mismas. Esta prueba indica como hipótesis nula la existencia de raíz unitaria, lo que quiere decir que las variables no son estacionarias, por lo tanto, en esta prueba se busca obtener resultados del valor probabilístico menores a 0.05.

En la tabla 6.2 observamos los resultados de la prueba CADF de Pesaran (2003) aplicada a nivel y en primera diferencia a cada una de las variables: exportación (EXP), tipo de cambio (TCR), Producto Interno Bruto (PIB) y rendimiento (REN).

Tabla 6.2
Pruebas de raíz unitaria CADF de segunda generación de Pesaran (2003)

Variable	A nivel	Primera diferencia
	P-value	P-value
lnEXP	0.210	0.000
lnTCR	0.236	0.003
PIB	0.470	0.000
lnREN	0.105	0.000

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos.

El resultado de la prueba arroja valores probabilísticos mayores a 0.05 para todas las variables en su nivel, lo que significa que no son estacionarias, más sin embargo en su primera diferencia todas las variables obtuvieron un valor probabilístico menor a 0.05, lo que indica que las variables ya son estacionarias y podemos determinar que su grado de integración es I(1).

6.3 Pruebas de cointegración

Para este análisis se utilizó la prueba de Westerlund (2007) que genera cuatro estadísticas para evaluar la cointegración a largo plazo entre las variables (Ga, Gt, Pa y Pt). Las estadísticas Ga y Gt evalúan la presencia de cointegración en el grupo de unidades, las estadísticas Pa y Pt evalúan la existencia de cointegración considerando la dinámica conjunta del panel. La hipótesis nula para esta prueba asume que no hay cointegración en el panel y la hipótesis alternativa indica que hay cointegración en al menos una de las unidades del panel.

Podemos observar los resultados obtenidos de esta prueba en la tabla 6.3, donde vemos que de las 4 estadísticas 3 son significativas con valores de 0.002 para Gt, 0.000 para Pt y Pa, por lo tanto, al ser la mayoría significativas, podemos concluir que si existe cointegración entre las variables en el largo plazo.

Tabla 6.3
Prueba de cointegración de Westerlund (2007)

Statistic	P-value
Gt	0.002
Ga	0.202
Pt	0.000
Pa	0.000

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos.

6.4 Estimador Grupo de Medias Aumentadas AMG

Después de confirmar la existencia de cointegración en el largo plazo de las variables, para la estimación de nuestro modeló aplicamos el método de AMG de Eberhardt y Bond (2009) y Eberhardt y Teal (2010), el cual captura los factores comunes no observados haciendo una estimación más robusta con resultados más confiables. Los resultados de la estimación se muestran en la tabla 6.4.

Tabla 6.4
Estimación de los coeficientes por AMG

lnEXP	Coef.	Std. Err.	P-value	(90% Conf. Interval)	
lnTCR	0.6115	0.3288	0.063	0.0706	1.1523
PIB	1.2316	0.5611	0.028	0.3086	2.1546
lnREN	1.5667	0.9374	0.095	0.0247	3.1088

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos observar que los coeficientes de todas las variables son estadísticamente significativos, mostrando los signos esperados y siendo consistentes con lo que marca la literatura.

El tipo de cambio guarda una relación positiva con las exportaciones de azúcar, con un coeficiente de 0.6115, lo que significa que por cada 1% que aumente el tipo de cambio, las exportaciones aumentarán en 0.61%. Este resultado indica que, a medida que el tipo cambio sea mayor, el volumen de exportación crece porque hace los productos más competitivos en el mercado internacional, en este caso el azúcar.

Por su parte el PIB obtuvo un coeficiente de 1.2316 el cual nos indica que por cada 1% que aumente el PIB, las exportaciones de azúcar aumentarán un 1.23%. Un incremento del PIB generalmente indica una expansión económica, lo que puede traducirse como una mayor capacidad de demanda en sectores como la industria azucarera, incentivando así las exportaciones de esta.

El rendimiento del cultivo de caña azucarera y remolacha azucarera reflejó un coeficiente de 1.5667 el cual nos dice que por cada 1% que aumente el rendimiento del cultivo de la caña o remolacha azucareras, las exportaciones de azúcar aumentarán un 1.57%, lo cual es claro, ya que un mayor rendimiento va a generar un aumento total de la producción y con mejor calidad, lo que a su vez permite destinar mayores cantidades a la demanda externa de azúcar, y de igual

forma esto le permite a los productores beneficiarse de las economías de escala, haciéndolos más competitivos en el mercado internacional.

6.5 Discusión de resultados

Al contrastar los trabajos realizados por otros autores sobre el sector azucarero encontramos que estos han aportado grandes cosas para la recomendación de políticas para los países productores y han encontrado las deficiencias y cuáles son los puntos débiles de los mismos.

El estudio de investigación de Arora y Kumar (2011) se centra en el crecimiento de la industria azucarera de la India en el desarrollo económico general del país. Para este estudio aplicaron un análisis de cointegración de datos de panel utilizando datos de los 12 principales estados productores de azúcar durante el período 1974/75 a 2004/05. En su análisis implementaron las variables PIB, producción de azúcar, índice de cambio eficiencia pura, índice de eficiencia de escala, índice de cambio técnico neutral, índice de cambio técnico no neutral y el índice de crecimiento de insumos. El estudio empírico muestra que el crecimiento de la industria azucarera contribuye significativamente al crecimiento económico de los estados evaluados. Además, el estudio de los factores que impulsan el crecimiento de la producción en la industria azucarera de la India revela que, debido a la alta elasticidad de los insumos en la producción de azúcar, el índice de crecimiento de los insumos es la variable más importante para acelerar el crecimiento de la industria azucarera india. Así mismo, excepto por el índice de cambio de eficiencia gerencial, todas las demás variables contribuyente de manera positiva y significativa al crecimiento de la industria azucarera.

En nuestra investigación se analizan los determinantes de las exportaciones de azúcar con un enfoque macroeconómico, se mide la demanda externa mientras que Arora y Kumar estudian solo el impacto interno de la India. Ambos trabajos destacan la importancia de la productividad, pero Arora y Kumar desglosan

eficiencia (tecnología, escala). Para la India aumentar los insumos impulsa más la producción que las variables macroeconómicas.

La investigación de Mwinuka y Mlay (2015) el cual analiza los determinantes y el desempeño de las exportaciones de azúcar de Tanzania por el periodo 1997 – 2013, implementando un modelo de regresión multivariado para estimar la función de oferta, utilizando como variables el precio, la cantidad de producción, el IPC, el PIB y el tipo de cambio. Los resultados obtenidos indicaron que, durante un lapso de 35 años, las tasas de crecimiento anual de la producción y el consumo de azúcar en Tanzania fueron del 3% y el 7%, respectivamente. Se observó una relación positiva significativa entre el precio de exportación del azúcar y la oferta de exportaciones, mientras que se encontró una relación negativa entre el índice de precios al consumidor y la oferta de exportaciones de azúcar.

En contraste nuestra investigación analiza los determinantes de las exportaciones de azúcar (en volumen) en el mercado global coincidiendo con el trabajo de Mwinuka y Mlay en la utilización de la variable tipo de cambio resultando con mayor significancia en nuestro análisis. En el caso del rendimiento este es clave en ambos casos. Nuestro modelo está impulsado por la demanda externa y competitividad cambiaria a diferencia del modelo de Mwinuka y Mlay que está limitado por la oferta interna.

Por otro lado, el trabajo de Maziya et al. (2016) analiza a través de un enfoque de datos panel, utilizando un modelo de efectos fijos, la función de demanda de exportaciones de azúcar de Swaziland durante el periodo 1997-2012 implementando las variables precio de exportación, el PIB del importador, el tipo de cambio real y una variable dummy de la reforma de la Unión Europea (EU). Ellos encontraron una relación negativa de todas las variables explicativas con la demanda de exportaciones, excepto la reforma de la EU, que mostró una relación positiva, por lo tanto, se recomendó el aprovechamiento de esta reforma e invertir más en la producción de azúcar.

Nuestro trabajo de investigación concuerda con dicho estudio en que el tipo de cambio y el PIB del exportador son factores significativos para las exportaciones

de azúcar. Mas, sin embargo, a diferencia de Maziya et al, nuestro trabajo encuentra que estas variables guardan una relación positiva con dichas exportaciones. En nuestro caso el estudio se enfoca en diez de los principales productores y exportadores de azúcar a nivel mundial durante un periodo largo (1990 - 2022), mientras que ellos solo analizan un pequeño exportador que cuenta con acceso preferencial a la Unión Europea por un periodo más corto (1997 – 2012).

Por su parte, Ndlangamandla et al. (2016) analizan cuales son los determinantes de la competitividad de la industria azucarera de Swaziland mediante el método de ventaja comercial relativa (RTA) utilizando como variables explicativas el área cultivada, el rendimiento, el precio mundial del azúcar, el tipo de cambio, así como el valor de las exportaciones de azúcar y el valor de las exportaciones totales de Swaziland, cuyos hallazgos revelan que el precio del mercado global es significativo de forma negativa, y que el área cultivada y el valor de las exportaciones son significativos de forma positiva para la ventaja comparativa de la industria azucarera a nivel internacional. En este caso la ventaja comparativa de Swaziland depende en gran medida del acceso preferencial al mercado.

Una diferencia importante con nuestro trabajo de investigación es que el tipo de cambio tiene un efecto positivo en las exportaciones, mientras que en Swazilandia no resulta significativo, debido a que su competitividad depende más de acuerdos comerciales que de la depreciación cambiaria. Asimismo, el PIB del comprador no es considerado en el análisis de Swazilandia, donde variables como el área cultivada y el precio mundial (que afecta negativamente su competitividad) son más relevantes. Esto refleja la divergencia entre economías azucareras globales, que responden a dinámicas de demanda y costo, y pequeños exportadores dependientes de preferencias arancelarias, donde la expansión de tierras y los precios internacionales son determinantes clave.

Conclusiones y recomendaciones

A continuación, se presentan los hallazgos más significativos de la investigación, proporcionando una visión global de los resultados obtenidos a lo largo del estudio. Mediante un análisis exhaustivo de los datos y la interpretación de las interrelaciones entre las variables, se busca clarificar cómo aspectos como el tipo de cambio, el PIB y el rendimiento de la caña de azúcar y la remolacha azucarera afectan las exportaciones de azúcar. Además, se subrayan las implicaciones de estos resultados para la industria azucarera y se ofrecen recomendaciones para productores y responsables de políticas.

Conclusiones

El objetivo de esta investigación consistió en examinar de qué manera influyeron factores como el tipo de cambio, el Producto Interno Bruto y el rendimiento de la caña de azúcar y la remolacha azucarera en las exportaciones de azúcar de diez de los principales productores y exportadores a nivel mundial (Brasil, India, Tailandia, China, México, Australia, Guatemala, Colombia, Sudáfrica y El Salvador) durante el periodo 1990-2022.

Con la recopilación de la información obtenida de las bases de datos de FAOSTAT y el Banco Mundial se realizó un análisis econométrico mediante un modelo de datos panel utilizando el estimador grupo de medias aumentadas propuesto por Eberhardt y Bond (2009) y Eberhardt y Teal (2010), que al ser más robusto que otros estimadores, proporciona resultados más confiables.

Una vez aplicado el estimador se pudo observar de acuerdo a los coeficientes que existe una relación positiva entre las variables tipo de cambio, Producto Interno Bruto y el rendimiento de la caña y remolacha azucareras con las exportaciones de azúcar. Se encontró que la variable con mayor incidencia fue el rendimiento con un coeficiente de 1.5667, seguida por la variable Producto Interno Bruto que obtuvo un coeficiente de 1.2316.

Después de analizar los resultados del estimador grupo de medias aumentadas se concluye que las variables tipo de cambio, Producto Interno Bruto y rendimiento son variables que impactaron en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial en el periodo 1990-2022, confirmando la hipótesis general planteada en esta investigación. Por su parte las hipótesis específicas también se confirmaron ya que las variables explicativas mostraron una relación positiva con las exportaciones de azúcar, lo que nos indica que a medida que éstas aumentan también lo hacen dichas exportaciones.

Las principales teorías que dan sustento a las variables son las relacionadas con las economías de escala y la elasticidad precio de la demanda. Las economías de escala hacen referencia a la disminución del costo medio de producción

conforme se incrementa el volumen producido, esto resulta en una mayor eficiencia y competitividad en el mercado (Carbaugh, 2009). En el caso de la industria azucarera un mayor rendimiento incide directamente en altos niveles de producción permitiendo a las empresas reducir costos y, por lo tanto, ser más competitivas en el mercado internacional. Un aumento en el PIB de un país generalmente indica un crecimiento económico y a media que crece el PIB, puede estimular la demanda de productos como el azúcar, que es altamente utilizada en industrias como la alimentaria, por ejemplo, promoviendo de esta manera un incremento en las exportaciones.

La elasticidad precio de la demanda mide la sensibilidad de la cantidad demandada de un bien ante cambios en su precio. La demanda puede ser elástica, si hay un cambio significativo en la cantidad demandada con un cambio en el precio, o puede ser inelástica, si es pequeño el cambio de la cantidad demandada ante un cambio en el precio. Por lo cual, resalta la importancia del tipo de cambio como un determinante en las exportaciones de azúcar, ya que impacta directamente en el precio y la capacidad de los productores para competir en mercados globales.

La contribución de esta investigación radica en el análisis del comportamiento de las exportaciones en el mercado azucarero y sus determinantes, mediante el estimador grupo de medias aumentadas el cual toma en cuenta los procesos comunes no observados, aplicado a los principales productores y exportadores a nivel mundial (Brasil, India, Tailandia, China, México, Australia, Guatemala, Colombia, Sudáfrica y El Salvador) y abarcando un periodo más actual con referencia a trabajos anteriores, que se han enfocado solo en ciertas regiones o países y utilizando metodologías distintas. Con este trabajo se ofrece un panorama acorde con las problemáticas actuales, generando una visión sobre la complicada dinámica del mercado del azúcar. Esto puede proporcionar información que ayude a los formuladores de políticas a diseñar estrategias que fomenten el crecimiento del sector azucarero.

Recomendaciones

El azúcar es el edulcorante más consumido a nivel mundial y a pesar de que han aparecido diversas alternativas en los últimos años, como el jarabe de maíz alto en fructosa, o la sacarina, la sucralosa y el aspartamo, que ofrecen opciones con menos calorías, el azúcar sigue dominando el mercado con una representación cercana al 80% del consumo total de edulcorantes (OCDE/FAO, 2022).

Durante las tres décadas de las cuales se llevó a cabo este estudio, se observó una tendencia creciente del consumo mundial del azúcar, el cual, de acuerdo con la OCDE/FAO (2022), está impulsado principalmente por el aumento de la población. Por lo tanto, es importante mantener los niveles crecientes de producción del azúcar para que se siga teniendo la capacidad de satisfacer la demanda mundial, puesto que es un alimento básico para dieta humana.

En esta investigación se evidenció empíricamente que el tipo de cambio, el Producto Interno Bruto y el rendimiento son factores que impactaron significativamente en las exportaciones de azúcar de los principales productores y exportadores a nivel mundial, así como el hecho de que para dichos productores la industria azucarera representa un sector de vital importancia tanto por los ingresos que aporta como por la de derrama de empleos que genera.

Es por esto que con base en los resultados obtenidos de esta investigación se recomienda fomentar la adopción de tecnologías modernas, como sistemas de riego más eficientes que maximicen el aprovechamiento del agua, así como prácticas de cultivo sostenibles, lo cual puede llevar a aumentar el rendimiento de la producción de azúcar. Ofrecer capacitación y recursos a los agricultores en métodos de cultivo y administración agrícola puede incrementar la productividad y, en consecuencia, la habilidad para exportar.

Con el aumento del Producto Interno Bruto en algunos países, se aconseja diversificar los mercados de exportación hacia economías en expansión que requieran mayor demanda de azúcar. Crear alianzas estratégicas con naciones con

PIB en aumento puede simplificar la incursión en nuevos mercados y robustecer la posición competitiva.

Es posible que los gobiernos contemplen la puesta en marcha de subsidios para la producción de azúcar, lo que daría la posibilidad a los productores de disminuir gastos y potenciar su exploración en el mercado internacional. Otro factor importante que puede contribuir a disminuir gastos es el optimizar la infraestructura de transporte y logística y simplificar la entrada a los mercados globales.

El Invertir en investigación y desarrollo para comprender de manera más profunda las dinámicas del mercado de azúcar y la manera en que las variables económicas influyen en las exportaciones.

Estas sugerencias pueden asistir a los productores y encargados de las políticas a maximizar el potencial de las exportaciones de azúcar, ajustándose a las circunstancias del mercado y capitalizando las posibilidades que emergen del desarrollo económico y la optimización del rendimiento agrícola.

Bibliografía

- Aizpuru, I., Gutiérrez, B., & Sánchez, M. (2007). *Herbario de la Universidad Pública de Navarra*.
https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Beta_vulg_p.htm#:~:text=Tipo%20de%20cultivo:%20cultivo%20mon%C3%B3fito,sigue%20formando%20az%C3%BAcares%20en%20oto%C3%B1o.
- Appleyard, D., & Field, A. (2014). *International Economics* (McGraw-Hill/Irwin, Ed.; 8th ed.).
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and Application to Employment Equations. *Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297.
<http://www.econ.uiuc.edu/~econ508/Papers/arellanobond91.pdf>
- Arellano, M., & Bover, O. (1990). La econometría de datos de panel. *Investigaciones Económicas*, 3–45.
<https://www.fundacionsepi.es/investigacion/revistas/paperArchive/Ene1990/v14i1a1.pdf>
- Aronson, M. (2010). *Sugar Changed the World* (Clarion Books, Ed.).
- Arora, N., & Kumar, S. (2011). Growth Appraisals of Indian Sugar Industry and Its Drivers- A Dynamic Panel Data Analysis. *International Journal of Financial Management*, 47–60.
<https://www.proquest.com/openview/a4dfcd26207a4fefe919abf89a636e33/1?cbl=2030939&pq-origsite=gscholar>
- Asociación de Productores de Azúcar de Honduras, A. (2022). *Asociación de Productores de Azúcar de Honduras*.
<https://productoresdeazucarhonduras.com/proceso-de-produccion/>
- Bajo, O. (1991). *Teorías del comercio internacional* (1st ed.). Antonio Bosch, Editor.
- Baltagi, B. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data* (3rd ed.). John Wiley & Sons, Ltd.
- Baltagi, B. (2010). *Econometrics* (2nd ed.). Springer Heidelberg.
- Baltagi, B. (2013). *Econometric Analysis of Panel Data* (5th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- BANCOMEXT. (2014). *Gobierno de México*.
<https://www.bancomext.com/glosario/precio-de-referencia/>

- Banerjee, A., Dolado, J., & Mestre, R. (1998). Error-correction Mechanism Tests for Cointegration in a Single-equation Framework. *Time Series Analysis*, 19(3), 267–283. <https://e-archivo.uc3m.es/rest/api/core/bitstreams/068d5b99-3bb1-4241-a391-a3422aa20cfe/content>
- Barbieri, L. (2009). Panel unit root tests under cross-sectional dependence: an overview. *Revista de Estadística: Avances En Teoría y Aplicaciones*. https://www.researchgate.net/profile/Laura-Barbieri-2/publication/267090484_Panel_Unit_Root_Tests_under_Cross-sectional_Dependence_An_Overview/links/581c77d508aeccc08aec5ef6/Panel-Unit-Root-Tests-under-Cross-sectional-Dependence-An-Overview.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail&_rtd=e30%3D
- Burdisso, T. (1997). *Estimación de una función de costos para los bancos privados argentinos utilizando datos en panel*.
- Carbaugh, R. (2009). *Economía Internacional* (12th ed.). Cengage Learning Editores.
- Casanova, A., & Zuaznábar, I. (2018). *El comercio internacional: teorías y políticas* (1st ed.). Editorial Universo Sur.
- Cattanach, A., Dexter, A., & Oplinger, E. (1991). Sugarbeets. *Alternative Field Crops Manual*. <https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/sugarbeet.html>
- Chávez, J., González, R., & Fernández, J. (2022, August 14). Cálculo y Propuesta del Precio de Referencia del Azúcar Base Estándar para el Pago de la Caña de Azúcar, y Comportamiento de los Precios Promedio del Azúcar Estándar. *Asociación de Técnicos Azucareros de México*, 35, 6–9. https://issuu.com/kickflip360/docs/52.-_revista_atam_vol._35_no.2_2_
- Comisión para el Mercado Financiero. (2024). *EDUCA Portal de educación financiera*. <https://www.cmfchile.cl/educa/621/w3-propertyvalue-1115.html>
- CONADESUCA. (2023a). *Histórico del precio de referencia del azúcar base estándar para el pago de la caña de azúcar*.
- CONADESUCA. (2023b). *Informe Estadístico del Sector Agroindustrial de la Caña de Azúcar en México Zafra 2013-2014 / 2022-2023*.
- CONADESUCA. (2024, November). *Gobierno de México*. <https://www.gob.mx/conadesuca/articulos/balance-mundial-de-azucar>
- Dlamini, S., Edriss, A.-K., & Phiri, A. (2016). Determinantes de las exportaciones de azúcar de Swaziland: un modelo gravitacional. *Revista Internacional de Economía y Finanzas*, 8. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/84687012/da652965fca3d425db46536f4>

73782e73477-libre.pdf?1650645947=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDeterminants_of_Swaziland_s_Sugar_Export.pdf&Expires=1744139760&Signature=bMrGgalliedMIVj7Ck~BPKI8JKChJGGw~ZXv5kvQSZpG6K~J6ci5ozq9bywnoOsMk-etZfPqVTGcLuPn8e~6AqmT55~Clf8gWSFEyrCnHKgyYcaRZq0WVcOwME04YZqAnhffgWuuHrgyeMLNqp1tJI5ld-XX9yiuPZeuCFbmQdRp3kZwFmlRDhVfVq0Uv1vv4n7Xn5pQIOwUHHphTPqX-Nx4FR8Lr6JpOaVORf0KpwBWi5xDdjbJjOjKf-F2xuGTL9vbj71V57eWHdYZBtqjKXho2c4~L-LPUp3-wl4Fu46cWbz3-WBiK9iFTZ7T8R0uN7AVIbLpCq1kgOC3RaMDEnQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

DOF. (2005). Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. *Diario Oficial de La Federación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LDSCA.pdf>

DOF. (2021, December 29). *Programa especial derivado del plan nacional de desarrollo 2019 - 2024*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639624&fecha=29/12/2021#gsc.tab=0

Eberhardt, M., & Bond, S. (2009). *Cross-section dependence in nonstationary panel models: a novel estimator*.

Eberhardt, M., & Teal, F. (2011). Econometrics for grumblers: A new look at the literature on cross-country growth empirics. *Economic Surveys*, 25(1), 109–155. <https://lezme.github.io/markuseberhardt/EBERHARDT&TEALGrumblersJoES2011.pdf>

Eggleston, G. (2019). History of Sugar and Sweeteners. *ACS Publications*. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-2019-1314.ch005>

FAO. (2022). Agricultural production statistics 2000–2021. In *FAO*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/58971ed8-c831-4ee6-ab0a-e47ea66a7e6a/content>

FAOSTAT. (2024). *FAOSTAT*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

Fuller, K., & Kennedy, P. L. (2019). Determinación de los factores que influyen en el comercio de azúcar de EE. UU. *Revista Internacional de Economía Agrícola y Alimentaria*, 7, 19–29. <https://ageconsearch.umn.edu/record/283880/?v=pdf>

Fundazucar. (2017). *Asociación Azucarera del Salvador*. <https://azucardeelsalvador.com/historia-de-azucar/>

Giannuzzi, L., & Molina, S. E. (1995). Edulcorantes naturales y sintéticos: aplicaciones y aspectos toxicológicos. *Acta Farmacéutica Bonaerense*. http://www.latamjpharm.org/trabajos/14/2/LAJOP_14_2_2_1_O7PY4U1EJI.pdf

- GOB. (2023). *Gobierno de México, Ficha técnica del azúcar*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114277/Ficha_Tecnica_del_Azucar.pdf
- Gomes, T., & Machado, R. (2022). Análisis de eficiencia de las regiones brasileñas productoras de caña de azúcar: un enfoque usando DEA. *XLII Encuentro Nacional de Ingeniería de Producción*.
- Graue, A. (2014). *Introducción a la economía* (1st ed.). Pearson Educación de México. S.A. de C.V.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (5th ed.).
- Hamulczuk, M., & Szajner, P. (2016). Precios del azúcar en Polonia y sus determinantes. *Problems of Agricultural Economics*, 59–79.
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2851820
- Hurlin, C., & Mignon, V. (2007). Second Generation Panel Unit Root Test. *HAL*.
<https://shs.hal.science/halshs-00159842/>
- ISO. (2023, August). *International Sugar Organization*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/850974/Balance_Mundial_2023t3.pdf
- Issar, N. (2013). Pre and Post Millennium Analysis of the Sugar Industry: “A Comparative Analysis of Developed and Developing Nations” . *Social Science Research Network*.
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2336611
- Krugman, P., & Obstfeld, M. (2006). *Economía Internacional Teoría y política* (7th ed.). Pearson Educación, S.A.
- Labra, R., & Torrecillas, C. (2014). *Guía cero para datos de panel. Un enfoque práctico*.
- Ledoux-Ovies, T. de la C. (2022). Caracterización actual del mercado internacional del azúcar . *Icidca*, 56. <https://www.revista.icidca.azcuba.cu/wp-content/uploads/2023/03/articulo-10.pdf>
- Maddala, G. (1992). *Introduction to econometrics* (2nd ed.). Macmillan Publishing Company.
- Malaiarasan, U., Felix, T., Ramasamy, P., & Balaji, S. (2019). Determinación del precio del azúcar en la India: un análisis econométrico. *Agricultural Economics Research Review*, 165–174.
<https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:aerr&volume=32&issue=conf&article=013>
- Marshall, A. (1961). *Principles of Economics* (Macmillan, Ed.; 8th ed.).

- Mayorga, M., & Muñoz, E. (2000). *La técnica de datos de panel una guía para su uso e interpretación*.
- Maziya, L., Tijani, A., & Masuku, M. (2016). Estimation of Export Demand Function for Swazi Sugar: A Panel Data Analysis. *International Journal of Sustainable Agricultural*, 1–18. https://www.researchgate.net/profile/Micah-Masuku/publication/299482035_Estimation_of_Export_Demand_Function_for_Swazi_Sugar_A_Panel_Data_Analysis/links/574d565908ae8bc5d15a6caa/Estimation-of-Export-Demand-Function-for-Swazi-Sugar-A-Panel-Data-Analysis.pdf
- Merino, A., Acebes, L. F., Mazaeda, R., & De Prada, C. (2009). Modelado y simulación del proceso de producción del azúcar. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 6(3), 21–31. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1697791209702614>
- Mwinuka, L., & Mlay, F. (2015). Determinants and performance of sugar export in Tanzania. *Revista de Finanzas y Economía Sciep*, 3. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/86340578/jfe-3-1-2-libre.pdf?1653303007=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DReckoning_the_risks_and_rewards_of_ferri.pdf&Expires=1744139638&Signature=CeWGt-FP1xfDPGsmgkcyjY25JzdAJDb-6~6z8AnzhppOnP5AOZuEoyBmY3w8urR~7wS0klZvf6G-hTbfFqmu02hXG9n4xMfa7IefhAIW~VbgLGY38ASy73aZg49Ven3qKP4IIDRdbI-MuaeimVvJeZnxYB2jkVV0CnfpBcJAf4EJpt3PZPbp03R3mM6wVnsJhxBHXAI3Tq~d8p692YHewZ3K3kQR88m64KT9b32R81mclj-xHX~uwOpg3htmlINVQJkVIn9DWWttTenHEXj8cwosZ8dSPV22UeOcAmrzypNcXil43lmsGtPcm211Nn7SEVOuOauot2cbTgcT~YmAB0g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Ndlangamandla, K., Kibirige, D., & Rugambisa, J. (2016). Determinantes de la competitividad de la industria azucarera de Swaziland. *Journal of Agricultural Studies*, 4. https://www.researchgate.net/profile/Douglas-Kibirige-2/publication/308116838_Determinants_of_Competitiveness_of_the_Swaziland_Sugar_Industry/links/57da87a208ae5292a3766346/Determinants-of-Competitiveness-of-the-Swaziland-Sugar-Industry.pdf?origin=journalDetail&_tp=eyJwYWdlIjoiam91cm5hbERldGFpbCJ9
- OCDE/FAO. (2022). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2022-2031*. [https://www.oecd-ilibrary.org/sites/99f4c779-es/index.html?itemId=/content/component/99f4c779-es#:~:text=Fuente%3A%20OCDE%20FAO%20\(2022,%20Doutl%20data%20De n.&text=Se%20prev%3%A9%20que%20el%20comercio,35%25%20d](https://www.oecd-ilibrary.org/sites/99f4c779-es/index.html?itemId=/content/component/99f4c779-es#:~:text=Fuente%3A%20OCDE%20FAO%20(2022,%20Doutl%20data%20De n.&text=Se%20prev%3%A9%20que%20el%20comercio,35%25%20d)

- OECD. (2023a). *Azúcar en bruto. Azúcar de caña o de remolacha y sacarosa químicamente pura, en estado sólido*. <https://oec.world/es/profile/hs/raw-sugar>
- OECD. (2023b). *Azúcar en bruto en México*. <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/raw-sugar/reporter/mex>
- Parkin, M., & Loría, E. (2010). *Microeconomía* (9th ed.). Pearson.
- Pesaran, H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*.
- Pesaran, M. H., & Robinson Building, A. (2004). *General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels*. <http://ssrn.com/abstract=572504>
- Quintana, L., & Mendoza, M. Á. (2016). Capítulo 1. La econometría: sus usos y aplicaciones en R. In L. Quintana & M. Á. Mendoza (Eds.), *Econometría aplicada utilizando R* (pp. 15–44). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Real Academia Española. (2024). *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/zafra#cGslrSC>
- Ricardo, D. (1817). *Principios de Economía Política y Tributación* (Murray, Ed.).
- Rivas, L. A. (2015). *¿Cómo hacer una tesis?* (3rd ed.). IPN.
- SADER. (2023, September 18). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cana-de-azucar-un-cultivo-de-importancia-para-mexico?idiom=es>
- SAGARPA. (2017). *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256427/B_sico-Ca_a_de_az_car.pdf
- Salvatore, D. (1998). *Economía internacional* (4th ed.). McGraw-Hill Interamericana, S.A.
- Secretaría de Economía. (2006). *Mercado del azúcar*.
- Secretaría de Economía. (2012). *Análisis de la situación económica, tecnológica y política comercial del sector edulcorante en México*.
- Shaikh, F. M., Syed, A. A. S. G., Shah, A. S., & Kazi, Z. H. (2019). Análisis econométrico del shock de precios y la demanda de consumo de azúcar en Pakistán. *Impact Factor*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3396331
- Sharma, C. (2019). Volatilidad del tipo de cambio y exportaciones de la India: un análisis de datos panel a nivel de productos básicos. *Journal of Financial Economic Policy*, 12, 23–44.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/jfep-11-2018-0157/full/html>

- Sheetal, Kumar, R., & Shashi. (2020). Análisis de la competitividad y concentración de las exportaciones de las principales economías azucareras, con especial referencia a la India. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 10, 687–715.
- SIB. (2016). Azúcar. Análisis del sector económico. *Superintendencia de Bancos Guatemala*.
- Smith, A. (2015). *Sugar. A Global History. The Edible Series* (Reaktion Books, Ed.).
- SODIMATE. (2017). SODIMATE. <https://sodimate.com.mx/ingenios-azucareros-cal-carbon-activado/#:~:text=%C2%BFQUE%20ES%20UN%20INGENIO%20AZUCARERO,producci%C3%B3n%20de%20alimentos%20y%20biocombustibles>.
- Taubes, G. (2016). *The Case Against Sugar* (Alfred A., Ed.).
- Tecnicaña. (2024, April 24). *Tecnicaña*. <https://tecnicana.org/2024/04/24/ingenios/como-se-hace-el-azucar/?v=056158413026#:~:text=El%20proceso%20de%20fabricaci%C3%B3n%20del,indispensable%20en%20nuestra%20vida%20diaria>.
- Torres, R. (2005). *Teoría del Comercio Internacional* (25th ed.). Siglo XXI Editores S.A. de C.V.
- UNICA. (2021). *Azúcar. Brasil: el mayor productor de azúcar en el mundo*. <https://unica.com.br/setor-sucroenergetico/acucar/>
- USDA. (2023). *United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service*. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>
- Valdivia, R., Cuevas, C., & Vázquez, J. (2022). Análisis de la eficiencia y retornos de escala de los ingenios azucareros de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342022000100141&script=sci_arttext
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709–748. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>
- Williams E. (1970). *From Columbus to Castro. The History of the Caribbean* (Vintage Books, Ed.).
- Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la econometría un enfoque moderno* (4th ed.). Cengage Learning Ediciones, S.A. de C.V.

Zimmermann, B., & Zeddies, J. (2002a). International competitiveness of sugar production. In *International Farm Management Congress, Wageningen, The Netherlands*. <https://ageconsearch.umn.edu/record/7000/?v=pdf>

Zimmermann, B., & Zeddies, J. (2002b). *International competitiveness of sugar production*.

Anexo 1. Prueba de dependencia transversal

```

. xtcd LNEXP LNVARTC VARPIB LNREN aug_res

Average correlation coefficients & Pesaran (2004) CD test

Variables series tested: LNEXP LNVARTC VARPIB LNREN aug_res
                        Group variable: UNIDAD
                        Number of groups: 10
                        Average # of observations: 36.67
                        Panel is: unbalanced
    
```

Variable	CD-test	p-value	corr	abs(corr)
LNEXP	8.14	0.000	0.211	0.418
LNVARTC	6.49	0.000	0.168	0.247
VARPIB	38.44	0.000	0.998	0.998
LNREN	5.61	0.000	0.146	0.303
res	8.51	0.000	0.221	0.364

Notes: Under the null hypothesis of cross-section independence $CD \sim N(0,1)$

Anexo 2. Pruebas de raíz unitaria segunda generación Pesaran (2003)

Variable exportaciones a nivel

```
. pescadf LNEXP , lag(3)

Pesaran's CADF test for LNEXP
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (10,33)      Obs = 290
Augmented by 3 lags (average)

   t-bar   cv10   cv5   cv1   Z[t-bar]   P-value
-2.020   -2.210   -2.330  -2.550  -0.807     0.210
```

Variable exportaciones en primera diferencia

```
. pescadf D.LNEXP , lag(3)

Pesaran's CADF test for D.LNEXP
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (10,32)      Obs = 280
Augmented by 3 lags (average)

   t-bar   cv10   cv5   cv1   Z[t-bar]   P-value
-3.101   -2.210   -2.330  -2.550  -4.445     0.000
```

Variable tipo de cambio a nivel

```
. pescadf LNVARTC , lag(5)

Pesaran's CADF test for LNVARTC
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (10,33)      Obs = 270
Augmented by 5 lags (average)

   t-bar   cv10   cv5   cv1   Z[t-bar]   P-value
-1.994   -2.210   -2.330  -2.550  -0.720     0.236
```

Variable tipo de cambio en primera diferencia

```
. pescadf D.LNVARTC , lag(5)

Pesaran's CADF test for D.LNVARTC
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (10,32)      Obs = 260
Augmented by 5 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
-----
-2.585   -2.210   -2.330   -2.550   -2.707         0.003
```

Variable Producto Interno Bruto a nivel

```
. pescadf VARPIB , lag(2)

Pesaran's CADF test for VARPIB
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (10,33)      Obs = 300
Augmented by 2 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
-----
-1.803   -2.210   -2.330   -2.550   -0.076         0.470
```

Variable Producto Interno Bruto en primera diferencia

```
. pescadf D.VARPIB , lag(2)

Pesaran's CADF test for D.VARPIB
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (10,32)      Obs = 290
Augmented by 2 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
-----
-3.099   -2.210   -2.330   -2.550   -4.437         0.000
```

Variable rendimiento a nivel

```
. pescadf LNREN , lag(2)

Pesaran's CADF test for LNREN
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (10,33)      Obs = 300
Augmented by 2 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
-----
-2.153  -2.210  -2.330  -2.550  -1.254      0.105
```

Variable rendimiento en primera diferencia

```
. pescadf D.LNREN , lag(2)

Pesaran's CADF test for D.LNREN
Cross-sectional average in first period extracted and extreme t-values truncated
Deterministics chosen: constant

t-bar test, N,T = (10,32)      Obs = 290
Augmented by 2 lags (average)

      t-bar      cv10      cv5      cv1      Z[t-bar]      P-value
-----
-3.528  -2.210  -2.330  -2.550  -5.879      0.000
```

Anexo 3. Prueba de cointegración de Westerlund (2007)

```
. xtwest LNEXP LNVARTC VARPIB LNREN , lags(0 0) lrwindow(0)

Calculating Westerlund ECM panel cointegration tests.....

Results for H0: no cointegration
With 10 series and 3 covariates
```

Statistic	Value	Z-value	P-value
Gt	-2.643	-2.884	0.002
Ga	-9.458	-0.834	0.202
Pt	-8.695	-3.456	0.000
Pa	-10.964	-3.352	0.000

Anexo 4. Estimación por el estimador AMG

```
. xtmg LNEXP LNVARTC VARPIB LNREN, aug res(aug_res) level(90)
```

Augmented Mean Group estimator (Bond & Eberhardt, 2009; Eberhardt & Teal, 2010)

Common dynamic process included as additional regressor
 All coefficients present represent averages across groups (UNIDAD)
 Coefficient averages computed as unweighted means

Mean Group type estimation Number of obs = 330
 AMG Wald chi2(3) = 15.10
Prob > chi2 = 0.0017

LNEXP	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[90% conf. interval]	
LNVARTC	.6115316	.3288129	1.86	0.063	.0706826	1.152381
VARPIB	1.231651	.5611581	2.19	0.028	.3086277	2.154674
LNREN	1.566779	.9374836	1.67	0.095	.0247555	3.108802
__00000R_c	.9959516	.456677	2.18	0.029	.2447847	1.747119
_cons	-134.4638	57.53631	-2.34	0.019	-229.1026	-39.82494

Root Mean Squared Error (sigma): 0.6409
 Variable __00000R_c refers to the common dynamic process.
 Residual series based on country regressions stored in variable: aug_res

Anexo 5. Base de datos

Australia

PAÍS	AÑO	EXP	PIB	TCR	REN
AUSTRALIA	1990	2852641	100.0000000	100.0000	734034
AUSTRALIA	1991	2613581	101.4068848	101.2386	626569
AUSTRALIA	1992	2276350	102.0759077	108.1851	627386
AUSTRALIA	1993	3127455	101.8059866	109.2700	852409
AUSTRALIA	1994	3456220	103.3145775	93.5906	926391
AUSTRALIA	1995	4020300	103.0647663	96.9135	957342
AUSTRALIA	1996	4042860	103.5730985	95.0160	977441
AUSTRALIA	1997	4224450	103.921175	107.6628	995960
AUSTRALIA	1998	4494582	102.8244769	118.9532	977714
AUSTRALIA	1999	4180717	103.5279389	98.0455	958913
AUSTRALIA	2000	3747567	104.5402509	110.1315	910852
AUSTRALIA	2001	3170417	102.0275417	110.3975	697131
AUSTRALIA	2002	3426705	102.2678832	93.9061	737386
AUSTRALIA	2003	3285253	103.1058784	83.3969	825433
AUSTRALIA	2004	3043325	104.4761038	88.4738	826403
AUSTRALIA	2005	3539886	104.0225389	96.9596	871573
AUSTRALIA	2006	3247669	104.4712376	101.0903	933465
AUSTRALIA	2007	2893620	104.3863538	90.4540	890721
AUSTRALIA	2008	2544461	102.036235	99.2691	857225
AUSTRALIA	2009	2630547	98.57566658	105.3027	803925
AUSTRALIA	2010	3255064	104.5713699	83.9673	801981
AUSTRALIA	2011	1916296	103.3337804	88.8020	817315
AUSTRALIA	2012	2523531	102.6753166	99.9224	766542
AUSTRALIA	2013	2865918	102.8032935	106.2210	824046
AUSTRALIA	2014	2858635.04	103.0755231	106.1930	813336
AUSTRALIA	2015	3580664.21	103.0855969	118.3441	859936
AUSTRALIA	2016	4102543.91	102.7868963	101.0457	769291
AUSTRALIA	2017	3784731.88	103.4157534	97.1652	806260
AUSTRALIA	2018	3593075.13	103.2829745	103.1140	756434
AUSTRALIA	2019	3222774.57	102.598169	107.6917	819814
AUSTRALIA	2020	3356702.14	96.89331145	101.4008	826455
AUSTRALIA	2021	3601498.69	106.3046019	93.2470	859282
AUSTRALIA	2022	2907175.98	103.0684597	109.7273	853245

Brasil

PAÍS	AÑO	EXP	PIB	TCR	REN
BRASIL	1990	1537337	100.0000000	100.0000	614788
BRASIL	1991	1655520	101.3845975	116.4698	619546
BRASIL	1992	2402638	102.1150871	108.7048	645968
BRASIL	1993	3036867	101.7656964	99.5231	632892
BRASIL	1994	3406911	103.2599898	81.8886	672231
BRASIL	1995	6239171	103.0482998	85.4987	666145
BRASIL	1996	5378894	103.6153149	97.3916	667550
BRASIL	1997	6371970	103.9351065	102.6492	688839
BRASIL	1998	8364247	102.9237681	105.9416	692474
BRASIL	1999	12100241	103.6347905	152.3233	681483
BRASIL	2000	6504424	104.5325866	97.3987	678781
BRASIL	2001	11173216	102.0435072	123.6101	694433
BRASIL	2002	13354332	102.2798912	116.4235	714432
BRASIL	2003	12914410	103.1549866	93.9478	737313
BRASIL	2004	15763931	104.4397396	91.5540	737260
BRASIL	2005	18147064	104.0267566	80.5161	728542
BRASIL	2006	18870167	104.451992	88.5368	751177
BRASIL	2007	19359022	104.3336734	88.8254	776322
BRASIL	2008	19472521	101.9877786	92.5420	792743
BRASIL	2009	24294098	98.60333657	103.5831	802555
BRASIL	2010	27999491	104.4493502	85.1396	790445
BRASIL	2011	25359151	103.2992793	91.9861	764485
BRASIL	2012	24017442	102.7187445	113.0593	742966
BRASIL	2013	27154305	102.7941871	105.4685	753387
BRASIL	2014	24126670.8	103.136057	104.2997	706460
BRASIL	2015	24012276.1	103.2432628	129.8364	742026
BRASIL	2016	28932939.6	102.9354515	97.7254	751763
BRASIL	2017	28701775.4	103.4438358	90.2463	744559
BRASIL	2018	21305694.5	103.309977	113.1402	745759
BRASIL	2019	17889740.5	102.6212547	105.9556	746570
BRASIL	2020	30635928.3	96.94699325	128.1889	756363
BRASIL	2021	27255225.7	106.2557271	101.1585	717734
BRASIL	2022	27291726.6	103.093463	94.6094	733926

China

PAÍS	AÑO	EXP	PIB	TCR	REN
CHINA	1990	606188	100.0000000	100.0000	805573
CHINA	1991	425164	101.1440505	112.0223	800310
CHINA	1992	1711361	101.66138	100.3529	830415
CHINA	1993	1888347	101.4147634	93.8571	799911
CHINA	1994	998641	102.9374504	123.5184	772789
CHINA	1995	559716	102.7329209	85.2947	793970
CHINA	1996	765261	103.2770775	94.6073	816614
CHINA	1997	510584	103.6525068	99.2717	854346
CHINA	1998	548901	102.591152	102.2095	849972
CHINA	1999	401616	103.3248937	103.6317	833981
CHINA	2000	449571.66	104.2980587	103.0217	828020
CHINA	2001	228740	101.6448618	102.0743	876676
CHINA	2002	381033	101.8568468	102.3337	951282
CHINA	2003	149473	102.6254041	101.1307	891884
CHINA	2004	138369	104.052446	98.8920	961885
CHINA	2005	415294	103.4260048	100.5757	1016494
CHINA	2006	198401	103.7391555	98.8136	1101738
CHINA	2007	163358	103.4688999	93.6231	1126019
CHINA	2008	96818	101.2932437	89.5403	1119728
CHINA	2009	82035	97.45211323	98.6818	1066160
CHINA	2010	115595	103.7740434	97.6302	1082385
CHINA	2011	82280	102.4968232	93.2714	1138916
CHINA	2012	73054	101.9712619	97.1683	1183843
CHINA	2013	68432	102.0609685	97.0473	1214648
CHINA	2014	65708.36	102.3824241	98.8642	1289862
CHINA	2015	95411.58	102.4150657	100.0507	1255220
CHINA	2016	167055.4	102.0871156	105.9235	1290102
CHINA	2017	269864	102.7558768	102.2575	1298827
CHINA	2018	487416.33	102.6245609	98.2399	1290098
CHINA	2019	365139.19	101.9350713	103.3169	1346462
CHINA	2020	192165.52	95.86776509	98.7332	1360968
CHINA	2021	173453.55	105.7483494	96.8928	1286400
CHINA	2022	216551.23	103.1116308	110.6454	1304633

Colombia

PAÍS	AÑO	EXP	PIB	TCR	REN
COLOMBIA	1990	419498	100.0000000	100.0000	873006
COLOMBIA	1991	263837	101.3735225	99.8208	888909
COLOMBIA	1992	416934	102.0408565	88.0037	853290
COLOMBIA	1993	619531	101.8316352	97.1762	800227
COLOMBIA	1994	538443	103.3171933	87.7944	835838
COLOMBIA	1995	509459	103.0712362	93.9239	846875
COLOMBIA	1996	719609	103.5838625	96.7584	901618
COLOMBIA	1997	817031	103.922836	95.0904	1128107
COLOMBIA	1998	1021233	102.8651162	106.9650	1082460
COLOMBIA	1999	921709	103.5824429	113.5055	1084746
COLOMBIA	2000	1035253.4	104.5343377	112.4914	1062234
COLOMBIA	2001	905108	102.0286351	104.9090	1007454
COLOMBIA	2002	1141295	102.2980547	104.0244	1146850
COLOMBIA	2003	1250917	103.1029611	109.6751	1169761
COLOMBIA	2004	1165359	104.4686743	88.5576	1195294
COLOMBIA	2005	1109250	104.0039647	86.9167	1156292
COLOMBIA	2006	946613	104.43258	100.5739	1076631
COLOMBIA	2007	754682	104.3673977	85.8486	1049708
COLOMBIA	2008	416720	102.0594607	91.7861	1069469
COLOMBIA	2009	918755	98.62650876	104.9911	1161643
COLOMBIA	2010	804951	104.5279266	87.4706	1129388
COLOMBIA	2011	842878	103.3038823	97.0724	1171496
COLOMBIA	2012	753367	102.693168	96.2568	1092472
COLOMBIA	2013	620073	102.7908826	103.3797	1100768
COLOMBIA	2014	797598.57	103.0614747	105.7458	1193184
COLOMBIA	2015	785572.64	103.0700385	130.6564	1137086
COLOMBIA	2016	511626.81	102.7894943	104.9534	1124118
COLOMBIA	2017	711517.28	103.4039733	94.5809	806957
COLOMBIA	2018	755113.64	103.2789958	99.3688	987734
COLOMBIA	2019	709117.16	102.58853	109.1919	753587
COLOMBIA	2020	760724.54	96.95815394	111.1248	1148154
COLOMBIA	2021	593185.18	106.2111642	102.5583	1236117
COLOMBIA	2022	636899.27	103.0735217	111.4296	1203435

El Salvador

PAÍS	AÑO	EXP	PIB	TCR	REN
EL SALVADOR	1990	44567	100.0000000	100.0000	926222
EL SALVADOR	1991	81154	101.3755818	106.6562	809056
EL SALVADOR	1992	164037	102.0458481	96.6169	861776
EL SALVADOR	1993	120651	101.842361	90.4243	788224
EL SALVADOR	1994	111984	103.325537	93.0651	748805
EL SALVADOR	1995	93136	103.0783421	93.7108	717413
EL SALVADOR	1996	97623	103.5792857	93.7582	879015
EL SALVADOR	1997	174016	103.9213362	97.9540	740140
EL SALVADOR	1998	253536	102.8568402	99.0158	742463
EL SALVADOR	1999	219290	103.5552642	101.6646	687922
EL SALVADOR	2000	256514.17	104.5303186	101.0810	749318
EL SALVADOR	2001	311079	102.0279159	11.3202	828448
EL SALVADOR	2002	221414	102.2989811	99.7256	769155
EL SALVADOR	2003	266306	103.1061505	100.1466	669058
EL SALVADOR	2004	252722	104.4727548	98.3009	845175
EL SALVADOR	2005	350241	104.0071284	98.7600	811610
EL SALVADOR	2006	294238	104.4401878	99.2203	799810
EL SALVADOR	2007	267208	104.3762764	98.3501	784725
EL SALVADOR	2008	300958	102.0636713	97.3115	784721
EL SALVADOR	2009	300883	98.63556265	98.6033	918961
EL SALVADOR	2010	370874	104.5285782	100.4553	813363
EL SALVADOR	2011	333511	103.3168323	98.1241	856640
EL SALVADOR	2012	374496	102.6976436	100.3338	885413
EL SALVADOR	2013	449161	102.7998988	100.7018	928426
EL SALVADOR	2014	447024.18	103.0674331	100.4755	850006
EL SALVADOR	2015	517473.01	103.069803	100.8563	808088
EL SALVADOR	2016	370928.19	102.7868342	100.6536	910476
EL SALVADOR	2017	494723.57	103.3964016	101.1066	901697
EL SALVADOR	2018	435815.7	103.276546	101.3377	911585
EL SALVADOR	2019	557749.11	102.5908547	101.7356	965362
EL SALVADOR	2020	605978.42	96.94363708	101.6112	963407
EL SALVADOR	2021	571649.38	106.2271634	101.1897	980225
EL SALVADOR	2022	492237.08	103.0895273	100.7502	958447

Guatemala

PAÍS	AÑO	EXP	PIB	TCR	REN
GUATEMALA	1990	404471	100.0000000	100.0000	857420
GUATEMALA	1991	629692	101.3740545	87.7514	881535
GUATEMALA	1992	790214	102.0456403	96.2625	897927
GUATEMALA	1993	674092	101.8423262	100.3445	909106
GUATEMALA	1994	692795	103.3255403	94.4624	916017
GUATEMALA	1995	866941	103.0775992	95.8041	1114270
GUATEMALA	1996	796198	103.57866	96.4984	872602
GUATEMALA	1997	1033012	103.9207021	93.9316	1148507
GUATEMALA	1998	1342300	102.8551508	100.4256	1010521
GUATEMALA	1999	1145516	103.5545082	112.1754	934769
GUATEMALA	2000	1260201.36	104.5297495	102.5325	909473
GUATEMALA	2001	1130245	102.0272648	97.0214	1022834
GUATEMALA	2002	1360291	102.2975376	93.5041	945769
GUATEMALA	2003	1168661	103.1060249	98.3194	940907
GUATEMALA	2004	1154595	104.4725275	95.5118	1081503
GUATEMALA	2005	1287321	104.0072367	91.0341	973764
GUATEMALA	2006	1332150	104.439461	96.4731	934362
GUATEMALA	2007	1295091	104.3739255	97.1796	941790
GUATEMALA	2008	1296936	102.0627409	91.8733	941766
GUATEMALA	2009	1591333	98.63386412	105.6095	923248
GUATEMALA	2010	1742083	104.5291298	96.6186	951065
GUATEMALA	2011	1289920	103.3163064	93.8389	839416
GUATEMALA	2012	1516859	102.697483	98.9587	949322
GUATEMALA	2013	1930284	102.7989849	97.5294	1030749
GUATEMALA	2014	2117750.03	103.065896	96.7051	1251568
GUATEMALA	2015	2137510.88	103.068756	96.8038	1264313
GUATEMALA	2016	2091941.87	102.7868472	96.2538	1290493
GUATEMALA	2017	1805897.33	103.3963177	94.5598	1029812
GUATEMALA	2018	1660377.25	103.2761756	101.0389	1030753
GUATEMALA	2019	2035814	102.589609	100.4977	1081141
GUATEMALA	2020	1665505.17	96.94113212	98.3988	1126710
GUATEMALA	2021	1319071.82	106.227092	100.5846	1146740
GUATEMALA	2022	1715384.88	103.0884936	101.2267	1158502

India

PAÍS	AÑO	EXP	PIB	TCR	REN
INDIA	1990	26626	100.0000000	100.0000	655915
INDIA	1991	176504	101.3797951	118.9365	653949
INDIA	1992	393782	102.0027986	105.0341	661458
INDIA	1993	187110	101.8046191	113.9178	638739
INDIA	1994	49477	103.2798041	95.7570	671550
INDIA	1995	365849	103.0145506	96.4002	711990
INDIA	1996	653134	103.5187491	103.2081	677349
INDIA	1997	171711	103.9190321	97.8681	664958
INDIA	1998	12211	102.8049498	101.9018	711338
INDIA	1999	11907.91	103.4696427	101.8788	765328
INDIA	2000	337784	104.5406794	103.7460	709349
INDIA	2001	1447829	101.9805052	104.0307	685766
INDIA	2002	1661624	102.2727197	100.3398	673696
INDIA	2003	1198312	103.0222414	94.4123	635761
INDIA	2004	105963	104.4081432	96.2587	593799
INDIA	2005	320607	103.932366	96.5187	647517
INDIA	2006	1642261	104.3688228	100.2408	669281
INDIA	2007	4683431	104.3084128	88.2428	690330
INDIA	2008	3330484	102.0421629	100.8361	688772
INDIA	2009	42894	98.43907561	99.9867	645535
INDIA	2010	1299097	104.43529	85.7347	700191
INDIA	2011	2719021	103.2703855	96.6727	692466
INDIA	2012	3492527	102.6296366	106.7496	716343
INDIA	2013	1955019	102.7087736	101.1323	682400
INDIA	2014	2437863.65	102.9529497	99.2253	705695
INDIA	2015	3068246.7	102.9346111	100.3184	714661
INDIA	2016	3164397.2	102.629532	101.0645	703935
INDIA	2017	1955275.09	103.2929838	95.7902	690014
INDIA	2018	2543446.49	103.1766675	103.5064	801984
INDIA	2019	5180137.95	102.5493623	101.0663	801045
INDIA	2020	7061660.65	97.03304837	99.9055	804966
INDIA	2021	9138001.13	106.1388775	99.3436	835662
INDIA	2022	12161266	102.9537987	107.6395	849063

México

PAÍS	AÑO	EXP	PIB	TCR	REN
MÉXICO	1990	4561	100.0000000	100.0000	1098697
MÉXICO	1991	203383	101.3266668	91.1959	892640
MÉXICO	1992	6924	102.0182163	91.4560	906688
MÉXICO	1993	55	101.8237628	94.4323	1011241
MÉXICO	1994	429	103.3048988	103.9151	968927
MÉXICO	1995	482344	103.2589806	144.8411	1087438
MÉXICO	1996	652720	103.5300222	90.6783	1163151
MÉXICO	1997	870760	103.8596771	88.4005	1102313
MÉXICO	1998	951070	102.7924565	101.0688	1158136
MÉXICO	1999	492095	103.570694	91.7219	1123048
MÉXICO	2000	288294.97	104.5191337	93.3800	1114482
MÉXICO	2001	121194	102.076812	95.5130	1162057
MÉXICO	2002	390808	102.347918	99.9671	1118149
MÉXICO	2003	26622	103.1419184	109.3010	1127531
MÉXICO	2004	24717	104.4883072	102.5965	1127270
MÉXICO	2005	201131	104.0415026	96.0086	1142315
MÉXICO	2006	833768	104.4335669	99.6229	1098726
MÉXICO	2007	195448	104.4170513	99.1911	1087876
MÉXICO	2008	983606	102.0835426	100.5983	1050100
MÉXICO	2009	992615	98.72166399	114.8996	983404
MÉXICO	2010	875690	104.5204346	91.2474	977047
MÉXICO	2011	1409988	103.314856	98.0786	946744
MÉXICO	2012	997123	102.6834046	103.9266	873030
MÉXICO	2013	2617237	102.8325312	94.7943	921579
MÉXICO	2014	1837989.72	103.0763197	101.6773	863830
MÉXICO	2015	1528457.74	103.0756309	116.2074	848629
MÉXICO	2016	1258347.84	102.8033711	115.9803	851168
MÉXICO	2017	1118716.69	103.4207753	97.6658	864902
MÉXICO	2018	1392594.63	103.2971154	99.2979	853557
MÉXICO	2019	1334519.4	102.6360238	98.3387	874056
MÉXICO	2020	825003.6	97.02789041	109.2011	823464
MÉXICO	2021	1034207.61	106.2342303	93.4684	811855
MÉXICO	2022	1249500.83	103.0777559	99.3825	812331

Sudáfrica

PAÍS	AÑO	EXP	PIB	TCR	REN
SUDÁFRICA	1990	775522	100.0000000	100.0000	683203
SUDÁFRICA	1991	603500	101.3879931	96.4537	727423
SUDÁFRICA	1992	278000	102.0687115	93.4474	482868
SUDÁFRICA	1993	139000	101.8467823	107.5112	416960
SUDÁFRICA	1994	313000	103.3266678	102.3471	551768
SUDÁFRICA	1995	382200	103.0788854	96.6265	611971
SUDÁFRICA	1996	817000	103.5747247	113.6510	699167
SUDÁFRICA	1997	987565	103.9274237	100.9999	747019
SUDÁFRICA	1998	1205377	102.8680145	113.9915	724824
SUDÁFRICA	1999	1103653	103.5601196	107.3680	677418
SUDÁFRICA	2000	1414813.74	104.5305569	111.4753	739525
SUDÁFRICA	2001	1513985	102.0244062	120.6796	649563
SUDÁFRICA	2002	1135905	102.2922327	113.5927	716380
SUDÁFRICA	2003	979292	103.1063346	69.4515	626432
SUDÁFRICA	2004	962844	104.471105	88.2892	604245
SUDÁFRICA	2005	1072790	104.0007216	99.7291	660244
SUDÁFRICA	2006	1337535	104.4346304	106.4636	663567
SUDÁFRICA	2007	1032489	104.3707016	100.7853	641679
SUDÁFRICA	2008	684936	102.0582393	110.6152	670033
SUDÁFRICA	2009	905229	98.6361685	95.3287	670725
SUDÁFRICA	2010	421178	104.5350834	84.3663	590809
SUDÁFRICA	2011	262925	103.3176927	97.4389	664557
SUDÁFRICA	2012	306890	102.6991552	109.1581	672050
SUDÁFRICA	2013	851243	102.8012097	112.7994	753292
SUDÁFRICA	2014	913391.23	103.0749171	107.6298	650553
SUDÁFRICA	2015	201016.09	103.0778194	112.5921	574931
SUDÁFRICA	2016	248587.39	102.7965759	109.5446	603177
SUDÁFRICA	2017	575203.78	103.4061969	87.9488	684811
SUDÁFRICA	2018	1059941.35	103.2839044	97.3539	697214
SUDÁFRICA	2019	1473204.52	102.6009436	106.7570	705031
SUDÁFRICA	2020	1018069.19	96.95456406	111.7348	730993
SUDÁFRICA	2021	592065.68	106.2348952	89.8643	719166
SUDÁFRICA	2022	565777.59	103.0941787	111.6677	696238

Tailandia

PAÍS	AÑO	EXP	PIB	TCR	REN
TAILANDIA	1990	2370410	100.0000000	100.0000	488942
TAILANDIA	1991	2900475	101.3467838	98.3401	523429
TAILANDIA	1992	3757347	102.0216425	98.4815	523306
TAILANDIA	1993	2218986	101.8146325	99.3351	406309
TAILANDIA	1994	2610824	103.3034331	97.0224	473059
TAILANDIA	1995	3759230	103.0534538	96.2460	548359
TAILANDIA	1996	4452880	103.5671721	98.9530	588561
TAILANDIA	1997	4032241	103.9572153	119.9083	575290
TAILANDIA	1998	2286837	102.9099578	124.0010	460639
TAILANDIA	1999	3269308	103.550102	93.1622	548554
TAILANDIA	2000	4087433	104.5293784	107.9413	591614
TAILANDIA	2001	3245758	102.0209913	112.0773	565126
TAILANDIA	2002	4033179	102.2807893	97.5408	593501
TAILANDIA	2003	5126018	103.0858638	97.0073	651797
TAILANDIA	2004	4600032	104.4623587	96.8801	579338
TAILANDIA	2005	3041396	104.0057525	98.8966	464621
TAILANDIA	2006	2238700	104.4374504	92.9161	493696
TAILANDIA	2007	4408343	104.3699733	91.6650	637101
TAILANDIA	2008	5011802	102.0654588	95.0185	697287
TAILANDIA	2009	5052570	98.63182507	103.4280	693371
TAILANDIA	2010	4500719	104.5122249	90.9776	681547
TAILANDIA	2011	6520671	103.3302754	95.6275	761971
TAILANDIA	2012	6853124	102.6738898	101.0037	767505
TAILANDIA	2013	5994378	102.8003158	98.1545	757385
TAILANDIA	2014	6293590	103.078393	105.4250	766408
TAILANDIA	2015	7591329.86	103.0692479	106.5273	672059
TAILANDIA	2016	5979428.04	102.7832823	104.1662	656878
TAILANDIA	2017	5594446.58	103.3918413	97.5555	663250
TAILANDIA	2018	8304082.77	103.2711393	96.4973	754515
TAILANDIA	2019	9447391.76	102.5933971	97.1470	713875
TAILANDIA	2020	5382671.31	96.95861553	102.9064	437352
TAILANDIA	2021	3557431.86	106.2536414	105.6840	449233
TAILANDIA	2022	6408552.03	103.091863	111.6354	603879

Efigenia García Rodríguez

Determinantes que incidieron en las exportaciones de azúcar de los principales productores a nivel m

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:461171552

Fecha de entrega

21 may 2025, 9:45 a.m. GMT-6

Fecha de descarga

21 may 2025, 9:53 a.m. GMT-6

Nombre de archivo

Determinantes que incidieron en las exportaciones de azúcar de los principales productores a ni....pdf

Tamaño de archivo

1.2 MB

112 Páginas




29.612 Palabras

154.701 Caracteres

18% Overall Similarity


The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 17%  Internet sources
- 6%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review

-  **Replaced Characters**
11 suspect characters on 6 pages
Letters are swapped with similar characters from another alphabet.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NEGOCIOS INTERNACIONALES	
Título del trabajo	DETERMINANTES QUE INCIDIERON EN LAS EXPORTACIONES DE AZÚCAR DE LOS PRINCIPALES PRODUCTORES A NIVEL MUNDIAL EN EL PERIODO 1990-2022: UN MODELO DE DATOS PANEL	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	EFIGENIA GARCÍA RODRÍGUEZ	0208232h@umich.mx
Director	DRA. ODETTE VIRGINIA DELFÍN ORTEGA	odette.delfin@umich.mx
Codirector		
Coordinador del programa	DR. MARIO GÓMEZ AGUIRRE	mae.cs.negocios.internacionales@umich.mx


Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	NO	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	NO	
Traducción a otra lengua	NO	
Revisión y corrección de estilo	NO	
Análisis de datos	NO	
Búsqueda y organización de información	NO	
Formateo de las referencias bibliográficas	NO	
Generación de contenido multimedia	NO	
Otro	NO	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	EFIGENIA GARCÍA RODRÍGUEZ 
Lugar y fecha	MORELIA, MICHOACÁN, 19 DE MAYO DE 2025