



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ECONÓMICA**



**“RENTA EXTERNA, TIPO DE CAMBIO Y PRECIOS  
INTERNACIONALES EN LAS EXPORTACIONES DE  
PERÚ 2000-2022: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ALEX CRISTIAN IQUISE ALANOCCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ECONOMISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2023**



NOMBRE DEL TRABAJO

**RENTA EXTERNA, TIPO DE CAMBIO Y PR  
ECIOS INTERNACIONALES EN LAS EXPO  
RTACIONES DE PERÚ 2000-2022: UN A**

AUTOR

**ALEX CRISTIAN IQUISE ALANOCCA**

RECuento DE PALABRAS

**24391 Words**

RECuento DE CARACTERES

**129676 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**102 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**887.4KB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 18, 2023 8:45 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 18, 2023 8:47 PM GMT-5**

● **19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 6% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

V°B°

Firmado digitalmente por  
YAPUCHURÁ SAICO Cristóbal  
Rutino FAU 20145496170 soft  
Motivo: Doy V°B°  
Fecha: 24.07.2023 11:19:46 -05:00

UNA  
PUNO

Firmado digitalmente por FERRO  
GONZALES Polan Frantbal FAU  
20145496170 hard  
Motivo: Doy V°B°  
Fecha: 18.07.2023 20:50:16 -05:00



## DEDICATORIA

*Con infinito amor y gratitud, dedico esta tesis a mis padres. Vuestro constante apoyo, aliento, amor y confianza en mí han sido mi mayor fortaleza a alcanzar mis metas y superar todos los desafíos que he enfrentado en este viaje académico.*

*A mis hermanos por cada recuerdo compartido, cada conversación profunda y cada gesto de amor que han dejado en mi vida. Han estado a mi lado en todo momento, viendo mi crecimiento, mis logros y mis fracasos.*

***Alex Cristian Iquise Alanocca.***



## AGRADECIMIENTOS

*Deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía y mi fuerza durante todo este proceso.*

*Agradezco a la Facultad de Ingeniería Económica de la Universidad Nacional del Altiplano Puno por brindarme la oportunidad de aprender, por fomentar el pensamiento crítico y por crear un entorno enriquecedor para mi formación académica.*

*Mi sincero agradecimiento a la Facultad de Economía y Relaciones Internacionales de la Universidad Autónoma de Baja California por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación y completar mi tesis. Ha sido un verdadero privilegio formar parte de esta prestigiosa institución.*

*También deseo expresar mi gratitud a la Dra. Kendall Ariana López Peña, como asesora externa de mi tesis, por su orientación, paciencia y compromiso en brindarme retroalimentación constructiva. Sus observaciones y sugerencias han contribuido significativamente tanto la calidad de esta tesis como mi formación profesional.*

*Esta tesis no solo es el resultado de mi esfuerzo, sino también el reflejo del amor, el apoyo y la influencia positiva que han tenido en mi vida mis padres y mis hermanos. Han fomentado mi pasión por el aprendizaje y han sido una fuente constante de motivación para dar lo mejor de mí.*

***Alex Cristian Iquise Alanocca.***



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 11**

**ABSTRACT ..... 12**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 14**

1.1.1. Problema general ..... 17

1.1.2. Problemas específicos..... 18

**1.2. JUSTIFICACIÓN ..... 18**

**1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN ..... 19**

1.3.1. Objetivo general ..... 19

1.3.2. Objetivos específicos ..... 19

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN ..... 20**

2.1.1. Revisión internacional ..... 20

2.1.2. Revisión nacional ..... 27

**2.2. MARCO TEÓRICO ..... 31**

2.2.1. Las razones del comercio internacional..... 31



2.2.2.	La dotación factorial de Heckscher-Ohlin.....	34
2.2.3.	Las Exportaciones.....	38
2.2.4.	El tipo de cambio real.....	42
2.2.5.	Los precios de las exportaciones .....	44
<b>2.3.</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>46</b>
<b>2.4.</b>	<b>HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>50</b>
2.4.1.	Hipótesis general .....	50
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	50
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>		
<b>3.1.</b>	<b>COINTEGRACIÓN.....</b>	<b>51</b>
<b>3.2.</b>	<b>SERIES .....</b>	<b>53</b>
3.2.1.	Ajuste estacional en las series (Seasonal Adjustment, SA).....	55
3.2.2.	Coefficiente de correlación lineal de las series.....	57
<b>3.3.</b>	<b>METODOLOGÍA DE COINTEGRACIÓN DE JOHANSEN .....</b>	<b>59</b>
<b>3.4.</b>	<b>DETERMINAR EL ORDEN DE ESTACIONARIEDAD DE LAS SERIES</b>	<b>59</b>
3.4.1.	Análisis gráfico de estacionariedad de las series.....	59
3.4.2.	Prueba de estacionariedad de Dickey-Fuller (DF) .....	62
3.4.3.	Prueba de estacionariedad de Augmented Dickey-Fuller (ADF).....	63
3.4.4.	Pruebas de raíces unitarias ADF, PP y KPSS.....	65
3.4.5.	Conclusión de las pruebas de raíz unitaria de ADF, PP y KPSS.....	67
3.4.6.	Prueba de estacionariedad con cambios estructurales .....	68
3.4.7.	Prueba de raíz unitaria con quiebre estructural de Zivot & Andrews .....	68
<b>3.5.</b>	<b>VECTOR AUTORREGRESIVO (VAR).....</b>	<b>70</b>
3.5.1.	Especificación del modelo VAR .....	70



3.5.2. Estimación del VAR parcial .....	71
3.5.3. Estimación del retardo óptimo del VAR .....	71
3.5.4. Prueba de causalidad de Granger .....	73
3.5.5. Conclusión de la estimación del VAR parcial.....	74
<b>3.6. PRUEBA DE COINTEGRACIÓN DE JOHANSEN .....</b>	<b>74</b>
3.6.1. Prueba de la traza.....	74
3.6.2. Prueba del máximo valor propio .....	76
3.6.3. Conclusiones de la prueba de la traza y del máximo valor propio .....	77
<b>3.7. VECTOR DE CORRECCIÓN DE ERROR (VEC) .....</b>	<b>78</b>
3.7.1. Especificación del mecanismo de corrección de errores (MCE).....	78
3.7.2. Especificación del modelo VEC.....	79
3.7.3. Estimación con restricciones en el vector de corrección de error .....	80

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. RESULTADOS DEL MODELO .....</b>	<b>82</b>
<b>4.2. DISCUSIÓN .....</b>	<b>85</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>90</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>96</b>

**Área** : Políticas Públicas.

**Tema** : Negocios y Comercio Internacional.

**Fecha de sustentación:** 24 de julio del 2023



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Relaciones de intensidad de factores .....	36
<b>Figura 2.</b> Dotaciones relativas de factores diferentes.....	37
<b>Figura 3.</b> Participación de las exportaciones reales en el producto bruto interno real de Perú .....	40
<b>Figura 4.</b> Balanza comercial real de Perú.....	42
<b>Figura 5.</b> Índice del tipo de cambio real multilateral y bilateral de Perú (2009=100)	43
<b>Figura 6.</b> Índice de precios nominales de las exportaciones y términos de intercambio de Perú (2007=100) .....	45
<b>Figura 7.</b> Comportamiento de las series en niveles.....	60
<b>Figura 8.</b> Comportamiento de las series en primeras diferencias.....	61



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Proceso de apertura comercial del Perú.....	15
<b>Tabla 2.</b>	Principales destinos de las exportaciones peruanas en el 2022 .....	16
<b>Tabla 3.</b>	Funciones de exportación de la revisión empírica.....	31
<b>Tabla 4.</b>	Matriz de correlación de las series.....	58
<b>Tabla 5.</b>	Pruebas de raíces unitarias en niveles.....	66
<b>Tabla 6.</b>	Pruebas de raíces unitarias en primeras diferencias .....	67
<b>Tabla 7.</b>	Prueba de raíz unitaria con quiebre estructural en niveles .....	69
<b>Tabla 8.</b>	Prueba de raíz unitaria con quiebre estructural en primeras diferencias .....	70
<b>Tabla 9.</b>	Estimación del número de retardo óptimo.....	72
<b>Tabla 10.</b>	Prueba de Causalidad de Granger.....	73
<b>Tabla 11.</b>	Prueba de la Traza para la cointegración.....	75
<b>Tabla 12.</b>	Prueba del Máximo Valor Propio para la cointegración .....	77
<b>Tabla 13.</b>	Restricciones en la estimación del VEC con tres retardos .....	81
<b>Tabla 14.</b>	Resultados del modelo.....	82



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

**VEC:** Vector Error Correction

**VAR:** Vector Autorregresivo

**MCET:** Ministerio de Comercio Exterior y Turismo

**ARDL:** Autoregressive Distributed Lag

**BCRP:** Banco Central de Reserva del Perú

**FRED:** Federal Reserve Economic Data

**SUNAT:** Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria



## RESUMEN

Los dos principales mercados destino de exportación para Perú son China y los Estados Unidos de América, que juntos representan alrededor del cuarenta y cuatro por ciento de las exportaciones totales y destacan en conjunto como los principales mercados para las exportaciones mineras, agropecuarias y textiles. Las exportaciones toman relevancia porque se considera que son un factor impulsor de crecimiento económico en los países emergentes. Se estima un Vector de Corrección de Error (VEC, por sus siglas en inglés) para determinar qué factores explican el objeto de estudio. Se utilizan datos de series de tiempo con una frecuencia trimestral para los años 2000-2022, donde las exportaciones reales de Perú es la variable relevante. Los resultados de la estimación demuestran una relación de equilibrio de largo plazo en la función extendida de exportaciones peruanas, donde los signos y magnitudes de los coeficientes de la elasticidad ingreso, rentabilidad y precio son acordes con la teoría económica. El producto bruto interno real de la renta externa, con elasticidades de 1.04% y 3.60% para China y Estados Unidos de América respectivamente, es la variable que mejor explica las exportaciones reales siendo positivas y elásticas. Le siguen el índice del tipo de cambio real y el índice de precios nominales de las exportaciones con elasticidades de 0.74% y 0.65% respectivamente. Estos hallazgos pueden ser de utilidad en el desarrollo de políticas públicas dirigidas a mejorar la competitividad de las empresas exportadoras y la expansión sostenible de la oferta exportable en los mercados internacionales.

**Palabras clave:** Cointegración, exportaciones, comercio internacional, equilibrio estacionario.



## ABSTRACT

The two main export destination markets for Peru are China and the United States of America, which together account for about forty-four percent of total exports and stand out as the main markets for mining, agricultural and textile exports. Exports are important because they are considered to be a driving factor for economic growth in emerging countries. An Error Correction Vector (ECV) is estimated to determine which factors explain the object of study. Time series data with a quarterly frequency is used for the years 2000-2022, where Peru's real exports is the relevant variable. The estimation results show a long-run equilibrium relationship in the extended function of Peruvian exports, where the signs and magnitudes of the coefficients of income, profitability and price elasticity are in accordance with economic theory. The real gross domestic product of foreign income, with elasticities of 1.04 and 3.60 for China and the United States of America respectively, is the variable that best explains real exports, being positive and elastic. It is followed by the real exchange rate index and the nominal export price index with elasticities of 0.74 and 0.65 respectively. These findings may be useful in the development of public policies aimed at improving competitiveness.

**Keywords:** Cointegration, exports, international trade, stationary equilibrium.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Las exportaciones desempeñan un papel importante en el crecimiento económico de un país porque pueden generar ingresos, impulsar la competitividad de las empresas exportadoras y fomentar el desarrollo a largo plazo. Sin embargo, para crear políticas públicas efectivas que apoyen un entorno favorable en el comercio internacional, es esencial comprender los factores que impulsan las exportaciones y cómo se relacionan con otros indicadores económicos. En este contexto, la presente investigación busca analizar las exportaciones del Perú con los principales factores que la determinan para el periodo 2000-2022. Para ello, la investigación está estructurada en los siguientes siete capítulos:

En el primer capítulo se plantea el tema, se establece el problema y se propone el objetivo del estudio. El análisis correspondiente a la revisión empírica y las bases teóricas se presentan en el segundo capítulo e incluye la definición y desarrollo de la evidencia empírica sobre la estimación de funciones de exportación. Asimismo, se expresa la hipótesis principal propuesta en el estudio: “Existe una relación de equilibrio de largo plazo del producto bruto interno real de China y Estados Unidos de América como los dos principales socios exportadores, el índice del tipo de cambio real en su modalidad bilateral y el índice de precios nominales de las exportaciones que han explicado el desempeño de las exportaciones reales de Perú durante el periodo 2000-2022”.

El tercer capítulo examina las etapas de la metodología de cointegración de Johansen incluida la recopilación y tratamiento de datos, la especificación de pruebas econométricas para series temporales y la estimación del modelo. El objetivo de la metodología es determinar una relación de equilibrio de largo plazo entre las series de



estudio. Para ello, se estima de inicio un modelo de vector autorregresivo parcial (VAR) para obtener el retardo óptimo de la ecuación de cointegración, posteriormente realizar las pruebas de cointegración que verifican la relación estacionaria entre las series y finalmente la estimación de un modelo de vector de corrección de error (VEC) para obtener las elasticidades de largo plazo de la ecuación de cointegración para respaldar las hipótesis de investigación propuestas.

El cuarto capítulo muestra los resultados de la estimación del modelo junto con los de investigaciones anteriores y su respectiva comparación. Los capítulos quinto y sexto ofrecen las conclusiones y recomendaciones de política económica.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Varias investigaciones han examinado la relación teórica de las exportaciones con la renta externa y el tipo de cambio real, obteniendo diversos resultados y magnitudes en los coeficientes o elasticidades para cada estudio (Arévalo, Ferreira y Firmino, 2013; Cermeño y Rivera, 2008; Huaclla, 2014; Solano, 2018). Del mismo modo que el incremento del ingreso de los socios comerciales puede estimular la demanda de los productos nacionales, una depreciación de la moneda doméstica en el tipo de cambio puede hacer que los productos exportados mejoren su competitividad en los mercados internacionales e impulsar las exportaciones a través de acuerdos comerciales. Sin embargo, Garcés (2008) subrayó que cuantos más acuerdos comerciales se firmen, más fácil será aumentar la demanda en el volumen de las exportaciones por parte del resto del mundo. Ya sean acuerdos comerciales multilaterales (relación con varios organismos internacionales) o bilaterales/preferenciales (relación entre dos organismos internacionales) tendrían

como efecto incrementar el flujo de comercio (creación del comercio), obteniendo ganancias del comercio y favoreciendo las exportaciones del país.

**Tabla 1. Proceso de apertura comercial del Perú**

	<b>Tratado</b>	<b>Entrada en vigencia</b>
<b>BILATERALES</b>	ACE Perú - <b>Cuba</b>	9 de marzo de 2001
	APC Perú - <b>EE.UU.</b>	1 de febrero de 2009
	ALC Perú - <b>Chile</b>	1 de marzo de 2009
	TLC Perú - <b>Canadá</b>	1 de agosto de 2009
	TLC Perú - <b>Singapur</b>	1 de agosto de 2009
	TLC Perú - <b>China</b>	1 de marzo de 2010
	ALC Perú - <b>Corea del Sur</b>	1 de agosto de 2011
	Protocolo Perú - <b>Tailandia</b>	31 de diciembre de 2011
	AIC Perú - <b>México</b>	1 de febrero de 2012
	AAE Perú - <b>Japón</b>	1 de marzo de 2012
	ALC Perú - <b>Panamá</b>	1 de mayo de 2012
	AC Perú - <b>Unión Europea</b>	1 de marzo de 2013
	ALC Perú - <b>Costa Rica</b>	1 de junio de 2013
	AAP Perú - <b>Venezuela</b>	1 de agosto de 2013
	TLC Perú - <b>Honduras</b>	1 de enero de 2017
	ALC Perú - <b>Australia</b>	11 de febrero de 2020
AC Perú - <b>Reino Unido</b>	31 de diciembre de 2020	
<b>MULTILATERALES</b>	Perú - Organización Mundial de Comercio ( <b>OMC</b> )	1 de enero de 1995
	Perú - Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico ( <b>APEC</b> )	noviembre de 1998
	ZLC Perú - Comunidad Andina ( <b>CAN</b> )	1 de enero de 2006
	ACE Perú - Mercado Común del Sur ( <b>MERCOSUR</b> )	6 de enero de 2006
	ALC Perú - Estados de la Asociación Europea de Libre Comercio ( <b>EFTA</b> )	1 de julio de 2011
	ZLC Perú - Alianza del Pacífico ( <b>AP</b> )	1 de mayo de 2016
AC Perú - Tratado Integral y Progresista de Asociación Transpacífico ( <b>CPTPP</b> )	19 de setiembre de 2021	

AAE: Acuerdo de Asociación Económica AAP: Acuerdo de Alcance Parcial AC: Acuerdo Comercial ACE: Acuerdo de Complementación Económica AIC: Acuerdo de Integración Comercial ALC: Acuerdo de Libre Comercio APC: Acuerdo de Promoción Comercial TLC: Tratado de Libre Comercio ZLC: Zona de Libre Comercio

Fuente: Elaboración propia con información del MCET (2023).

Sobre la base de una “economía abierta al mundo y competitiva en su oferta exportadora” como estrategia peruana de desarrollo, la Tabla 1. muestra las continuas y extensas negociaciones de acuerdos comerciales que realizó Perú con el resto del

mundo (Ernst y Young, 2022). Según datos publicados por el Banco Central de Reserva del Perú, el valor de las exportaciones pasó de USD6,954 millones de dólares en el año 2000 a USD65,835 millones de dólares en el 2022, destacando un incremento en el volumen exportado de 846.59% en términos nominales. Esto puede atribuirse a la demanda externa generada por los países que han firmado un tratado de libre comercio con el Perú.

**Tabla 2. Principales destinos de las exportaciones peruanas en el 2022**

<b>Exportaciones</b>			
	<b>País de Destino</b>	<b>Valor</b>	<b>Participación</b>
<b>1</b>	China	\$ 17,919,555.55	30.23%
<b>2</b>	Estados Unidos de América	8,547,659.15	14.42%
<b>3</b>	Japón	2,864,724.10	4.83%
<b>4</b>	Canadá	2,639,850.16	4.45%
<b>5</b>	República de Corea del Sur	2,619,098.39	4.42%
<b>6</b>	India	2,203,642.02	3.72%
<b>7</b>	Reino Unido	2,037,001.20	3.44%
<b>8</b>	Suiza	1,988,064.14	3.35%
<b>9</b>	Chile	1,859,666.77	3.14%
<b>10</b>	Países Bajos	1,771,853.69	2.99%
	Resto del Mundo	14,825,794.64	25.01%
	Total	\$ 59,276,909.80	100.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de la SUNAT (2023).

En la Tabla 2., se encuentran ubicados los diez principales destinos de las exportaciones para el año 2022, donde China (30.23% del total) ha duplicado su participación en el transcurso del tiempo con respecto a los Estados Unidos de América (14.42%), siendo ambas las dos más grandes economías del mundo y principales socios comerciales del Perú. Asimismo, las principales exportaciones de la economía peruana a China son: cobre (67.14% del total), hierro (8.1% del total) y harina de pescado (8% del total), mientras que para Estados Unidos de América los



principales productos exportados son: frutas (arándano, uva, palta, mandarina, mango y fresas, 22.03% del total), prendas de vestir (11.64% del total), oro (10.73% del total) y hortalizas (espárrago, pimiento y ajíes, alcachofa, cebolla y jengibre, 7.86% del total). Cabe resaltar que Chile (3.14% del total) es el único país de Sudamérica con mayor participación en las exportaciones (MCET, 2022a, 2022b, 2022c).

Ante este panorama, el objetivo principal de esta investigación es identificar y analizar los factores que explican el comportamiento de las exportaciones reales de Perú para el periodo 2000-2022. Para ello, es necesario formalizar un marco teórico sobre las exportaciones, la demanda de China y Estados Unidos de América de bienes nacionales, el tipo de cambio real y la evolución de los precios internacionales de los bienes transables para establecer esta relación de estudio. Además, comprender cómo estas variables afectan a las exportaciones puede ser de bastante utilidad para los responsables en la formulación de políticas económicas y para las empresas nacionales que participan en el mercado internacional.

Por tanto, la presente investigación pretende dar respuesta a las siguientes interrogantes:

### **1.1.1. Problema general**

¿Existe una relación de equilibrio de largo plazo del producto bruto interno real de China y Estados Unidos de América como los dos principales socios exportadores, el índice del tipo de cambio real en su modalidad bilateral y el índice de precios nominales de las exportaciones en las exportaciones reales de Perú durante el periodo 2000-2022?



### 1.1.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida influyen las elasticidades ingreso, rentabilidad y precio de la relación de equilibrio de largo plazo en el comportamiento de las exportaciones reales de Perú durante el periodo 2000-2022?
- ¿Cuál es la velocidad del coeficiente de ajuste de la relación de equilibrio de largo plazo en las exportaciones reales de Perú durante el periodo 2000-2022?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

La investigación se justifica en los siguientes aspectos:

**Relevancia económica:** Las exportaciones son parte esencial del crecimiento económico de un país, ya que pueden generar el ingreso de divisas, elevar el producto bruto interno y contribuir directamente a la generación de empleo. Mediante el estudio de las exportaciones será posible identificar las variables que estimulan su expansión, para formular políticas y estrategias adecuadas que potencien la oferta exportable.

**Competitividad empresarial:** Al ofrecer a las empresas exportadoras la posibilidad de acceder a nuevos mercados, diversificar sus fuentes de ingresos y aprovechar las economías de escala en la producción, los acuerdos comerciales pueden mejorar su competitividad en el comercio internacional.

Finalmente, la investigación proporciona información sobre los factores que influyen en las exportaciones que puede utilizarse para elaborar políticas públicas y planes estratégicos destinados a mejorar la competitividad nacional y apoyar el crecimiento sostenible de las exportaciones.



### **1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Analizar la relación de equilibrio de largo plazo del producto bruto interno real de China y Estados Unidos de América como los dos principales socios exportadores, el índice del tipo de cambio real en su modalidad bilateral y el índice de precios nominales de las exportaciones en las exportaciones reales de Perú durante el periodo 2000-2022.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Explicar el efecto de las elasticidades ingreso, rentabilidad y precio de la relación de equilibrio de largo plazo en el comportamiento de las exportaciones reales de Perú durante el periodo 2000-2022.
- Explicar la velocidad del coeficiente de ajuste de la relación de equilibrio de largo plazo en las exportaciones reales de Perú durante el periodo 2000-2022.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El siguiente apartado se aplica el análisis de la revisión de antecedentes empíricos que condujeron al desarrollo de las exportaciones como objeto de estudio a escala internacional y nacional:

##### 2.1.1. Revisión internacional

Garcés (2008), para el caso de México, examinó las funciones de largo plazo y la dinámica de los flujos de comercio exterior en su artículo titulado “ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES DE IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE MÉXICO (1980-2000)”. Demostró que la ecuación de exportaciones totales en dólares constantes ( $x$ ) está en función lineal del índice de la producción industrial de los Estados Unidos ( $ivusa$ ) y del tipo de cambio real bilateral peso/dólar ( $tcr$ ). Para determinar la presencia de raíz unitaria en las series de frecuencia mensual, recurrió a dos pruebas de estacionariedad. La prueba DF-GLS el cual es una versión modificada de la prueba *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) que utiliza mínimos cuadrados generalizados (*Generalized Least Squares*, GLS) y la prueba de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Según los resultados de ambas pruebas de estacionariedad en niveles y en diferencias (tasas de crecimiento), todas las series fueron integradas de primer orden,  $I(1)$ . Empleó el estadístico de la traza para analizar la presencia de cointegración mediante el proceso de Johansen y llegó a la conclusión de que las variables implicadas tienen una relación de largo plazo. La estimación se realizó utilizando un vector de

coeficientes de largo plazo (elasticidades) de  $k$  variables económicas no estacionarias, que en conjunto formaron un sistema cointegrador de un modelo de vector de corrección de error (*Vector Error Correction Model*, VECM). Además, mostró los coeficientes de cointegración normalizados, los cuales tuvieron el signo correcto, las magnitudes apropiadas e interpretados como elasticidades de largo plazo. Otra de sus conclusiones señala que el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) de 1994 parte de la liberalización comercial de los años ochenta provocó un cambio estructural en el comercio internacional mexicano y con ello el aumento de las elasticidades después de estas reformas comerciales. Por último, el estudio concluye que la expansión del nivel de equilibrio de las exportaciones mexicanas se debió principalmente al fortalecimiento de la economía estadounidense durante el periodo de 1994-2000.

$$x = c + 2.8 ivusa + 0.318 tcr \quad (1)$$

Cermeño y Rivera (2008) estimaron funciones de demanda para las importaciones y exportaciones mexicanas con datos mensuales para los años 1999-2005 en su trabajo “La demanda por importaciones y exportaciones: evidencia de cointegración para México, 1991-2005”. Debido a que una parte considerable de las mercancías que se compran y venden entre países no son homogéneos, el estudio tuvo en cuenta la hipótesis de que las importaciones son sustitutos imperfectos de los bienes domésticos. La investigación considero evitar la posible estimación espuria con el método de mínimos cuadrados ordinarios (*Least Squares*, LS) y las elasticidades sesgadas debido a la posible endogeneidad de variables para el caso de la función de exportaciones. Aplicó las pruebas econométricas de raíces unitarias y de cointegración multiecuacional de Johansen y Engle-Granger. Las series mensuales de exportaciones totales de México



(*EXPTOT\_SA*), índice total del volumen de la producción industrial de Estados Unidos (*IVPIUSA\_SA*), índice de precios de las exportaciones (*PREEXP\_SA*) y el tipo de cambio nominal pesos por dólar (*TIPCAMN\_SA*) estaban expresadas en dólares corrientes, por lo que se deflactaron para obtener volúmenes de exportaciones en unidades reales, para luego las series fueran ajustadas estacionalmente con la terminación *\_SA* añadida y todas expresadas en logaritmo. Subrayó la alta correlación positiva entre las exportaciones y el ingreso del principal socio comercial. Basándose en las pruebas de *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), *Phillips-Perron* (PP) y *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS) en niveles y primeras diferencias, descubrió que todas las variables se caracterizaban como procesos integrados de orden uno, *I(1)*. las pruebas de la traza y del máximo valor propio (*maximum eigenvalue*) del análisis de cointegración de Johansen demostraron que solo existía una relación de cointegración para la función. En consecuencia, los coeficientes estimados se interpretaron como elasticidades precio e ingreso significativas a largo plazo, coherentes con el modelo teórico. El factor clave en esta situación fue el efecto ingreso, en el que un aumento del 1% de la renta estadounidense podría traducirse en un aumento del 1,9% en el nivel de las exportaciones totales mexicanas.

$$EXPTOT\_SA = \beta_0 + 1.905 IVPIUSA\_SA - 0.245 PREEXP\_SA + 0.259 TIPCAMN\_SA + u_x \quad (2)$$

En contraste, Cuevas (2011) buscó comparar los efectos de diversas variables sobre las exportaciones manufactureras para dos países en su estudio “Determinantes de las exportaciones manufactureras en Argentina y México: un estudio comparativo” para los años 1998 a 2008. Estas variables incluían el volumen de exportaciones manufactureras totales (X), la productividad de la mano



de obra en la industria manufacturera ( $v$ ), el índice de salarios medios reales en la industria manufacturera ( $W$ ), el índice de tipo de cambio real multilateral ( $Q$ ), la demanda externa ( $DE$ ), la inversión extranjera directa ( $IED$ ), la tasa de interés ( $R$ ), el porcentaje de capacidad instalada utilizada en la industria manufacturera ( $CIU$ ) y el índice de personal ocupado en la industria manufacturera ( $PO$ ), todas expresadas como una función extendida de exportación. El estudio empleó dos técnicas econométricas: el análisis de regresión múltiple para corregir los problemas de sobre especificación o sub especificación mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios (*Least Squares*,  $LS$ ) y el análisis multivariado de series temporales con la estimación de un modelo GVAR (vector autorregresivo globales) para funciones generalizadas de impulso-respuesta (FGIR). Los coeficientes calculados se interpretaron como elasticidades, ya que las series de tiempo se expresaron en logaritmos naturales, y se ajustaron estacionalmente utilizando el método de ajuste estacional *Census X12-ARIMA*. El orden de integración de las series temporales fue determinado mediante las pruebas de raíz unitaria o estacionariedad de *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), *Phillips-Perron* (PP) y *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS). Debido a ello, las exportaciones manufactureras de ambas naciones se vieron influidas de forma positiva y estadísticamente significativa por la productividad laboral y la demanda externa, es decir, un aumento de las exportaciones manufactureras estaría causado por una mayor tasa de crecimiento de la productividad o un mayor dinamismo de los mercados exteriores. El principal impulsor de las exportaciones manufactureras es la productividad laboral, lo que significa que un programa de aliento a la productividad laboral mitigaría las consecuencias de una recesión mundial o un descenso de la demanda externa.

$$X_t = c + 0.763 v_t - 0.209 Q_t + 0.486 DE_t + 0.875 PO_t \quad (3)$$

El “ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA EXPORTACIÓN DEL AGUACATE MEXICANO A LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA” de Solano (2018) buscó realizar un modelo econométrico para el análisis de la función de exportación de aguacate mexicano a los Estados Unidos de América ( $EXP_t$ ), utilizando las variables del precio unitario de exportación ( $PUE_t$ ), el ingreso de los Estados Unidos ( $YEU_t$ ) y el tipo de cambio ( $TC_t$ ) para un periodo de 1990 a 2017 donde analizó las tasas de crecimiento y calculó las elasticidades. Debido al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) de 1994, que ha impulsado el crecimiento económico de ambos países, la investigación se centró en la información situacional del mercado del aguacate entre México y Estados Unidos. Posteriormente, realizó el análisis económico mediante el cálculo de las elasticidades del modelo utilizando la metodología de mínimos cuadrados ordinarios (*Least Squares*, LS) de regresión lineal múltiple. Los resultados revelaron que el modelo fue estadísticamente significativo y los coeficientes con resultados consistentes con la teoría económica en donde las variables mostraron una relación positiva, siendo el ingreso la variable más explicativa del modelo cuya elasticidad superó la unidad, concluyendo que el aguacate es un bien normal superior e indicando que las exportaciones aumentan en el tiempo más que proporcionalmente ante aumentos en el ingreso de la población estadounidense. El tipo de cambio fue la segunda variable más explicativa, mientras que la variable precio unitario de exportación, tomando en cuenta al aguacate como un bien elástico, tuvo un valor mayor a la unidad.

$$\ln EXP_t = \beta_0 + 1.526 * \ln(PUE_t) + 8.274 * \ln(YEU_t) + 1.751 * \ln(TC_t) + u_t \quad (4)$$



Vergara (2019), en su artículo “ANÁLISIS DE LA ELASTICIDAD PRECIO DE LAS EXPORTACIONES MANUFACTURERAS: INFLUENCIA DEL TIPO DE CAMBIO REAL EN LAS EXPORTACIONES MANUFACTURERAS MEXICANAS 1994-2016”, buscó analizar las elasticidades de corto plazo de la dinámica de crecimiento de las exportaciones manufactureras ( $LXPMAN_t$ ) en función del tipo de cambio real ( $LITCR_t$ ) y del ingreso de los Estados Unidos como renta extranjera ( $LPIBEUA_t$ ). Para los años 1994 a 2016, empleó series temporales en términos logarítmicos con periodicidad trimestral y optó por desestacionalizar las series mediante medias móviles. Realizó un análisis de correlación de Pearson para confirmar que las exportaciones de la industria manufacturera están fuerte y positivamente correlacionadas con la demanda estadounidense (92% de correlación) mientras que, con el tipo de cambio real resultó débil y negativamente correlacionado (40% de correlación). Las pruebas formales de raíz unitaria para determinar el orden de integración de las series le permitieron confirmar la estacionariedad de las variables utilizados en el modelo y evitar la estimación de una regresión espuria. Para verificar que las series son estacionarias en primeras diferencias, empleó la prueba de *Augmented* Dickey-Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP) y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) para cada serie en niveles y en primeras diferencias. Procedió a estimar un modelo econométrico de regresión múltiple basado en el enfoque de mínimos cuadrados ordinarios (*Least Squares*, LS) con las series temporales en primeras diferencias. Según los resultados, las exportaciones sólo aumentan 0.12% por cada 1% de variación del tipo de cambio, mientras que las exportaciones manufactureras aumentan 2.48% por cada 1% de incremento de la producción

estadounidense, lo que indica una alta elasticidad ingreso. Llega a la conclusión de que las exportaciones dependen de la expansión económica externa.

$$LEXP_{MAN_t} = \beta_0 + 0.119 LITCR_t + 2.480 LPIBEUA_t + u_t \quad (5)$$

En cambio, Terrones et al. (2022) buscaron determinar las elasticidades precio e ingreso de la demanda de las exportaciones de fresa mexicana por parte de su vecino país, los Estados Unidos de América, en su estudio titulado “Análisis de las variables económicas que determinan las exportaciones de fresa de México a Estados Unidos de América”. La hipótesis planteada era que las variaciones en las exportaciones de fresa mexicana ( $EXPT_t$ ) pudieran explicarse por el precio unitario de exportación real de la fresa (precio de las exportaciones domésticas,  $PUER_t$ ), el producto interno bruto real de los Estados Unidos de América (nivel de ingreso del país receptor de los bienes exportados,  $PIBR_t$ ) y la demanda total de importación de fresa de los Estados Unidos de América en el mundo ( $DIMT_t$ ). Los valores nominales de las variables se deflactaron con un índice de precios del PIB e índice de precios de exportación para obtener las variables de valor monetario expresadas en términos reales. Utilizó datos trimestrales de los años 2003 a 2017 para estimar el modelo econométrico de regresión lineal múltiple. Los resultados obtenidos mostraron signos de los coeficientes, así como elasticidades precio e ingreso acordes con la teoría de la demanda de exportación. El producto bruto interno real de los Estados Unidos de América fue el factor que más influyó en los cambios de la demanda de exportaciones. Su elasticidad ingreso fue inferior a la unidad (0.00001), lo que indicaba que la fresa fue un bien normal para los Estados Unidos de América y la elasticidad precio también fue inferior a la unidad (-0.02015), lo que designaba a la fresa de exportación como un producto inelástico. La demanda de importaciones de fresa de Estados Unidos

procedentes del resto mundo tenía una elasticidad inferior a la unidad (0.92172). Mientras que el PUER tuvo una relación funcional negativa (signo negativo), ya que el aumento del precio unitario real de exportación de la fresa disminuye la demanda de exportaciones de fresa de México a Estados Unidos de América. PIBR y DIMT tuvieron una relación funcional positiva (signo positivo), ya que si el PIB real aumenta y la demanda de importaciones de fresa de Estados Unidos de América del resto del mundo aumenta las exportaciones de México a EE.UU.

$$EXPT_t = \beta_0 - 1.169(PUER_t) + 0.001(PIBR_t) + 0.924(DIMT_t) + e_t \quad (6)$$

### 2.1.2. Revisión nacional

En su artículo conjunto titulado “Determinantes de la Oferta de Exportación de Mango: estudio de caso para el Perú”, Arévalo et al. (2013) examinaron las determinantes que afectaron a las exportaciones de mango peruano entre 2000 y 2011, haciendo mayor hincapié en sus principales mercados de destino, Estados Unidos y la Unión Europea. Para ello aplicó el modelo de Vector de Corrección del Error (*Vector Error Correction Model*, VECM). Las variables utilizadas fueron, la cantidad exportada de mango ( $LQPX_t$ ), el precio doméstico del mango ( $LPDP_t$ ), el precio al por mayor de mango en Estados Unidos ( $LPMEUA_t$ ), el precio al por mayor de mango en la Unión Europea ( $LPMUE_t$ ), la renta interna de los Estados Unidos ( $LYEUA$ ), la renta interna de la Unión Europea ( $LYEUA_t$ ) y el tipo de cambio euro/dólar ( $LTC_t$ ). Para disminuir la varianza y facilitar su interpretación, todas las variables se convirtieron en logaritmos. Verificó el orden de integración de las series en su análisis multivariado de series temporales para ver si tenían una raíz unitaria o eran estacionarias en nivel. Para ello empleó la prueba DF-GLS (Dickey-Fuller

Generalized Least Squares) para establecer el orden de integración de las variables para estimar el modelo VAR (Auto-Regresivos Vectoriales). Por último, utilizando el resultado de la prueba de la traza mediante el procedimiento de cointegración de Johansen, que mostraba la presencia de un vector de cointegración para tener en cuenta tanto los aspectos a corto como a largo plazo, estimó un modelo de vector de corrección de errores (*Vector Error Correction Model*, VECM).

$$LQPX_t = c - 10.45 LPDP_t - 1.42 LPMEUA_t - 3.92 LPMUE_t - 67.34 LYEUA_t + 57.47 LYUE_t + 7.66 LTC_t + u_t \quad (7)$$

Huaclla (2014) calculó una función de oferta de las exportaciones peruanas en su artículo titulado “EL IMPACTO DEL TIPO DE CAMBIO REAL Y LA ECONOMÍA MUNDIAL EN LAS EXPORTACIONES: PERÚ 1994-2013”. Una de sus hipótesis afirmaba que el aumento de los precios internacionales y la mayor actividad económica mundial, encabezada por Estados Unidos y China, repercutían en las exportaciones peruanas. Las exportaciones ( $LX_t$ ), el índice de precios relativos internacionales de las exportaciones ( $LPX_t$ ), que medía el efecto de los precios en la oferta de las exportaciones, el índice del tipo de cambio real multilateral ( $LTCR_t$ ), que medía el efecto de la rentabilidad de las exportaciones, el índice del PBI de EE.UU. ( $LPBIUSA_t$ ), que representaba el efecto del ingreso y la apertura externa, también conocida como el efecto liberalización, y medida como el nivel arancelario promedio ( $LARANC_t$ ), eran todas las variables, y todas ellas se expresaban en logaritmos. Para confirmar la existencia de cointegración utilizó como método de estimación el modelo *Autoregressive Distributed Lag* (ARDL). Este método posee la ventaja de no exigir que todas las variables tengan raíces unitarias, lo que significa que pueden introducirse variables integradas de

orden uno,  $I(1)$ , así como variables estacionarias o integradas de orden cero,  $I(0)$ . Para ello se utilizan las pruebas de raíces unitarias de *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), *Phillips-Perron* (PP) y *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS), la medición de la longitud de retardos de cada una de las variables y, para luego, realizar un análisis de la prueba F de Pesaran, que se utiliza para determinar la cointegración. En sus resultados, el volumen de actividad económica de los principales socios comerciales de Perú fue la variable que mejor explicó el comportamiento de las exportaciones peruanas, ya que utilizó el nivel de producción de EE.UU. como proxy de la actividad económica mundial, donde un incremento del 1% del PBI de EE.UU. incrementaba las exportaciones peruanas en un 1.9%. Todas las variables de la ecuación de largo plazo fueron significativas excepto el tipo de cambio real, que fue el menos significativo. Así, el efecto ingreso (resto del mundo) superó a los efectos precio y rentabilidad del tipo de cambio real, demostrando el efecto ingreso y precio del sector externo fueron los que impulsaron el crecimiento de las exportaciones peruanas.

$$LX_t = \beta_1 + 1.11 LPX_t + 1.04 LTCR_t + 1.91 LPBIUSA_t - 0.15 LARANC_t + U_t \quad (8)$$

Bustamante (2015) utilizó el análisis multivariado de cointegración para estimar una función de demanda de exportaciones no tradicionales para el caso peruano con periodicidad mensual para los años 2002-2015 en su estudio “Determinantes de las exportaciones no tradicionales en el Perú 2002-2015”. Este estudio examinó si existía una relación de largo plazo entre las exportaciones reales no tradicionales ( $XNT_t$ ), la demanda externa del resto del mundo ( $R_t$ ), la demanda interna ( $pbi_t$ ), el nivel de empleo ( $I_t$ ) y el índice de tipo de cambio real bilateral ( $rb_t$ ) y multilateral ( $rm_t$ ), donde todas las variables se midieron en

términos reales y expresadas en logarítmicos. Para ello calculó los coeficientes de largo plazo del modelo de vector de corrección de error (*Vector Error Correction Model*, VECM), lo que le permitió luego analizar el efecto de corto plazo. Utilizó la prueba de raíz unitaria DF-GLS (*Dickey-Fuller Generalized Least Squares*), que tiene un procedimiento similar a la prueba de Dickey-Fuller (DF) pero transforma la serie de tiempo aplicando una regresión de mínimos cuadrados generalizados, para concluir que las series estaban integradas de orden uno,  $I(1)$ . Más tarde desarrollo la prueba de causalidad de Granger por bloques, de la que dedujo que todas las variables causan a las exportaciones reales no tradicionales en forma conjunta. Llevo a cabo la prueba del máximo valor propio (maximum eigenvalue) para determinar la existencia de un único vector de cointegración en el que se observó el equilibrio generado por series no estacionarias producto de la prueba de cointegración de Johansen para sistemas de vectores autorregresivos (VAR). Los resultados demostraron que la demanda de las exportaciones reales no tradicionales en Perú estaba significativamente afectada por el tipo de cambio real bilateral y multilateral, el nivel de empleo, la demanda interna y la demanda externa.

$$XNT_t = \beta_0 - 14.6 rb_t + 11.7 rm_t + 6.1 R_t - 27.6 pbi_t + 29.0 I_t + \epsilon_t \quad (9)$$

Los antecedentes empíricos, tanto a nivel internacional como local, mostraron una relación de largo plazo entre las exportaciones con la renta externa, que puede calcularse como el ingreso de los países importadores de bienes nacionales (transables), el precio de los bienes que se exporta y el tipo de cambio real, que mide los precios relativos de las exportaciones. Cabe destacar que, como se resumen en la Tabla 3., se utilizaron múltiples pruebas econométricas para estimar las funciones de oferta y demanda de las exportaciones.

**Tabla 3. Funciones de exportación de la revisión empírica**

Estudio	País	Período	Metodología	Elasticidad Ingreso	Elasticidad rentabilidad	Elasticidad precio
Garcés (2008)	México	1980-2000	VECM	2.8	0.318	---
Cermeño y Rivera (2008)	México	1991-2005	Johansen	1.905	0.259	0.245
Cuevas (2011)	Argentina y México	1998-2008	GVAR	0.486	-0.209	---
Solano (2018)	México	1990-2017	MCO	8.274	1.751	1.526
Vergara (2019)	México	1994-2016	MCO	2.48	0.119	---
Terrones et al. (2022)	México	2003-2017	MCO	0.00001	---	-0.02015
Arévalo et al. (2013)	Perú	2000-2011	VECM	(-67.34) (57.47)	7.66	(-10.45) (-1.42) (-3.92)
Huaclla (2014)	Perú	1994-2013	ARDL	1.91	1.04	1.11
Bustamante (2015)	Perú	2002-2015	VECM	6.1	(-14.6) (11.7)	---

ARDL: Autoregressive Distributed Lag (Autorregresivo de retardos distribuidos)

GVAR: Global Vector Autoregressive (vector autorregresivo global)

MCO: Least Squares (Mínimos cuadrados ordinarios)

VECM: Vector Error Correction Model (Vector de corrección de error)

Fuente: Elaboración propia con información de los antecedentes empíricos.

Uno de los coeficientes con mayor explicación en las exportaciones de un país es la renta externa (ingreso del resto del mundo) con una elasticidad mayor a uno, definiendo la elasticidad ingreso como elástica en la mayoría de los antecedentes. Le siguen las elasticidades rentabilidad y precio, que son igualmente significativas y principalmente positivas para las exportaciones.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

En esta sección se extienden las bases teóricas de las variables utilizadas para la formulación de la función de exportación extendida de la presente investigación:

### 2.2.1. Las razones del comercio internacional

#### ¿Por qué comercian los países?

Según Krugman, Obstfeld y Melitz, (2012), hay dos razones por las que dos países comercian entre sí, sin necesidad de que ambas tengan un mayor tamaño de su economía o tengan una mayor capacidad de producción y demanda de bienes y servicios.



“Los países participan en el comercio internacional por dos razones básicas, y ambas contribuyen a que obtengan ganancias del comercio. En primer lugar, los países comercian porque son diferentes. Las naciones, como los individuos, pueden beneficiarse de sus diferencias mediante una relación en la que cada uno hace aquello que sabe hacer relativamente bien. En segundo lugar, los países comercian para conseguir economías de escala en la producción. Es decir, si cada país produce solo una gama limitada de bienes, puede producir cada uno de esos bienes a una escala mayor y, por tanto, de manera más eficiente que si intentara producir de todo...”

Debido a estas razones, la producción mundial aumenta como resultado del comercio internacional, lo que permite a cada país especializarse en la producción del bien en el que tiene una ventaja comparativa. De hecho, el modelo ricardiano donde el trabajo es el único factor de producción, establece que el comercio entre dos países puede ser beneficioso para ambos si cada uno exporta los bienes en los que tiene una ventaja comparativa. En otras palabras, un país tiene una ventaja comparativa en la producción de un bien si existe un coste de oportunidad menor en este país que en otros para producir el mismo bien. Sin embargo, en el mundo real no existe una autoridad central que determine qué país debe producir un bien y qué país debe producir otro. En su lugar, el mercado, que se rige por la ley de la oferta y la demanda, determina cuánto se produce y comercia internacionalmente (Krugman et al., 2012).

Además de las razones que influyen en el comercio entre los países, el modelo de gravedad demuestra que los países vecinos tienden a comerciar más

entre sí que con sus homólogos distantes, lo que refleja el valor de la cercanía geográfica en las interacciones comerciales.

El modelo de gravedad se utiliza en la teoría del comercio internacional para demostrar que existe una alta correlación entre el tamaño económico de un país (Producto Bruto Interno, PBI) y el volumen de sus importaciones y exportaciones. El modelo, por su parte, sigue demostrando una importante relación inversa entre la distancia y el comercio internacional, muy probablemente como resultado de los mayores costes de transportar los bienes y servicios (Krugman et al., 2012). La siguiente ecuación, predice razonablemente el volumen de comercio entre dos países:

$$T_{ij} = \frac{A*Y_i*Y_j}{D_{ij}} \quad (10)$$

Donde  $A$  es una constante,  $T_{ij}$  es el valor del comercio entre el país  $i$  y el país  $j$ ,  $Y_i$  es el PBI del país  $i$ ,  $Y_j$  es el PBI del país  $j$ , y  $D_{ij}$  es la distancia entre los dos países.

Según esta ecuación, el tamaño del PBI de los dos países y su distancia entre sí son los factores que afectan el volumen de comercio que realizan dos países. En otras palabras, el comercio entre dos países cualesquiera disminuye con la distancia que los separa, mientras que sigue siendo proporcional al producto de sus respectivos PBI.

Por supuesto, Krugman et al. (2012) mencionan el modelo de gravedad como una de las aplicaciones en el comercio internacional.

“... los economistas utilizan el modelo de gravedad como una forma de valorar el efecto de los acuerdos comerciales sobre el comercio



internacional real: si un acuerdo comercial es eficaz, debe generar un comercio significativamente mayor entre sus socios del que se prevería dados sus PBI y las distancias entre los países.”

Krugman et al. (2012) indican que no cabe duda de las ventajas potenciales del comercio para un país. En primer lugar, hay que considerar el comercio como una forma indirecta de producción. Un país puede producir otro bien e intercambiarlo por el bien deseado en lugar de producir el bien deseado por sí mismo. La razón por la que se importa un bien es porque la producción indirecta requiere menos trabajo que la producción directa. En segundo lugar, demostrar cómo el comercio aumenta las opciones de consumo de un país, lo que implica las ganancias del comercio.

### **2.2.2. La dotación factorial de Heckscher-Ohlin**

Este modelo de dotación factorial demuestra cómo afecta a la ventaja comparativa la interacción entre abundancia e intensidad, es decir la interacción entre los recursos de los países (la abundancia relativa de los factores de producción) y la tecnología de producción (la intensidad relativa con que se utilizan los distintos factores de producción en la fabricación de distintos bienes) (Krugman et al., 2012). Según esta interpretación de la teoría de Heckscher-Ohlin, que considera dos países, dos factores y dos bienes, “un país exportará aquel bien que haga un uso intensivo del factor de producción que sea relativamente abundante en ese país”.

Supuestos:

1. Existen dos bienes finales  $X_1$  y  $X_2$ , utilizando dos factores, capital y mano de obra (K, L).



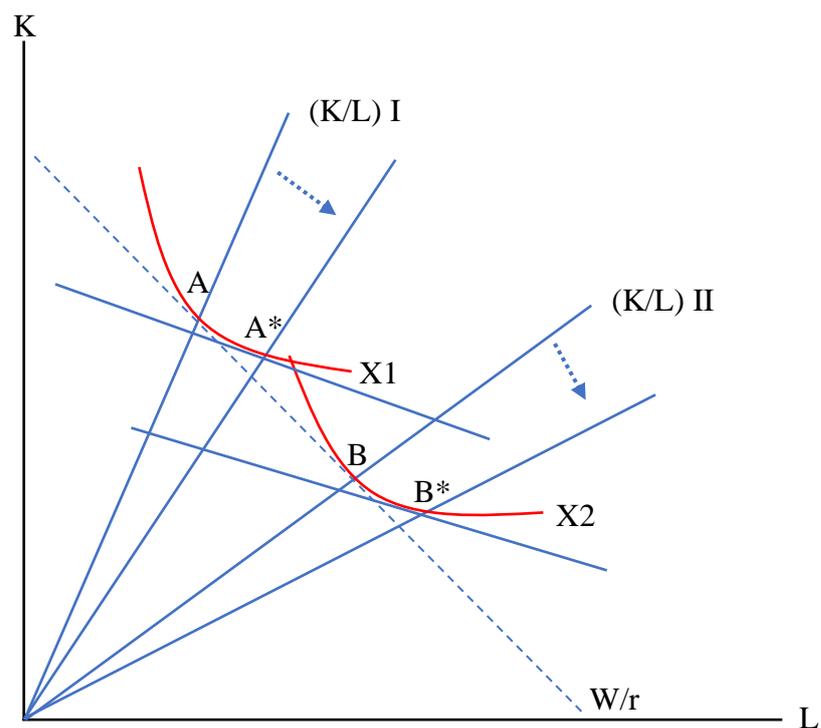
2. Funciones de producción de bienes son homogéneas de primer grado y tienen rendimientos de escala constantes.
3. Existen rendimientos decrecientes al incrementar el uso de cada factor.
4. Existe perfecta flexibilidad de precios y movilidad de factores.
5. Existe un stock fijo de factor trabajo y capital.
6. Cada producto utiliza factores en proporción diferente.
7. Las preferencias en ambos países son las mismas.
8. Curvas de indiferencia son homotéticas.

Suponemos que el país I es abundante en capital (K) y el país II abundante en mano de obra (L). Entonces, la relación del factor capital con respecto al factor trabajo es  $(K/L) I > (K/L) II$  y la relación de la remuneración del trabajo con respecto al capital es  $(W/r) I > (W/r) II$ .

En la Figura 1., el punto A es la relación  $(K/L) I$  en la cual la producción de X1 requiere más capital que mano de obra (intensivo en el uso de capital) a un nivel de precios de los factores  $(W/r)$ , donde el precio del capital es reducido y por lo tanto se usa más capital. Por otro lado, el punto B es la relación  $(K/L) II$  en la que la producción de X2 requiere más mano de obra que capital (intensivo en el uso de mano de obra), dado que la remuneración de la mano de obra es reducida. Con esta descripción, la intensidad sería única, es decir el bien X1 es intensivo en capital (K) y el bien X2 es intensivo en mano de obra (L). Sin embargo, si suponemos que disminuye la remuneración de la mano de obra o se encarece el precio del capital, el gráfico va a presentar cambios ya que, a lo largo de la

isocuanta, el punto A se traslada al punto A\* y el punto B se traslada al punto B\*. Debido a que el bien X1 y X2 pese a que bajo el precio del salario o se encareció el precio del capital, X1 sigue siendo más intensivo en el uso de capital que el bien X2. En X2, al ser más barato el precio del salario utilizamos más trabajo que capital. Si se encareció el capital, se ocupa menos capital. Si el trabajo es más barato, X1 sustituye capital por mano de obra. En X2 se sustituye más mano de obra que capital. Por lo tanto, la intensidad de uso sigue siendo única, incluso se haya producido cambios en las relaciones de precios en los factores de producción ( $w/r$ ).

**Figura 1. Relaciones de intensidad de factores**

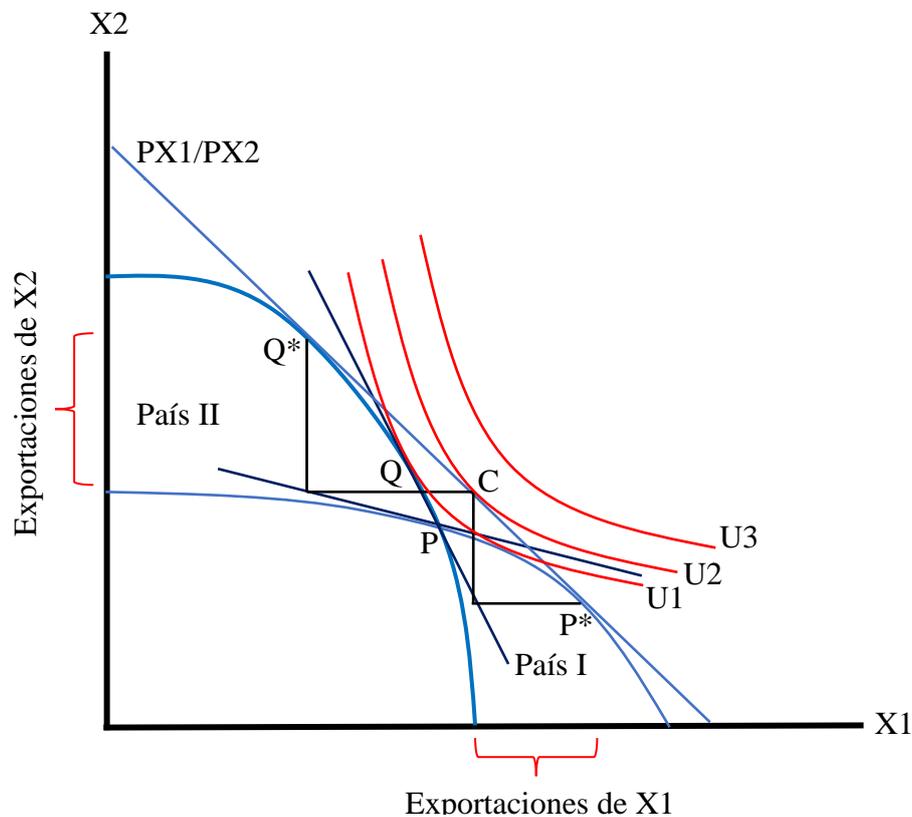


Fuente: Elaboración propia (adaptado de Appleyard y Field, 2003).

Entonces, comparando el bien X1 y X2 para cada nivel de precio de los factores ( $w/r$ ), X1 siempre va a utilizar más capital que mano de obra y X2 va a utilizar siempre más mano de obra que capital. Es decir, a medida que va

disminuyendo el salario o se esté encareciendo el capital, se utiliza más mano de obra que capital.

**Figura 2. Dotaciones relativas de factores diferentes**



Fuente: Elaboración propia (adaptado de Appleyard y Field, 2003).

Dado el stock de factores y la identidad de uso también en cada país se puede obtener curvas de transformación distintas. El país II abundante en trabajo (L) y el país I abundante en capital (K). En la Figura 2. se observa que las curvas de indiferencia son homotéticas, iguales, desplazamientos paralelos a un mismo valor a pesar de que se presenten cambios en los precios relativos que afectan las demandas. En el punto P, el país I no tiene comercio exterior, reflejando sus respectivas producciones de X1 y X2.

Un país va a especializarse en aquel bien en que tiene sus precios más baratos: En el país I es más barato el bien X1 y en el país II es más barato el bien



X2. El país I se especializa en el bien X1 y el país II se especializa en X2 y se trasladan en su curva de transformación, pero con costos crecientes. Al especializarse y entrar en comercio internacional, los nuevos puntos de producción son P\* y Q\*. C es el punto de consumo, donde el comercio internacional ha hecho que el bienestar del país mejore con mayor disponibilidad de bienes y servicios e incrementen los ingresos y la producción, los dos países pasaron a tener una misma curva de indiferencia. Por lo tanto, cada país se habrá especializado en aquel bien que utiliza intensivamente el factor más abundante.

### 2.2.3. Las Exportaciones

Conocidos los potenciales beneficios del comercio internacional como resultado de la participación de los países, ahora es crucial comprender que factores influyen en las exportaciones en la capacidad de un país para aprovechar estos beneficios.

Las exportaciones ( $X$ ) son descritas por De Gregorio (2007) como la demanda de bienes nacionales por parte del resto del mundo. Estas se verán afectadas por el precio y el ingreso como función de demanda. Si bajan los precios locales de los bienes nacionales, tendrán mayor demanda en el mercado internacional,  $\frac{\partial X}{\partial p_d} < 0$ . Cuando el tipo de cambio real se deprecie (sube), se necesitarán menos unidades de bien extranjero para adquirir un bien nacional como resultado la demanda de bienes nacionales crece y con ello aumentan las exportaciones,  $\frac{\partial X}{\partial tcr} > 0$ . Por otra parte, si aumenta el ingreso del mundo ( $Y^*$ ), aumentará la demanda mundial por bienes nacionales,  $\frac{\partial X}{\partial Y^*} > 0$ . Los principales factores que influyen en las exportaciones ( $X$ ) pueden obtenerse en la función de exportación teórica de la siguiente forma:

$$X = f(pd, tcr, Y^*) \quad (11)$$

Por otro lado, Rivera (2017) define que las exportaciones representan la demanda por bienes y servicios domésticos por parte del resto del mundo. Los principales determinantes de las exportaciones son los ingresos del resto del mundo ( $Y^*$ ), medidos por el PBI mundial, y el tipo de cambio real ( $tcr$ ). Específicamente, la hipótesis es que las exportaciones se mueven en la misma dirección de  $Y^*$  y el  $tcr$ . En otras palabras, si el PBI mundial aumenta, también aumenta la demanda de las exportaciones. Al igual que un aumento del tipo de cambio real aumenta el precio en moneda doméstica para los exportadores y abarata el precio en moneda extranjera para los demandantes de las exportaciones, en consecuencia, las exportaciones aumentan. Es posible formular la relación de causalidad para los principales determinantes de las exportaciones, donde  $Y^*$  es el PBI del resto del mundo y  $tcr$  es el tipo de cambio real representados como las variables exógenas y  $X$  son las exportaciones representando la variable endógena.

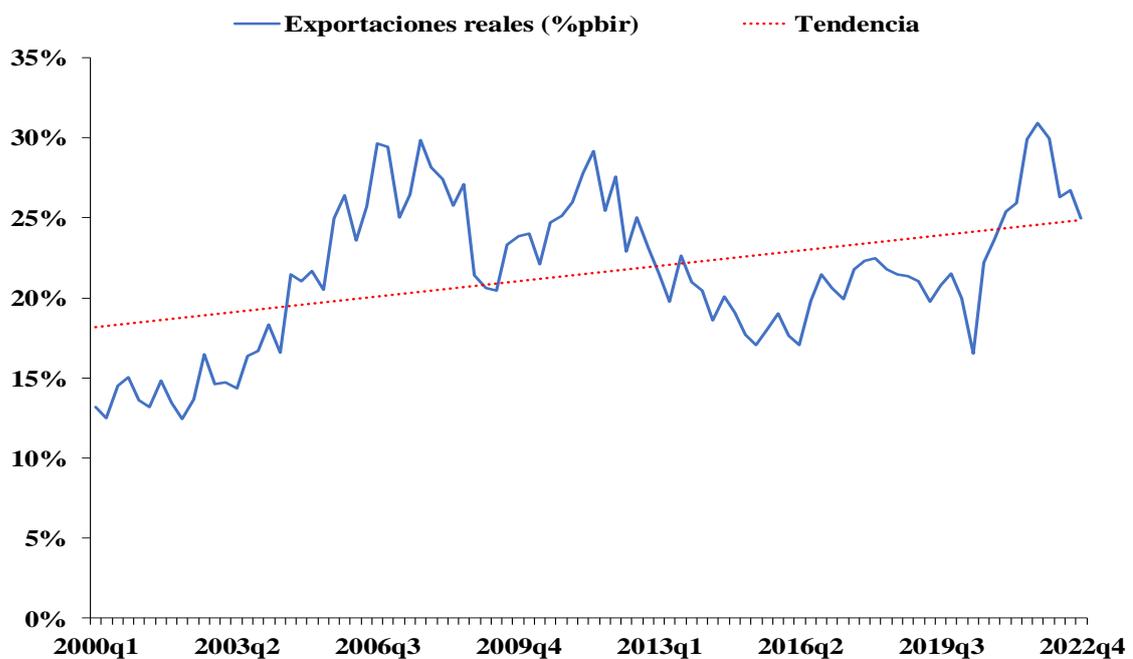
$$X = f(Y^*, tcr) \quad (12)$$

Podrían incluirse otros determinantes de las exportaciones, cada uno de los cuales afectaría a las exportaciones de forma diferente. Por ejemplo, las exportaciones aumentarían si el precio internacional de los bienes nacionales exportados aumenta, la productividad laboral, la capacidad instalada empleada en la industria, mayor inversión extranjera directa, los términos de intercambio y el nivel de empleo. Por otro lado, las exportaciones disminuirían si se incrementa la renta interna y el nivel de los aranceles.

Si se dividen las exportaciones por el producto interior bruto de un país, se puede determinar la participación del tamaño de sus exportaciones. Esto refleja el

hecho de que el aumento en la razón X/PIB indica que se exporta una proporción cada vez mayor de los bienes nacionales. También, estos aumentos son el resultado de una mayor participación y beneficios del comercio internacional, que abarca no sólo bienes de consumo, sino también bienes de capital, bienes intermedios, bienes primarios y servicios comerciales. Esto significa que el progreso económico de una nación depende del crecimiento económico mundial, además de las ganancias económicas que se derivan del intercambio de bienes y servicios entre naciones (Appleyard y Field, 2003).

**Figura 3. Participación de las exportaciones reales en el producto bruto interno real de Perú**



Fuente: Elaboración propia con datos del BCRP.

La Figura 3. demuestra que entre el primer trimestre de año 2000 (13.19%) y el tercer trimestre de 2007 (29.83%), la participación de las exportaciones reales de Perú como porcentaje del conjunto de su economía se ha visto duplicada. La tendencia ascendente a lo largo del tiempo es notable, alcanzando su máxima participación en términos reales en el primer trimestre de 2022 (29.96%).



Las exportaciones reales continuaron creciendo a pesar de experimentar su peor descenso en el segundo trimestre de 2020 (16.51%) como consecuencia de las restricciones sanitarias implementadas por el país a comienzos de marzo de 2020 en respuesta a la emergencia del COVID-19. Estas restricciones redujeron la producción nacional en algunos sectores de la economía y, en consecuencia, la cantidad que las empresas destinaban dirigir al comercio exterior, lo que comprometería el crecimiento económico. Dicha proposición también fue identificada por Krugman et al. (2012) para el caso de Estados Unidos entre 1960 y 2009, concluyendo que la característica más destacable de la figura es la tendencia positiva de largo plazo.

Por otro parte, las exportaciones netas o balanza comercial ( $XN$ ) corresponden a la diferencia entre exportaciones ( $X$ ) e importaciones ( $M$ ) donde la presencia de un superávit en la balanza comercial ( $X > M$ ) significa que el valor de las exportaciones es mayor que el valor de las importaciones y un déficit en la balanza comercial ( $X < M$ ) refleja que las exportaciones son menores que las importaciones (De Gregorio, 2007).

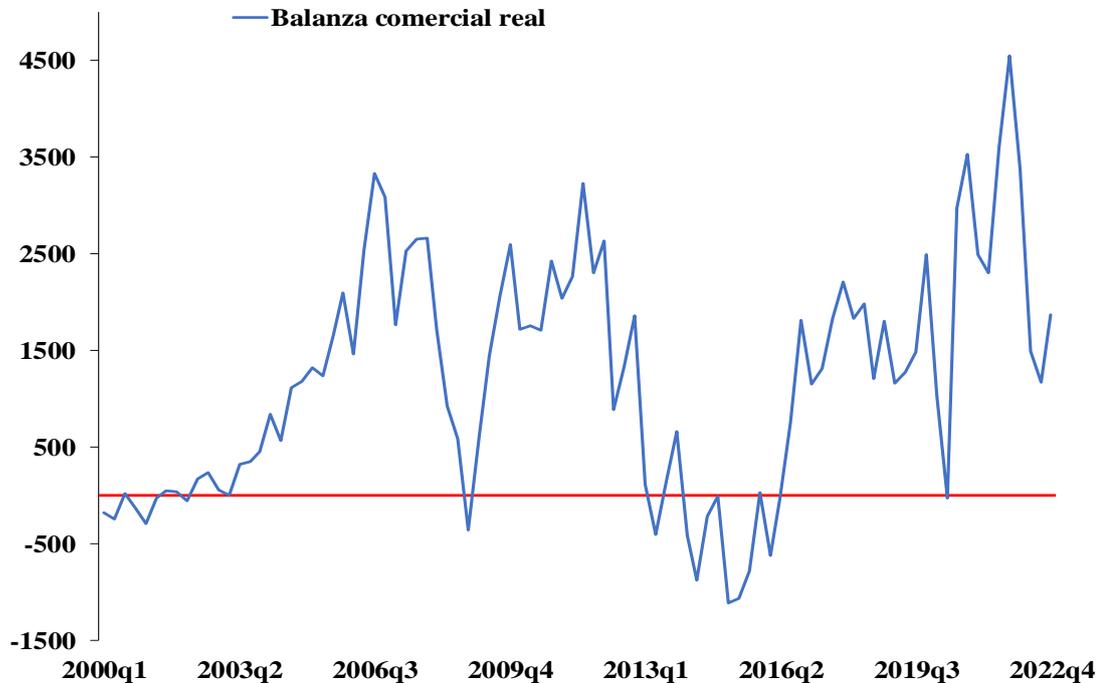
La ecuación para obtener el valor de la balanza comercial es la siguiente:

$$XN = X - M \quad (13)$$

Específicamente en el Perú, se ha mantenido un superávit comercial a lo largo de toda la serie con excepción de comienzos del año 2000 (-182.29) hasta el primer trimestre de 2002 (-57.35). Luego, presentó un déficit comercial en el cuarto trimestre de 2008 (-359.04) debido a la crisis mundial de ese mismo año. Por último, se produjo un déficit de la balanza comercial durante el primer

trimestre de 2014 (-412.63) hasta el segundo trimestre de 2016 (-32.77), situación que no se repetiría en los próximos años.

**Figura 4. Balanza comercial real de Perú**



Fuente: Elaboración propia con datos del BCRP.

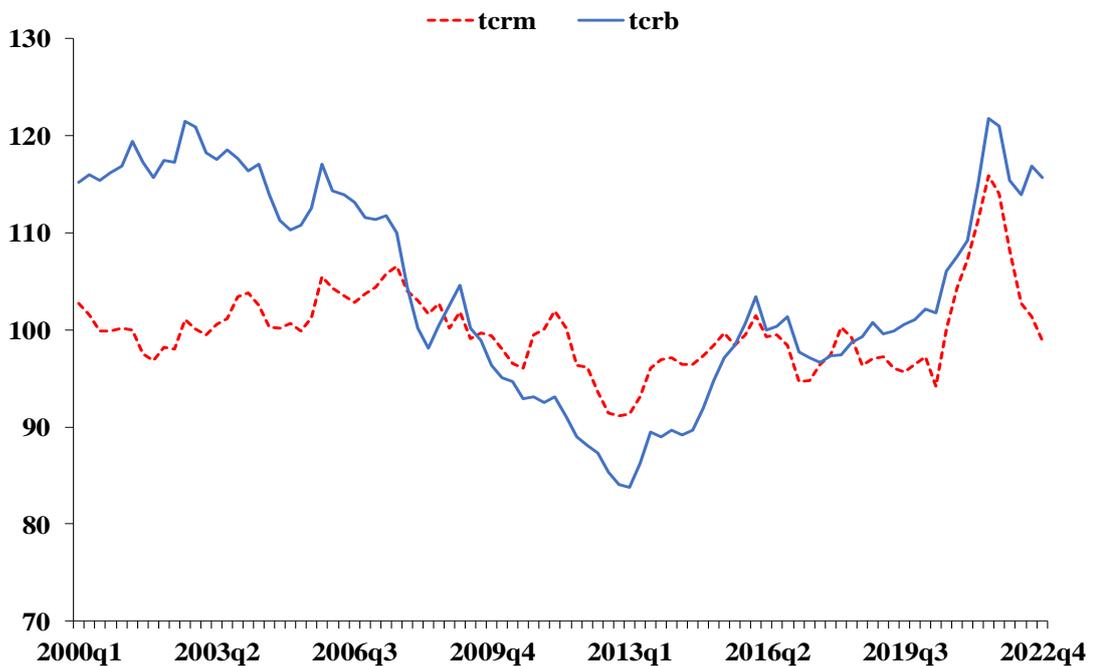
#### 2.2.4. El tipo de cambio real

Según De Gregorio (2007), el tipo de cambio nominal ( $e$ ) es el precio de una moneda extranjera expresado en términos de la moneda local o unidad de monedas nacionales necesarias por unidad de moneda extranjera, mientras que el tipo de cambio real ( $tcr$ ) se expresa como las unidades de bienes nacionales por unidad de bien extranjero. Si  $e$  es el tipo de cambio nominal,  $P$  es el nivel de precios domésticos (costo de una canasta de bienes nacionales en moneda doméstica) y  $P^*$  es el nivel de precios internacionales (precio de bien externo en moneda extranjera), entonces el tipo de cambio real se expresa de la siguiente manera:

$$tcr = \frac{e.P^*}{P} \quad (14)$$

Se utilizan unidades físicas para expresar el tipo de cambio real. Por lo tanto, si el tipo de cambio real se aprecia (cae), se hace más caro el bien nacional y se abarata el bien extranjero, y se necesitarán menos bienes nacionales para comprar un bien extranjero. La rentabilidad de los productores nacionales sería menor que la rentabilidad de los productores extranjeros como consecuencia de esta apreciación del tipo de cambio real. Así, se asume el cumplimiento de la condición de Marshall-Lerner, donde una depreciación del tipo de cambio real aumentaría la rentabilidad de las empresas nacionales y mejoraría la balanza comercial (De Gregorio, 2007).

**Figura 5. Índice del tipo de cambio real multilateral y bilateral de Perú (2009=100)**



Fuente: Elaboración propia con datos del BCRP.

Asimismo, De Gregorio (2007) describe la existencia de dos modalidades diferentes del tipo de cambio real: el multilateral, que refleja cuántas unidades del bien nacional cuesta una unidad de un bien extranjero promedio (con respecto a

varios países), y el bilateral, que representa el precio relativo de los bienes entre dos países.

En este sentido, la Figura 5. muestra la evolución del tipo de cambio real multilateral y bilateral de Perú, que han seguido una trayectoria parecida. Con respecto al tipo de cambio real bilateral con los Estados Unidos de América ha venido cayendo desde el cuarto trimestre de 2002 (120.83) hasta el primer trimestre de 2013 (83.78), cuando alcanzó su nivel más bajo. Después, presentó un cambio de tendencia al alza desde el segundo trimestre del año 2013 (86.23).

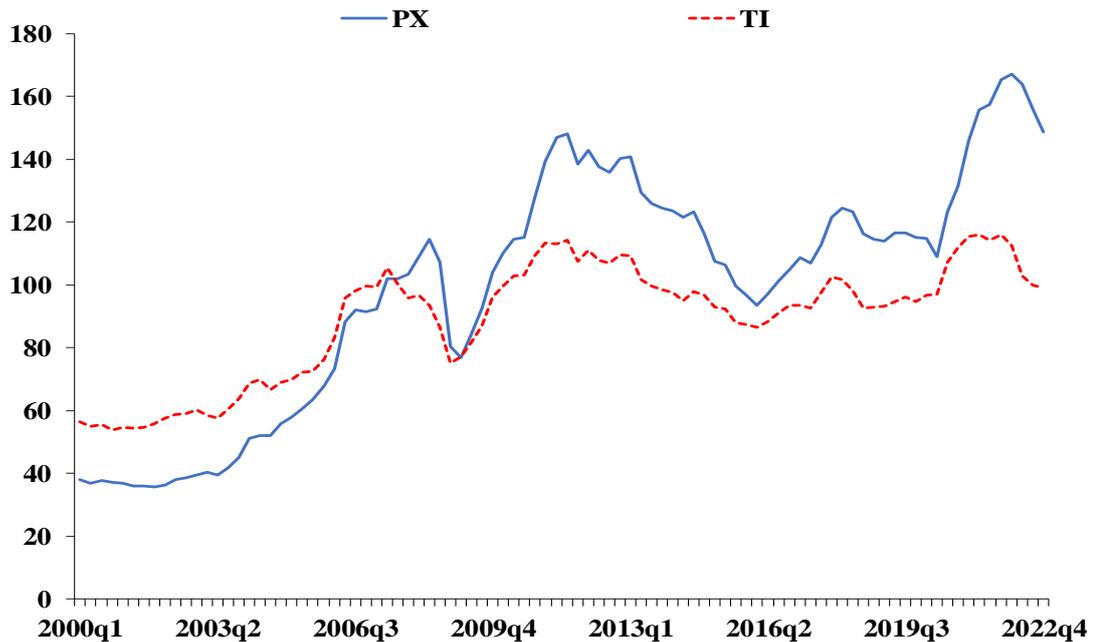
### 2.2.5. Los precios de las exportaciones

Señalar que los términos de intercambio de un país ( $TI$ ) incluyen los precios de las exportaciones o el precio internacional de los bienes nacionales que se exportan en el comercio exterior. De Gregorio (2007) afirma que los términos de intercambio se determinan dividiendo los precios de exportación (índice agregado de los precios de todas las exportaciones,  $P_X$ ) sobre los precios de importación ( $P_M$ ), necesariamente medidos en la misma unidad monetaria. La siguiente ecuación se utiliza para representar la ecuación de los términos de intercambio:

$$TI = \frac{P_X}{P_M} \quad (15)$$

A medida que los precios de las exportaciones aumenten en relación a los precios de las importaciones, significa que cada unidad de las exportaciones de un país puede comprar una mayor cantidad de importaciones, es decir, se puede conseguir más importaciones con una cantidad determinada de exportaciones (Appleyard y Field, 2003). Además, De Gregorio (2007) añade que los países que obtienen mejores términos de intercambio crecen más rápidamente.

**Figura 6. Índice de precios nominales de las exportaciones y términos de intercambio de Perú (2007=100)**



Fuente: Elaboración propia con datos del BCRP.

Los precios de las exportaciones continuamente tendrán una pendiente positiva ya que estos se miden en términos nominales, es decir, representan valores inflados. Este fenómeno se presenta en la Figura 6., en el que los precios de los bienes transables que oferta el Perú se incrementan a lo largo de la serie, bien como resultado de efectos sobre la demanda mundial de los bienes nacionales o por efectos monetarios sobre la inflación de las divisas, que suele afectar al dólar estadounidense, la moneda con mayor aceptación en el comercio internacional.

Sin embargo, como país pequeño, el Perú no posee la capacidad de influir en los precios internacionales. Son los productores nacionales quienes observan el comportamiento de los precios internacionales, puesto que, frente a un escenario de incremento en los precios internacionales pueden incentivar a la producción nacional a obtener mayores rentabilidades. Este fenómeno



simplemente es una aproximación a la teoría de la oferta donde un incremento en los precios hará que se aumente la cantidad ofertada.

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

**Apertura comercial (*Trade openness*):** Proceso mediante el cual se eliminan las barreras que inhiben el comercio exterior de un país, como la reducción de aranceles y trámites de exportación e importación, entre otras (BCRP, 2011).

**Apresiasión (*Appreciation*):** Aumento del valor de bienes y títulos. También se entiende como el aumento del valor de una moneda en comparación con otras (BCRP, 2011).

**Bienes transables (*Tradables goods*):** Bienes susceptibles de ser comercializados internacionalmente (exportados o importados). Su precio tenderá a reflejar el precio internacional más aranceles y costos de transporte en moneda nacional (BCRP, 2011).

**Creación de comercio (*Trade creation*):** Es uno de los principales beneficios de la formación de una unión aduanera. Consiste en el aumento del comercio al interior del nuevo mercado común, como resultado de la eliminación de aranceles dentro del área. Es producto de la sustitución de una fuente de abastecimiento de costos altos por una de menor costo. Este nuevo intercambio comercial puede reemplazar parte de la producción nacional de ciertos bienes, que opera con costos elevados, por importaciones del área común. Los principales beneficiarios son los consumidores nacionales (BCRP, 2011).

**Déficit comercial (*Trade balance deficit*):** Saldo negativo de la balanza comercial, ocurre cuando el valor de las exportaciones de bienes es menor que el de sus importaciones (BCRP, 2011).



**Desestacionalización (*Seasonal adjustment*):** Procedimiento estadístico mediante el cual se eliminan de una serie de tiempo los movimientos recurrentes dentro de un periodo que sean de naturaleza no económica. Eliminando estas influencias periódicas atribuidas a factores naturales o institucionales, se obtiene una serie que refleja mejor la tendencia de corto plazo. Es por ello que, para hacer un análisis de coyuntura de un determinado fenómeno económico, es conveniente analizarla libre del componente estacional (BCRP, 2011).

**Índice de Precios de Exportación (*Export price index*):** Índice de Fisher encadenado mensual, que es el promedio geométrico de los índices de Paasche y Laspeyres y se calcula en base a los precios de exportación de cada producto (BCRP, 2011).

**Índice de Tipo de cambio Real Bilateral (*Bilateral real exchange rate index*):** Indicador que mide el poder adquisitivo de la moneda de un país con relación a la de otro. Bajo el enfoque de la Paridad de Poder de Compra puede definirse como el tipo de cambio nominal ajustado por los precios relativos externos respecto a los internos. Asimismo, este coeficiente permite determinar en qué medida la devaluación de la moneda nacional es superior al diferencial entre la inflación interna y la de otro país (BCRP, 2011).

El tipo de cambio real de un país (país local) respecto de otro (país extranjero) es el precio relativo de los bienes del país extranjero expresados en términos de bienes locales.

El tipo de cambio real viene dado por:

$$e = \frac{(E \cdot P^*)}{P} \quad (16)$$



Siendo:

$e$ : tipo de cambio real

$E$ : tipo de cambio nominal.

$P^*$ : deflactor del PBI del país extranjero.

$P$ : deflactor del PBI local.

Entonces, las variaciones del tipo de cambio real pueden deberse tanto a variaciones en el tipo de cambio nominal, como a variaciones en los precios de los bienes extranjeros, o a variaciones en los precios de los bienes locales (BCRP, 2011).

**Largo plazo (*Long term*):** Período de tiempo asociado a una duración mayor a un año. En teoría económica, se refiere a un periodo en que se puede variar la capacidad instalada de una industria o el número de empresas (BCRP, 2011).

**PBI desestacionalizado (*Seasonally adjusted GDP*):** Medida agregada del PBI tomada en un determinado periodo de tiempo, en la que se ha eliminado el efecto estadístico vinculado a la “estacionalidad”. Existen diversos softwares para realizar la desestacionalización. El BCRP utiliza desde noviembre de 2002 el programa Tramo-Seats desarrollado por el Banco de España para desestacionalizar las series del PBI. Este programa se caracteriza por plantear y estimar modelos estadísticos para componente de la serie: estacionalidad, ciclo-tendencia y componente irregular (BCRP, 2011).

Es importante indicar que el ajuste estacional:

- Permite obtener una nueva serie, resultado de la combinación de los componentes tendencia-ciclo e irregular.



- Suprime las fluctuaciones intra-anales sistemáticas (causadas por fenómenos climáticos, de costumbre o normas de los países), para revelar los movimientos subyacentes de la tendencia-ciclo.
- Permite interpretar datos de la coyuntura, al poder realizarse comparaciones con respecto al periodo inmediato anterior.

**Superávit comercial (*Trade surplus*):** Situación de un país cuya balanza comercial presenta un saldo positivo, al superar el valor de las exportaciones de bienes y servicios, el valor de las importaciones (BCRP, 2011).

**Ventaja comparativa (*Comparative advantage*):** Un país tiene ventaja comparativa en la producción de un bien si el coste de oportunidad en la producción de este bien en términos de otros bienes es inferior en este país respecto a otros países. De acuerdo con la Teoría Ricardiana del Comercio Internacional, el comercio entre dos países puede beneficiar a ambos si cada uno exporta los bienes en los que tiene una ventaja comparativa (BCRP, 2011).

La teoría de ventaja comparativa defiende que los países deben especializarse en la producción de productos en los que tienen una ventaja relativa, de forma que exportarán parte de estos productos e importarán aquellos que otros países produzcan con menores costos relativos (BCRP, 2011).

Esta teoría, a diferencia de la teoría de la ventaja absoluta, no defiende la producción de aquel bien que resulte más barato, sino que opta por la producción de aquel bien en el que se tengan mejores costos comparativos, aunque, en términos absolutos, su producción resulte más cara que la del bien anterior (BCRP, 2011).



## 2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

### 2.4.1. Hipótesis general

Existe una relación de equilibrio de largo plazo del producto bruto interno real de China y Estados Unidos de América como los dos principales socios exportadores, el índice del tipo de cambio real en su modalidad bilateral y el índice de precios nominales de las exportaciones que han explicado el desempeño de las exportaciones reales de Perú durante el periodo 2000-2022.

### 2.4.2. Hipótesis específicas

- $H_1$ : Las elasticidades ingreso, rentabilidad y precio, en la relación de equilibrio de largo plazo, tienen un signo positivo en el comportamiento de las exportaciones reales de Perú durante el periodo 2000-2022, consistentes con la teoría económica.
- $H_2$ : La velocidad del coeficiente de ajuste, en la relación de equilibrio de largo plazo, tiene un signo negativo entre -1 y 0 en las exportaciones reales de Perú durante el periodo 2000-2022. Esto indica que las exportaciones reales tienden a ajustarse lentamente hacia su equilibrio de largo plazo después de experimentar perturbaciones.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es de naturaleza cuantitativa y utiliza el análisis multivariado de series de tiempo. Para encontrar la relación de equilibrio de largo plazo entre las series de estudio y abordar la pregunta general de investigación por lo cual se estima un vector de corrección de error (VEC) que describe la dinámica de largo plazo conforme al análisis de cointegración de Johansen. Esta metodología se justifica como instrumento econométrico en el análisis de series de tiempo con relaciones de largo plazo y, a continuación, se desarrolla su aplicación:

#### 3.1. COINTEGRACIÓN

Peña (2011) describe el significado de cointegración.

“Cuando dos o más variables se mueven conjuntamente a lo largo del tiempo y las diferencias entre ellas son estacionarias, estas series son cointegradas, aun cuando cada serie tenga tendencia estocástica y no estacionaria. Por lo tanto, la cointegración muestra la presencia de equilibrio a largo plazo hacia el cual converge el sistema económico a lo largo del tiempo. Para que un grupo de series de tiempo esté cointegrada debe existir una combinación lineal estacionaria y dicha combinación no puede presentar tendencia estocástica, es decir, su media y varianza deben ser constantes.”

De forma similar, Gujarati y Porter (2010) afirman que la cointegración es la regresión de una serie de tiempo con raíz unitaria sobre otras series de tiempo con raíz unitaria o la relación de equilibrio de largo plazo entre series con el mismo orden de integración. Las variables deben ser necesariamente integradas de primer orden,

I(1), y la combinación de estas, el residuo, debe ser integrada de orden I(0) o estacionaria. Además, se recomienda prestar mucha atención cuando se combina dos o más series temporales con orden de integración diferentes, ya que puede producirse una regresión espuria, que podría dar lugar a resultados que carecen de sentido.

Por ejemplo, si se tiene dos series de tiempo  $Y_t$  y  $X_t$  en una ecuación de cointegración de la forma siguiente:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \quad (17)$$

Y el término de error como el error de equilibrio en la siguiente ecuación:

$$\varepsilon_t = Y_t - \beta_0 - \beta_1 X_t \quad (18)$$

Para verificar la relación de cointegración la ecuación debe cumplir estas dos condiciones:

1. Ambas series  $Y_t$  y  $X_t$  deben ser necesariamente integradas de primer orden I(1), volviéndose estacionarias al aplicarles primeras diferencias.
2. Los residuos  $\varepsilon_t$ , es decir la combinación lineal de  $Y_t$  y  $X_t$ , debe ser estacionaria o integrada de orden cero I(0).

En consecuencia, la cointegración es una combinación lineal de variables no estacionarias donde la series deben ser integradas de primer orden, I(1), lo que significa que se vuelven estacionarias al diferenciarse por primera vez. En otras palabras, la cointegración se refiere a variables que tienen el mismo orden de integración, pero de ello no se deduce que todas las series con determinada orden de integración estén cointegradas, es decir, aunque todas las series sean del mismo orden de integración no está garantizado que cointegren. Naturalmente, la ausencia de



cointegración implica que no hay equilibrio de largo plazo entre las variables, lo que les permite distanciarse arbitrariamente unas de otras.

### 3.2. SERIES

Las series que se utilizan para la estimación de cointegración, son: las exportaciones reales de Perú ( $lrx_t$ ), el producto bruto interno real de China ( $lpbirchina_t$ ), el producto bruto interno real de Estados Unidos de América ( $lpbireua_t$ ), el índice del tipo de cambio real bilateral ( $ltcr_t$ ) y el índice de precios nominales de las exportaciones ( $lpx_t$ ), todas las variables se encuentran expresadas en logaritmos naturales ya que es necesario suavizar la varianza para estimar el modelo y facilitar su interpretación como elasticidades. Estas series se obtuvieron del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) y de la Federal Reserve Economic Data (FRED), en frecuencia trimestral con excepción del producto bruto interno de China de frecuencia anual. Del BCRP, se obtuvo: las exportaciones en millones de dólares a precios corrientes, el índice del tipo de cambio real bilateral (base 2007=100) y el índice de precios nominales de las exportaciones (base 2007=100). Y de la FRED, se obtuvo: el producto bruto interno de China en millones de dólares a precios corrientes, el producto bruto interno de Estados Unidos de América en millones de dólares a precios corrientes y un deflactor de precios implícito del PBI en Estados Unidos de América (base 2015=100), necesaria para deflactar las series que se encuentran en términos nominales. Al PBI de China, de frecuencia anual, se le aplica la desagregación temporal de series de baja frecuencia simple para obtener la frecuencia trimestral, es decir, dividir la serie entre el número de trimestres del año. Las exportaciones, el producto bruto Interno de China y de Estados Unidos de América se dividen con el deflactor de precios implícito del PBI para obtener los valores en términos reales.



Precisar que las exportaciones de Perú, el PBI nominal de China y de Estados Unidos de América están expresadas en millones de dólares, por ello, se hace uso de un deflactor de precios implícito del PBI que exprese las variaciones en los precios en términos de dólar de Estados Unidos de América. Del mismo modo, la investigación utiliza la variable del tipo de cambio real en su modalidad bilateral con Estados Unidos de América para que las series se encuentren medidas en la misma unidad monetaria.

A partir de las relaciones expresadas en (11) y (12), se presenta el modelo de función de exportación extendida para Perú que parte de la siguiente relación funcional:

$$l x r_t = f(l p b i r c h i n a_t, l p b i r e u a_t, l t c r_t, l P X_t) \quad (19)$$

Donde:

$l x r_t$ : Logaritmo de las exportaciones reales de Perú en millones de dólares.

$l p b i r c h i n a_t$ : Logaritmo del Producto bruto interno real de China en millones de dólares.

$l p b i r e u a_t$ : Logaritmo del Producto bruto interno real de Estados Unidos de América en millones de dólares.

$l t c r_t$ : Logaritmo del índice del tipo de cambio real en su modalidad bilateral.

$l P X_t$ : Logaritmo del índice de precios nominales de las exportaciones.

El uso de letras minúsculas en las series indica que se encuentran expresadas en términos reales.



### 3.2.1. Ajuste estacional en las series (Seasonal Adjustment, SA)

Es importante recordar que una serie de tiempo se compone de tres elementos: el componente Tendencia-Ciclo ( $T_t$ ) hace referencia a la tendencia a largo plazo durante todo el periodo de tiempo de la serie. El componente estacional ( $S_t$ ) está formado por aquellas fluctuaciones estacionales que se repiten de la misma forma de manera recurrente año con año en el mismo periodo de tiempo. Por último, el componente irregular ( $I_t$ ) captura cualquier otra variación que no forman parte de los componentes anteriores (Jiménez, 2018).

Jiménez (2018) define el ajuste estacional o desestacionalización, por sus siglas en inglés (Seasonal Adjustment, SA), como la estimación del componente estacional y su posterior eliminación de la serie, es decir, remover las fluctuaciones estacionales para comprender y entender mejor el comportamiento del fenómeno económico que se está estudiando y producir series económicas que sean más fáciles de analizar.

De hecho, Guerrero, López, y Corona (2018) destacan los fundamentos por los que se aconseja desestacionalizar las series.

“Las series de tiempo económicas se desestacionalizan porque es más fácil entender el comportamiento de las variables sin el efecto que ocasionan los fenómenos estacionales, los cuales generan movimientos de naturaleza no económica que influyen sobre el comportamiento de la serie. La información que aquellas proveen debe ser útil para realizar análisis económicos sin la influencia de efectos estacionales que tienden a ser regulares y, por lo mismo, pueden anticiparse y cancelarse en forma relativamente sencilla...”

Para el ejercicio empírico, la investigación ajusta estacionalmente las series con el método de ajuste estacional X12-ARIMA que aplica el Census Bureau de Estados Unidos de América (EE.UU.). De este modo se excluye el componente estacional para que no afecte en la calidad de las series. A continuación, se expresa la nueva relación funcional de exportación extendida para Perú de la siguiente forma:

$$lxr\_sa_t = f(lpbirchina\_sa_t, lpbireua\_sa_t, ltcr\_sa_t, lPX\_sa_t) \quad (20)$$

Es posible formular la ecuación de cointegración o equilibrio estacionario en niveles, basándose en el análisis multivariado de series temporales, de la forma siguiente:

$$lxr\_sa_t = \beta_0 + \beta_1 lpbirchina\_sa_t + \beta_2 lpbireua\_sa_t + \beta_3 ltcr\_sa_t + \beta_4 lPX\_sa_t + \varepsilon_t \quad (21)$$

Donde las elasticidades o parámetros de cointegración esperados, de acuerdo a la teoría económica, representen lo siguiente:

$$\beta_1 = \frac{\partial lxr\_sa_t}{\partial lpbirchina\_sa_t} > 0 \quad (22)$$

$$\beta_2 = \frac{\partial lxr\_sa_t}{\partial lpbireua\_sa_t} > 0 \quad (23)$$

$$\beta_3 = \frac{\partial lxr\_sa_t}{\partial ltcr\_sa_t} > 0 \quad (24)$$

$$\beta_4 = \frac{\partial lxr\_sa_t}{\partial lPX\_sa_t} > 0 \quad (25)$$

A priori, un incremento en la renta real externa, en los precios relativos y los precios nominales de las exportaciones se reflejan como un aumento en las exportaciones reales de Perú.

### 3.2.2. Coeficiente de correlación lineal de las series

El coeficiente de correlación lineal (de Pearson) es una medida de regresión que permite calcular el grado de asociación lineal o variación conjunta entre dos variables. Su valor oscila entre -1 y 1, donde un valor cercano a -1 o 1 indica una relación fuerte y un valor cercano a 0 indica una relación débil. En el análisis de correlación no hay diferenciación entre las variables dependientes y explicativas; todas las variables se tratan en forma simétrica y se consideran asimismo variables aleatorias (Gujarati y Porter, 2010).

El cálculo del coeficiente de correlación de Pearson ( $\rho$ ) se basa en las desviaciones de los valores de las variables con respecto a sus medias. La ecuación es la siguiente:

$$\rho_{x,y} = \frac{Cov(x,y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (26)$$

Donde:

$Cov(x, y)$ : covarianza entre el valor  $x$  e  $y$ .

$\sigma_x$ : desviación estándar de  $x$ .

$\sigma_y$ : desviación estándar de  $y$ .

Según la ecuación (26), el coeficiente de correlación lineal de Pearson normaliza la covarianza dividiéndola por la desviación estándar de las variables para proporcionar una medida estándar de la relación lineal entre las variables.

La Tabla 4. muestra la matriz de los coeficientes de correlación para todas las posibles combinaciones de las series. Para el análisis de correlación o asociación lineal entre la variable endógena ( $lxr\_sa_t$ ) y las variables explicativas

endógenas ( $lpbirchina_{sa_t}$ ,  $lpbireua_{sa_t}$ ,  $ltcr_{sa_t}$ ,  $IPX_{sa_t}$ ) se utiliza la primera columna para interpretar los resultados.

**Tabla 4. Matriz de correlación de las series**

	<b>lxr_sa</b>	<b>lpbirchina_sa</b>	<b>lpbireua_sa</b>	<b>ltcr_sa</b>	<b>IPX_sa</b>
<b>lxr_sa</b>	1	---	---	---	---
<b>lpbirchina_sa</b>	0.917	1	---	---	---
<b>lpbireua_sa</b>	0.868	0.95	1	---	---
<b>ltcr_sa</b>	-0.638	-0.577	-0.339	1	---
<b>IPX_sa</b>	0.991	0.908	0.85	-0.633	1

Fuente: Elaboración propia con resultados de Eviews.

Los valores de la matriz de correlación (primera columna) indican que la serie  $lxr_{sa_t}$  muestra una correlación positiva fuerte con la serie  $lpbirchina_{sa_t}$  (0.91), lo que sugiere que hay una relación directa entre ellas. También muestra una correlación positiva fuerte con las series  $lpbireua_{sa_t}$  (0.86) y  $IPX_{sa_t}$  (0.99). Por lo tanto, las exportaciones reales de Perú están altamente correlacionadas con el producto bruto interno real de China, el producto bruto interno real Estados Unidos de América y el índice de precios nominales de las exportaciones. Sin embargo, presenta una correlación negativa moderada con la serie  $ltcr_{sa_t}$  (-0.63), lo que indica que hay una relación inversa entre las exportaciones reales de Perú y el índice del tipo de cambio real. Este resultado puede dar indicios de que las dos series no están relacionadas a lo largo del tiempo, pero no refuta forzosamente la relación teórica entre ambas variables respecto a la función de exportaciones de la teoría económica.

Es importante tener en cuenta que el coeficiente de correlación de Pearson sólo mide la relación lineal entre las variables y no implica causalidad, en otras



palabras, que dos variables estén correlacionadas positiva o negativamente no significa necesariamente que una cause cambios en la otra.

### **3.3. METODOLOGÍA DE COINTEGRACIÓN DE JOHANSEN**

González (2008) describe el mecanismo de aplicación de la metodología de cointegración de Johansen para la estimación del vector de corrección de error: En primer lugar, se debe determinar el orden de integración de cada una de las series incluidas en el modelo. Segundo, especificar un vector autorregresivo (VAR) con las series que resulten integradas de orden  $I(1)$  para determinar el retardo óptimo del VAR a fin de verificar que los residuos sean ruido blanco y diagnosticar el VAR estimado. En tercer lugar, se utiliza el método de máxima verosimilitud para analizar el vector autorregresivo con el fin de calcular el rango de cointegración ( $r$ ) del sistema con la prueba de la traza y del Eigenvalue máximo (valor propio). En el cuarto paso se estima el modelo de vector de corrección de errores. Finalmente, se determina la conexión causal entre las variables del modelo.

### **3.4. DETERMINAR EL ORDEN DE ESTACIONARIEDAD DE LAS SERIES**

#### **3.4.1. Análisis gráfico de estacionariedad de las series**

Gujarati y Porter (2010) sugieren trazar las series de tiempo antes de realizar una prueba formal de raíz unitaria, ya que estas graficas ofrecen una indicación preliminar de la posible naturaleza de las series de tiempo.

Señalar que un proceso estocástico o serie de tiempo no estacionaria es un conjunto de datos cuyas propiedades estadísticas varían con el tiempo. Específicamente, tendrá una media y una varianza que pueden aumentar o disminuir con el tiempo, lo que indica la presencia de tendencia, efectos estacionales o variaciones irregulares o aleatorias, lo que sugiere que los datos no

siguen un patrón predecible y pueden fluctuar en amplitud y dirección de forma aleatoria (Gujarati y Porter, 2010).

**Figura 7. Comportamiento de las series en niveles**



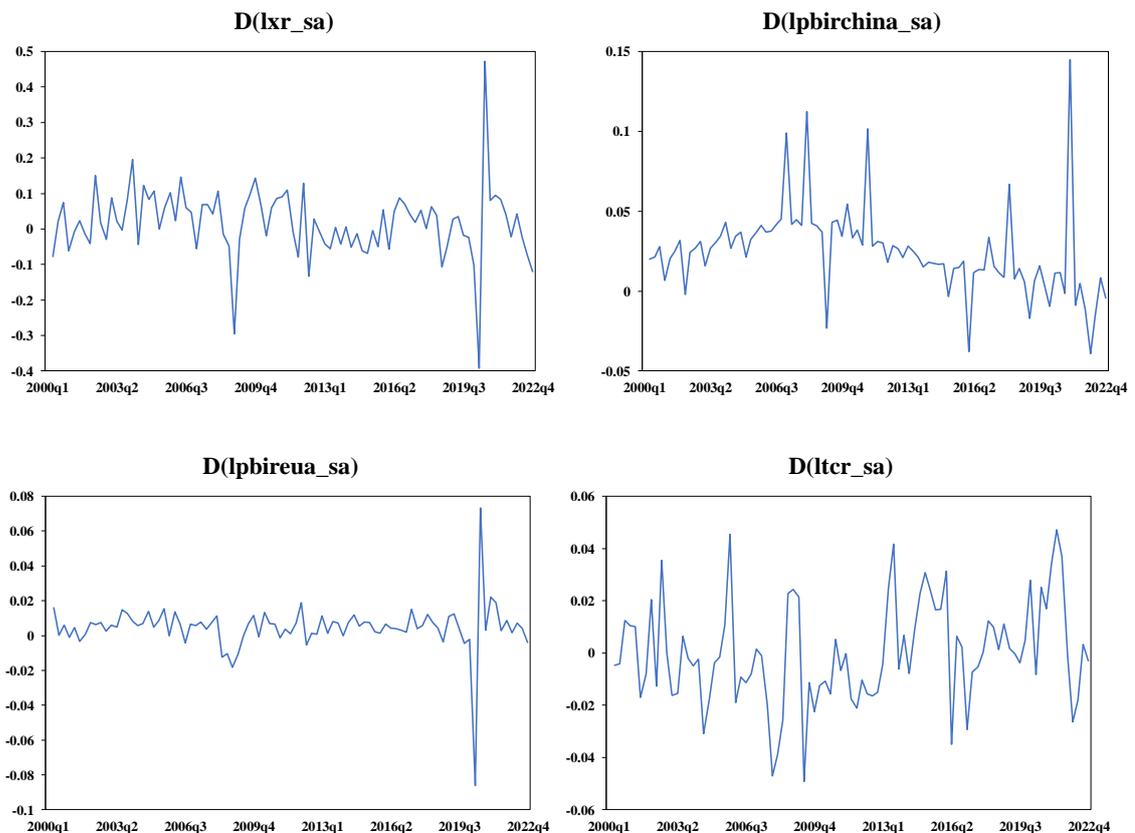
Fuente: Elaboración propia con datos del BCRP.

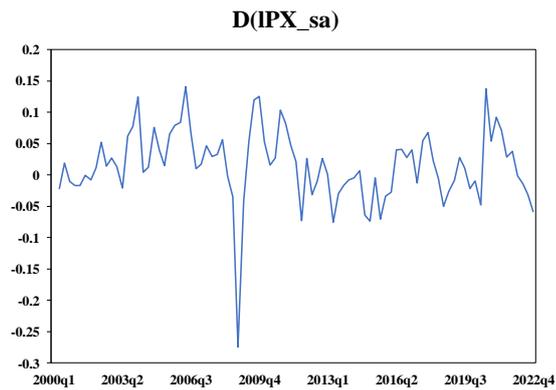
El comportamiento de las series en niveles expresadas en logaritmos y desestacionalizadas por el método X12-ARIMA se presentan en la Figura 7. Como puede observarse, las exportaciones reales de Perú, el producto bruto interno real

de China y de Estados Unidos de América y el índice de precios nominales de las exportaciones muestran tendencias claramente positivas. En cambio, el índice del tipo de cambio real muestra una tendencia decreciente hasta el 2013 para luego cambiar su trayectoria a una tendencia positiva. La existencia de tendencias y variaciones aleatorias son indicios de que las series son no estacionarias.

Por otro lado, un proceso estocástico es estacionario si su media, su varianza y su covarianza (en los diferentes rezagos) permanecen constantes en el tiempo lo que significa que la serie de tiempo tenderá a regresar a su media y las variaciones en torno a esta media tendrán una varianza constante (Gujarati y Porter, 2010)

**Figura 8. Comportamiento de las series en primeras diferencias**





Fuente: Elaboración propia con datos del BCRP.

La Figura 8. ilustra la aplicación de primeras diferencias en las series para convertirlas en estacionarias. Todas ellas tienen media cero, y se observa que sus varianzas se mantienen constantes en el tiempo. En conclusión, las series en primeras diferencias pueden considerarse estacionarias.

### 3.4.2. Prueba de estacionariedad de Dickey-Fuller (DF)

Dado que la no estacionariedad es un problema asociado a las series de tiempo, se especifica la prueba formal de raíz unitaria de Dickey-Fuller (DF) para determinar si una serie de tiempo tiene o no una raíz unitaria.

La prueba de Dickey-Fuller (DF) se estima en tres diferentes formas dependiendo de la presencia o ausencia de componentes deterministas de la serie:

$$\text{Sin intercepto y tendencia: } \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (27)$$

$$\text{Con intercepto: } \Delta Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (28)$$

$$\text{Con tendencia e intercepto: } \Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (29)$$

Donde  $\delta$  es el parámetro autorregresivo de las tres formas que toma la regresión auxiliar en la estimación de la prueba de Dickey-Fuller (DF) para evaluar las siguientes hipótesis:



$H_0: \delta = 0$  ( $Y_t$  tiene una raíz unitaria, la serie de tiempo es no estacionaria o tiene tendencia estocástica).

$H_1: \delta < 0$  (la serie de tiempo es estacionaria, probablemente alrededor de una tendencia determinista).

Gujarati y Porter (2010) explican el proceso de evaluación de las hipótesis de la prueba de Dickey-Fuller (DF), que se estima por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), El coeficiente autorregresivo estimado de  $Y_{t-1}$  se divide entre su error estándar para obtener el estadístico tau ( $\tau$ ) que se utiliza para consultar las tablas DF. Si el valor absoluto calculado del estadístico tau ( $|\tau|$ ) supera el estadístico DF de tablas o los valores críticos tau de MacKinnon se rechaza la hipótesis nula de  $\delta = 0$  y se concluye que la serie de tiempo es estacionaria. Por otra parte, si el estadístico  $|\tau|$  calculado no supera el valor crítico tau de tablas, no se rechaza la hipótesis nula, y se determina que la serie de tiempo es no estacionaria o tiene una raíz unitaria.

### 3.4.3. Prueba de estacionariedad de *Augmented Dickey-Fuller* (ADF)

La prueba de *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) implica aumentar las diferencias rezagados de la variable  $Y_t$  en las tres ecuaciones anteriores.

Sin intercepto y tendencia:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (30)$$

Con intercepto:

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (31)$$

Con tendencia e intercepto:



$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (32)$$

La prueba de Augmented Dickey-Fuller (ADF) evalúa la misma hipótesis de estacionariedad que la prueba DF:

$H_0$ :  $\delta = 0$  ( $Y_t$  tiene una raíz unitaria, la serie de tiempo es no estacionaria o tiene tendencia estocástica).

$H_1$ :  $\delta < 0$  (la serie de tiempo es estacionaria, probablemente alrededor de una tendencia determinista).

En la Prueba de *Augmented* Dickey-Fuller (ADF), el número de diferencias rezagados que deben incluirse en la regresión auxiliar se determina empíricamente con el objetivo de añadir suficientes diferencias para evitar la autocorrelación en los residuos y permitir la obtención de una estimación insesgada de  $\delta$ . Además, la prueba de ADF continua probando  $\delta = 0$  y sigue la misma distribución asintótica que el estadístico DF, por lo que se utilizan los mismos valores críticos para el contraste de evaluación de las hipótesis de estacionariedad (Gujarati y Porter, 2010).

A diferencia de las pruebas DF y ADF, la prueba de estacionariedad de Phillips-Perron (PP) está diseñada para evitar la correlación lineal en los residuos, sin añadir diferencias rezagadas, mientras que la prueba de estacionariedad de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) se centra en la estacionariedad de una serie en presencia de una tendencia determinística (Gujarati y Porter, 2010). Obviamente cada prueba tiene sus propios supuestos y se utilizan en diferentes contextos y situaciones dependiendo de las propiedades de las series de tiempo.



El programa EViews tiene la opción de seleccionar automáticamente la longitud del rezago basándose en los criterios de información de Akaike (AIC), Schwarz (SC) y otros para brindar el rezago óptimo donde no exista presencia de autocorrelación.

#### **3.4.4. Pruebas de raíces unitarias ADF, PP y KPSS**

En base a la metodología de cointegración en el análisis multivariado de series de tiempo que instrumenta la investigación, se exige calcular el orden de integración de las series y, en su defecto, que sean integradas de primer orden  $I(1)$ . Dicha condición permite realizar el proceso de cointegración y estimar la ecuación de regresión de largo plazo. Entonces, las pruebas de estacionariedad utilizadas para el ejercicio empírico y examinadas bajo el criterio de información de Schwarz (SC) que expresa el rezago óptimo para corregir la autocorrelación son la prueba de Dickey-Fuller-Aumentada (DFA), Phillips-Perron (PP) y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS).

Para la prueba ADF y PP la hipótesis de estacionariedad que se evalúa es la siguiente:

$H_0$ : La serie tiene una raíz unitaria o la serie de tiempo es no estacionaria.

$H_1$ : La serie es estacionaria.

Y para la prueba KPSS la hipótesis de estacionariedad cambia de la siguiente manera:

$H_0$ : La serie de tiempo es estacionaria.

$H_1$ : La serie de tiempo es no estacionaria.

Con respecto a las hipótesis de estacionariedad, Varela y Retamoza (2023) explican que para el caso de la prueba ADF y PP, se evalúa la hipótesis nula de no estacionariedad o existencia de raíz unitaria; mientras que la prueba KPSS, el enunciado de la hipótesis nula, es que la serie es estacionaria. Si en las dos primeras pruebas se rechaza la hipótesis nula y en la tercera se acepta, se determina que la serie es estacionaria en nivel,  $I(0)$ . En cambio, si las primeras diferencias resultan ser estacionarias, entonces ya no sería necesario considerar un orden de diferenciación superior y, en tal caso, se determina que las series en nivel son  $I(1)$ .

**Tabla 5. Pruebas de raíces unitarias en niveles**

		Con intercepto			Tendencia e intercepto		
		DFA	PP	KPSS	DFA	PP	KPSS
<b>l<sub>xr</sub>_sa</b>	Estadístico	-1.764*	-1.766*	0.982*	-1.412*	-1.424*	0.262*
	Valor crítico	-3.503	-3.503	0.739	-4.062	-4.062	0.216
<b>l<sub>pbirchina</sub>_sa</b>	Estadístico	-2.987*	-2.378*	1.206*	1.084*	0.680*	0.293*
	Valor crítico	-3.503	-3.503	0.739	-4.062	-4.062	0.216
<b>l<sub>pbireua</sub>_sa</b>	Estadístico	-0.372*	-0.589*	1.228*	-3.311*	-3.293*	0.097
	Valor crítico	-3.504	-3.503	0.739	-4.062	-4.062	0.119
<b>l<sub>lcr</sub>_sa</b>	Estadístico	-1.333*	-1.212*	0.456***	-0.831*	-0.530*	0.269*
	Valor crítico	-3.504	-3.503	0.347	-4.063	-4.062	0.216
<b>l<sub>IPX</sub>_sa</b>	Estadístico	-1.810*	-1.522*	0.952*	-1.803*	-1.452*	0.247*
	Valor crítico	-3.504	-3.503	0.739	-4.063	-4.062	0.216

Notas:  $p < 0.1$ \*\*\*  $p < 0.05$ \*\*  $p < 0.01$ \*

Fuente: Elaboración propia con resultados de Eviews.

Los resultados observados en la Tabla 5. para el conjunto total de pruebas y específicamente en la de Phillips-Perron (PP) donde los estadísticos calculados para cada serie no superan los valores críticos respectivos, lo que indica que no se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, por lo que se concluye que todas las series en nivel son no estacionarias, es decir, tienen una raíz unitaria.

Se hace recuerdo que se elimina la tendencia de las series al aplicarles la primera derivada de tal modo que las pruebas de estacionariedad en primeras diferencias, al no haber tendencia, se toman sólo con intercepto (ver Figura 8.).

**Tabla 6. Pruebas de raíces unitarias en primeras diferencias**

		Con intercepto		
		DFA	PP	KPSS
$\Delta lxr\_sa$	Estadístico	-9.462*	-9.462*	0.227*
	Valor crítico	-3.504	-3.504	0.739
$\Delta lpbirchina\_sa$	Estadístico	-4.511*	-7.895*	0.700*
	Valor crítico	-3.505	-3.504	0.739
$\Delta lpbireua\_sa$	Estadístico	-12.463*	-12.436*	0.047*
	Valor crítico	-3.504	-3.504	0.739
$\Delta ltcr\_sa$	Estadístico	-6.418*	-6.406*	0.372*
	Valor crítico	-3.504	-3.504	0.739
$\Delta lPX\_sa$	Estadístico	-5.627*	-5.510*	0.179*
	Valor crítico	-3.504	-3.504	0.739

Notas:  $p < 0.1$ \*\*\*  $p < 0.05$ \*\*  $p < 0.01$ \*

Fuente: Elaboración propia con resultados de Eviews.

Por otro lado, los resultados de la Tabla 6. evalúan las pruebas de estacionariedad en primeras diferencias, específicamente en la de Phillips-Perron (PP) donde los estadísticos calculados para cada serie superan los valores críticos respectivos y confirman que es posible rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, lo que permite concluir que las series en sus primeras diferencias son estacionarias y son  $I(0)$  para el conjunto de pruebas, donde  $\Delta$  es el operador de primeras diferencias.

### 3.4.5. Conclusión de las pruebas de raíz unitaria de ADF, PP y KPSS.

En conclusión, se determina que la mayoría de las pruebas aplicadas indican que la series  $lxr\_sa_t$ ,  $lpbirchina\_sa_t$ ,  $lpbireua\_sa_t$ ,  $ltcr\_sa_t$  y  $lPX\_sa_t$  son estacionarias en primeras diferencias, es decir, integradas de orden  $I(1)$ . Como resultado, las series satisfacen la condición de integración de primer orden para

ser sometidas al ejercicio empírico de la metodología multivariada de cointegración.

#### **3.4.6. Prueba de estacionariedad con cambios estructurales**

Gujarati y Porter (2010) señalan que, dado los ciclos económicos se distinguen por periodos de contracción y expansión, es muy probable que un ciclo económico difiera de otro. Estas diferencias pueden deberse a rupturas estructurales o cambios estructurales en la economía, y de ello se deduce que estas perturbaciones afectarán el comportamiento económico de una serie. Por esta razón, se sostiene que las pruebas estándar de la hipótesis de estacionariedad pueden no ser confiables en presencia de cambios estructurales.

Con respecto a ello, la prueba de estacionariedad con quiebre estructural de Zivot & Andrews es una extensión de la prueba ADF que permite identificar cambios estructurales en una serie de tiempo mientras se evalúa su impacto en la presencia de una raíz unitaria en la serie. Su utilidad dependerá si se sospecha que una serie puede haber experimentado un quiebre estructural o cambio abrupto en su comportamiento a lo largo del tiempo en el que se realiza su análisis.

#### **3.4.7. Prueba de raíz unitaria con quiebre estructural de Zivot & Andrews**

Cabe mencionar que se emplea la prueba de estacionariedad de Zivot y Andrews para evaluar si existe un cambio o quiebre estructural en las series mientras se busca detectar la presencia de raíz unitaria utilizando el criterio de información de Schwarz (SC) bajo la siguiente hipótesis de estacionariedad:

$H_0$ : La serie tiene una raíz unitaria o la serie de tiempo es no estacionaria en presencia de quiebre estructural.

$H_1$ : La serie es estacionaria en presencia de quiebre estructural.

**Tabla 7. Prueba de raíz unitaria con quiebre estructural en niveles**

		Con intercepto	Tendencia e intercepto (Solo tendencia)
<b>l<sub>xr</sub>_sa</b>	Estadístico	-3.462*	-3.771*
	Valor crítico	-4.949	-5.067
<b>l<sub>pbirchina</sub>_sa</b>	Estadístico	-5.252	-3.888*
	Valor crítico	-4.949	-5.067
<b>l<sub>pbireua</sub>_sa</b>	Estadístico	-1.942*	-3.508*
	Valor crítico	-4.949	-5.067
<b>l<sub>tcr</sub>_sa</b>	Estadístico	-1.961*	-4.085*
	Valor crítico	-4.949	-5.067
<b>IPX_sa</b>	Estadístico	-3.287*	-3.533*
	Valor crítico	-4.949	-5.067

Notas:  $p < 0.1$ \*\*\*  $p < 0.05$ \*\*  $p < 0.01$ \*

Fuente: Elaboración propia con resultados de Eviews.

La presencia de raíz unitaria con quiebre estructural es la hipótesis nula que se evalúa. La Tabla 7. conforme a los estadísticos calculados y valores críticos, donde los primeros no superan a los segundos, que se analiza en las regresiones auxiliares confirma la presencia de raíz unitaria con quiebre estructural de las series en nivel.

Por otra parte, la Tabla 8., bajo el mismo mecanismo de análisis, concluye que las series no presentan raíz unitaria en sus primeras diferencias, son  $I(1)$  haciendo uso de la prueba de estacionariedad con quiebre estructural en tendencia. Sobre la base del conjunto de pruebas de estacionariedad con quiebre estructural, las series en conjunto son integradas de primer orden  $I(1)$ . De este modo es posible continuar con la estimación de un vector autorregresivo.

**Tabla 8. Prueba de raíz unitaria con quiebre estructural en primeras diferencias**

		Con intercepto
$\Delta lxr\_sa$	Estadístico	-11.144*
	Valor crítico	-4.949
$\Delta lpbirchina\_sa$	Estadístico	-9.097*
	Valor crítico	-4.949
$\Delta lpbireua\_sa$	Estadístico	-20.307*
	Valor crítico	-4.949
$\Delta lter\_sa$	Estadístico	-7.109*
	Valor crítico	-4.949
$\Delta lPX\_sa$	Estadístico	-7.399*
	Valor crítico	-4.949

Notas:  $p < 0.1$ \*\*\*  $p < 0.05$ \*\*  $p < 0.01$ \*

Fuente: Elaboración propia con resultados de Eviews.

### 3.5. VECTOR AUTORREGRESIVO (VAR)

#### 3.5.1. Especificación del modelo VAR

Un vector autorregresivo multivariado, de acuerdo con González (2008), es un modelo lineal de “n” variables, donde cada variable es explicada por sus propios valores rezagados, más el valor pasado del resto de variables. Estos modelos VAR se utilizan a menudo para predecir sistemas interrelacionados de series temporales y para analizar el impacto dinámico de las perturbaciones aleatorias sobre el sistema de las variables en funciones de impulso respuesta (FIR).

El modelo VAR, que es utilizado en el análisis de series de tiempo multivariado, presupone la presencia de los valores rezagados de las variables endógenas  $Y_t$  y  $X_t$  en el lado derecho de la ecuación:

$$Y_t = \alpha_{10} + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho} \varphi_{1i} X_{t-i} + u_{1t} \quad (33)$$

$$X_t = \alpha_{20} + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_{2i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho} \varphi_{2i} X_{t-i} + u_{2t} \quad (34)$$

Tras la estimación del modelo VAR por mínimos cuadrados (MCO) o por máxima verosimilitud, pueden llevarse a cabo el análisis de impulso respuesta (FIR), la descomposición de la varianza y pronósticos. Sin embargo, la metodología de cointegración de Johansen sugiere la estimación parcial del VAR para realizar la prueba de estimación del retardo óptimo del VAR en base a los criterios de información de Akaike (AIC), Schwarz (SC) y otros.

### 3.5.2. Estimación del VAR parcial

En la estimación parcial del modelo VAR se toma en cuenta dos retardos, dado que es la configuración por defecto que brinda el programa Eviews, y esta a su vez es necesaria para la estimación del retardo óptimo del VAR y las pruebas posteriores.

El programa Eviews estima el VAR parcial con la siguiente especificación:

$$\begin{aligned} lxr\_sa_t = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_{1i} lxr\_sa_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_{2i} lpbirchina\_sa_{t-i} + \\ & \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_{3i} lpbireua\_sa_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_{4i} ltcr\_sa_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_{5i} lPX\_sa_{t-i} + u_t \end{aligned} \quad (35)$$

### 3.5.3. Estimación del retardo óptimo del VAR

La estimación de un VAR parcial permite proceder con la determinación del número óptimo de retardos. La razón es que la prueba del retardo óptimo implica estimar el VAR con diferentes números de rezagos para luego seleccionar el número óptimo de rezagos en base a algún criterio de información. Teniendo en cuenta lo que Gujarati y Porter (2010) afirmaron, que la existencia de muchos

términos rezagados consume más grados de libertad, lo que potencialmente conduce a la posible aparición de multicolinealidad, y por otro lado, pocos rezagos pueden provocar errores de especificación. Los ocho retardos que sugiere el programa Eviews por defecto y los instrumentos utilizados para seleccionar el retardo óptimo son la predicción final del error (FPE), el criterio de información de Akaike (AIC), de Schwarz (SC) y de Hanna-Quinn (HQ) observables en la Tabla. 9.

**Tabla 9. Estimación del número de retardo óptimo**

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
<b>0</b>	340.8689	NA	2.32E-10	-7.996879	-7.852188	-7.938715
<b>1</b>	941.8258	1116.063	2.57E-16	-21.71014	-20.84199*	-21.36115*
<b>2</b>	975.9597	59.32801	2.08E-16	-21.92761	-20.33601	-21.2878
<b>3</b>	1005.295	47.49528*	1.91e-16*	-22.03083*	-19.71577	-21.1002
<b>4</b>	1026.774	32.21806	2.14E-16	-21.94699	-18.90847	-20.72553
<b>5</b>	1045.303	25.58857	2.62E-16	-21.79294	-18.03096	-20.28065
<b>6</b>	1066.109	26.25488	3.13E-16	-21.69307	-17.20764	-19.88997
<b>7</b>	1086.287	23.06003	3.93E-16	-21.57825	-16.36936	-19.48432
<b>8</b>	1110.843	25.14153	4.66E-16	-21.5677	-15.63535	-19.18295

Nota: \*Indica el orden de retardo seleccionado por el criterio

LR: *Sequential Modified LR Test Statistic (cada prueba a un nivel del 5%)*

FPE: *Final Prediction Error (Predicción final del error)*

AIC: *Akaike Information Criterion (Criterio de información de Akaike)*

SC: *Schwarz Information Criterion (Criterio de información de Schwarz)*

HQ: *Hannan-Quinn Information Criterion (Criterio de información de Hanna-Quinn)*

Fuente: Elaboración propia con resultados de Eviews.

La prueba indica que el número óptimo de retardos es de tres para los criterios de LR (el más robusto), Akaike, y FPE. Sin embargo, según los criterios de Schwarz y Hannan-Quinn se recomienda como retardo óptimo un rezago. En conclusión, se toma el criterio de información de Akaike para especificar el número de retardos a utilizar, en este caso de tres rezagos, para la estimación del modelo de vector de corrección de error.

### 3.5.4. Prueba de causalidad de Granger

Bustamante (2015) expresa que la prueba de causalidad de Granger permite comprobar si las series tienen relación unidireccional o bidireccional. La bidireccionalidad implica que dos series, en el sentido de Granger, se causan mutuamente siendo ambas dependientes de sí mismas y la unidireccionalidad cuando solo una serie causa, en el sentido de Granger, a la otra serie. En otras palabras, también mencionado por Gujarati y Porter (2010), si dos series  $X_t$  y  $Y_t$  están cointegradas y son individualmente integradas de primer orden,  $I(1)$ , entonces  $X_t$  debe causar a  $Y_t$  o  $Y_t$  debe causar a  $X_t$  según el criterio de Granger:

$H_0$ : no causalidad en forma conjunta sobre la serie endógena.

$H_1$ : causalidad en forma conjunta sobre la serie endógena.

**Tabla 10. Prueba de Causalidad de Granger**

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(lpbirchina_sa)	7.327515	3	0.0622
D(lpbireua_sa)	3.021234	3	0.3884
D(ltcr_sa)	8.118083	3	0.0436
D(IPX_sa)	14.65286	3	0.0021
Todas	47.25922*	12	0.0000

Notas:  $p < 0.1$  \*\*\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  \*

Fuente: Elaboración propia con resultados de Eviews.

De la Tabla 10. se desprende que la hipótesis nula de no causalidad en forma conjunta o probabilidad conjunta de las series explicativas endógenas sobre la serie endógena se rechaza, ya que la probabilidad calculada tiene un valor menor al 0.05 de nivel de significancia y se concluye que las variables  $lpbirchina_{sa_t}$ ,  $lpbireua_{sa_t}$ ,  $ltcr_{sa_t}$  y  $lPX_{sa_t}$  en forma conjunta si causan, en el sentido de Granger, a la variable  $lxr_{sa_t}$ .

### 3.5.5. Conclusión de la estimación del VAR parcial

En resumen, la estimación del VAR y la determinación del número de retardo óptimo concluye que la longitud óptima del VAR es de tres rezagos y la prueba de causalidad conjunta de Granger confirma la causalidad en forma conjunta de las variables explicativas endógenas sobre la variable endógena. Respectivamente, estas características permiten continuar con la prueba de cointegración de Johansen para determinar la relación de equilibrio de largo plazo.

## 3.6. PRUEBA DE COINTEGRACIÓN DE JOHANSEN

Para comprobar la existencia de una relación de largo plazo entre las series, se realiza la prueba de cointegración de Johansen que contiene la prueba estadística de la traza y del máximo valor propio para determinar el número de vectores de cointegración. Es importante tomar en cuenta el retardo óptimo obtenido bajo el criterio de Akaike en el apartado de retardo óptimo del VAR, ya que para el caso era de tres rezagos, con el fin de verificar la existencia de un vector de cointegración con el mismo número de retardo óptimo.

### 3.6.1. Prueba de la traza

Las hipótesis que evalúa la prueba de la traza (Trace test) se expresan de la siguiente forma:

En *None*:

$H_0: r = 0$  (no existen vectores de cointegración).

$H_1: r = 1$  (si existen vectores de cointegración).

En *At most 1*:

$H_0: r \leq 1$  (por lo menos existe un vector de cointegración).

$H_1: r = 2$  (existe más de un vector de cointegración).

En *None* la hipótesis nula es la no existencia de vectores de cointegración ( $r = 0$ ) y la hipótesis alterna si existen vectores de cointegración ( $r = 1$ ) y en *At most 1* se evalúa la hipótesis nula de por lo menos hay un vector de cointegración ( $r \leq 1$ ) y su alterna evalúa la existencia de más de un vector de cointegración ( $r = 2$ ).

**Tabla 11. Prueba de la Traza para la cointegración**

Prueba de rango de cointegración sin restricciones ( <i>Trace</i> )				
Hipótesis		Trace	p<0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Estadístico	Valor crítico	Prob.**
None *	0.331496	90.36545	88.8038	0.0384*
At most 1	0.241559	54.92677	63.8761	0.2244
At most 2	0.1753	30.59566	42.91525	0.4673
At most 3	0.084718	13.63493	25.87211	0.6876
At most 4	0.064261	5.844861	12.51798	0.4803

La prueba de la traza indica 1 ecuación de cointegración a un nivel de 0.05

\* Indica rechazo de la hipótesis a un nivel del 0.05

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Fuente: Elaboración propia con resultados de Eviews.

El resultado de la prueba de cointegración de la traza muestra que, siendo el estadístico de la traza superior al valor crítico, la hipótesis nula de  $r = 0$  se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa de la existencia de vectores de cointegración considerando tendencia en las series. Para el caso de *At most 1*, la hipótesis nula de por lo menos existe un vector de cointegración no se puede rechazar, siendo el estadístico de la traza menor al valor crítico. Se concluye que solo existe un vector de cointegración para las series  $lrx\_sa_t$ ,  $lpbirchiria\_sa_t$ ,

$lpbireua_{sa_t}$ ,  $ltcr_{sa_t}$  y  $lpX_{sa_t}$  objeto de estudio, condición favorable para la estimación de la ecuación de cointegración.

### 3.6.2. Prueba del máximo valor propio

Las hipótesis que evalúa la prueba del máximo valor propio (*Maximum Eigenvalue test*) se expresan de la siguiente forma:

En *None*:

$H_0$ : el rango de cointegración es  $r = 0$ .

$H_1$ : el rango de cointegración es igual a  $r + 1$ .

En *At most 1*:

$H_0$ : el rango de cointegración es  $r \leq 1$ .

$H_1$ : el rango de cointegración es igual a  $r + 2$ .

En *None* la hipótesis nula es la no existencia de rango de cointegración ( $r = 0$ ) y la hipótesis alterna si existe rango de cointegración ( $r + 1$ ); en *At most 1* se evalúa la hipótesis nula de que por lo menos hay un rango de cointegración igual a  $r \leq 1$  y su alterna evalúa la existencia de rango de cointegración igual a  $r + 2$ .

**Tabla 12. Prueba del Máximo Valor Propio para la cointegración**

<b>Prueba de rango de cointegración sin restricciones (Maximum Eigenvalue)</b>				
Hipótesis		Max-Eigen	p<0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Estadístico	Valor crítico	Prob.**
None	0.331496	35.43868	38.33101	0.1035
At most 1	0.241559	24.33111	32.11832	0.3271
At most 2	0.1753	16.96073	25.82321	0.4611
At most 3	0.084718	7.790073	19.38704	0.8398
At most 4	0.064261	5.844861	12.51798	0.4803

La prueba del máximo valor propio indica que no hay cointegración a un nivel de 0.05

\* Indica rechazo de la hipótesis a un nivel del 0.05

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Fuente: Elaboración propia con resultados de Eviews.

En cambio, el resultado de la prueba de cointegración del máximo valor propio muestra que, siendo el estadístico menor al valor crítico, la hipótesis nula de no existencia de rango de cointegración ( $r = 0$ ) no se puede rechazar. Para el caso de *At most 1*, la hipótesis de que hay un rango de cointegración igual a  $r < = 1$  no se puede rechazar considerando tendencia en las series y se concluye que no existe ningún rango de cointegración  $r = 1$  para las series  $lxr\_sa_t$ ,  $lpbirchina\_sa_t$ ,  $lpbireua\_sa_t$ ,  $lucr\_sa_t$  y  $lPX\_sa_t$  objeto de estudio.

### 3.6.3. Conclusiones de la prueba de la traza y del máximo valor propio

En la práctica, para un conjunto de variables integradas de primer orden, I(1), puede haber muchas relaciones de largo plazo o vectores de cointegración que operen de forma independiente. El rango de cointegración es el número de vectores cointegrantes. Encontrar múltiples vectores de cointegración, puede que no sea posible identificar la relación de comportamiento de largo plazo.

Ahora bien, la investigación considera los resultados de la prueba de la traza que detecta la existencia de una única relación de cointegración con tres

retardos, debido a que satisface la condición para estimar el vector de corrección de error (VEC).

### 3.7. VECTOR DE CORRECCIÓN DE ERROR (VEC)

#### 3.7.1. Especificación del mecanismo de corrección de errores (MCE)

Gujarati y Porter (2010) indican que “el mecanismo de corrección de errores (MCE) de Engle y Granger sirve para conciliar el comportamiento de corto plazo de una variable económica con su comportamiento de largo plazo”.

Se retoma la ecuación del término de error de equilibrio de  $Y_t$  y  $X_t$  expresada en (18), y transformada en términos logarítmicos como se muestra a continuación:

$$\varepsilon_t = LY_t - \beta_0 - \beta_1 LX_t \quad (36)$$

Según el teorema de representación de Granger, si  $Y_t$  y  $X_t$  están cointegradas, significa que existe una relación de equilibrio de largo plazo entre ambas, aunque pueda haber desequilibrio en el corto plazo, la relación entre las dos se expresa como un mecanismo de corrección de errores (MCE) donde el error de equilibrio puede relacionar el comportamiento de corto plazo de  $Y_t$  con su valor de largo plazo (Gujarati y Porter, 2010). Se muestra la ecuación del modelo de corrección de error:

$$\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_{2i} \Delta X_{t-i} + u_t \quad (37)$$

Donde  $\alpha_1$  es el parámetro de ajuste o de corrección de error que toma valores entre -1 y 0, y  $\varepsilon_{t-1}$  es el valor rezagado del término de error de equilibrio o de corrección de error del modelo.

Conforme la ecuación MCE,  $Y_t$  depende tanto de  $X_t$  como del término de error de equilibrio ( $\varepsilon_{t-1}$ ). Se espera que el coeficiente de corrección de error ( $\alpha_1$ ) sea negativa cuando  $Y_t$  esté por arriba de su valor de equilibrio, con ello el término  $\alpha_1 \varepsilon_{t-1}$  será negativo y comenzará a disminuir en el siguiente periodo a fin de corregir el equilibrio de largo plazo, De forma similar, si  $Y_t$  está por debajo de su valor de equilibrio y el término  $\varepsilon_{t-1}$  es negativo, con ello el término  $\alpha_1 \varepsilon_{t-1}$  será positivo, lo cual provocará que  $Y_t$  sea positiva y aumente en el siguiente periodo a fin de corregir el error de equilibrio. En consecuencia, el valor absoluto de  $|\alpha_1|$  determina la rapidez o la velocidad de ajuste con la que se restablecerá el equilibrio. Con esto, se espera que  $Y_t$  se ajuste a  $X_t$  con “n” diferencias rezagadas y alrededor de una velocidad de ajuste de  $\alpha_1$  donde la diferencia entre  $Y_t$  de largo y corto plazo se corrige dentro de “n” trimestres (Gujarati y Porter, 2010).

### 3.7.2. Especificación del modelo VEC

Los modelos VEC simplemente son una extensión de los modelos VAR considerando la existencia de cointegración o dinámica de largo plazo entre las series. La existencia de cointegración en el vector implica que las variables tienen una relación de largo plazo y, por lo tanto, pueden afectarse mutuamente en una relación de equilibrio. Además, un VAR cointegrado es otro nombre para el modelo VEC.

La ecuación de equilibrio estacionario del modelo de vector de corrección de error que estima el programa Eviews se expresa de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \Delta lxr\_sa_t = & \alpha_0 + \alpha_1[lxr\_sa_{t-1} - \beta_0 - \beta_1lpbirchina\_sa_{t-1} - \\ & \beta_2lpbireua\_sa_{t-1} - \beta_3ltcr\_sa_{t-1} - \beta_4lPX\_sa_{t-1} + \delta@trend] + \\ & \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} \Delta lxr\_sa_{t-i} + \sum_{i=1}^p \alpha_{2i} \Delta lpbirchina\_sa_{t-i} + \end{aligned}$$

$$\sum_{i=1}^{\rho} \alpha_{3i} \Delta lpbireua\_sa_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_{4i} \Delta ltcr\_sa_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_{5i} \Delta lPX\_sa_{t-i} + u_t \quad (38)$$

Donde  $\alpha_1$  es la velocidad de ajuste o parámetro de corrección de error que toma valores entre -1 y 0,  $[lcr\_sa_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 lpbirchina\_sa_{t-1} - \beta_2 lpbireua\_sa_{t-1} - \beta_3 ltcr\_sa_{t-1} - \beta_4 lPX\_sa_{t-1} + \delta@trend]$  es el término de corrección de error donde se ubican las elasticidades de la dinámica de largo plazo y  $\alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \alpha_{3i}, \alpha_{4i}$  son las elasticidades de la dinámica de corto plazo.

Como resultado, todas las series tienen el mismo orden de integración, I(1), se causan en el sentido de Granger, y se conoce el rezago óptimo para el modelo VAR. Además, existe una relación de cointegración de largo plazo entre todas las series. Siguiendo estos resultados, se estima la ecuación de cointegración del vector de corrección de error con tres rezagos, incluyendo la tendencia en la ecuación.

### 3.7.3. Estimación con restricciones en el vector de corrección de error

Para mejorar la significancia del coeficiente de ajuste y los parámetros de cointegración y capturar únicamente la dinámica de largo plazo se complementa la estimación con restricciones en el modelo. Específicamente, las restricciones  $[b(1,1)=1, a(2,1)=0, a(3,1)=0, a(4,1)=0, a(5,1)=0]$  para excluir la dinámica de corto plazo donde sus elasticidades de corto plazo quedan restringidas a tener un valor de cero, esto es, eliminar los coeficientes del VAR para solo quedar con las elasticidades de largo plazo. Por lo tanto, concluir que la estimación obtiene una mejor explicación del componente de largo plazo.

La validez de las restricciones en los coeficientes del modelo VEC se evalúa con las siguientes hipótesis:

$H_0$ : Al establecer restricciones en los coeficientes de corto plazo, las variables  $lpbirchina_{sa_t}$ ,  $lpbireua_{sa_t}$ ,  $ltcr_{sa_t}$  y  $LPX_{sa_t}$  no son predictoras de la variable de interés  $lxx_{sa_t}$ .

$H_1$ : Al establecer restricciones en los coeficientes de corto plazo, las variables  $lpbirchina_{sa_t}$ ,  $lpbireua_{sa_t}$ ,  $ltcr_{sa_t}$  y  $LPX_{sa_t}$  si son predictoras de la variable de interés  $lxx_{sa_t}$ .

**Tabla 13. Restricciones en la estimación del VEC con tres retardos**

---

**Restricciones de la cointegración:**

$$B(1,1)=1, A(2,1)=0, A(3,1)=0, A(4,1)=0, A(5,1)=0$$

---

Prueba LR para restricciones vinculantes (rango=1):

Chi-square(4)                      21.55059\*

Probabilidad                        0.000246

---

Notas:  $p < 0.1$ \*\*\*  $p < 0.05$ \*\*  $p < 0.01$ \*

Fuente: Elaboración propia con resultados de Eviews.

Al hacer uso de restricciones en la estimación, la significancia de los parámetros se ajusta mejor al modelo siempre y cuando las restricciones sean verdaderas. Para evaluar las restricciones se formula la hipótesis nula donde las variables explicativas endógenas no son predictoras de la variable de interés y se hace uso del estadístico chi-cuadrado para evaluar la hipótesis planteada. La probabilidad del estadístico chi-cuadrado es de  $0.000246 < 0.05$ , menor al nivel de significancia del cinco por ciento. Se rechaza la hipótesis nula y la alternativa se acepta. Esto a su vez, confirma que las series de la renta real externa, el tipo de cambio real y los precios nominales de las exportaciones son predictoras de la variable de las exportaciones reales (tienen capacidad predictiva).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS DEL MODELO

Los resultados de la estimación de la ecuación de cointegración (38) se presentan en la Tabla 14. Se muestran los estimadores de la dinámica de largo plazo y del coeficiente de corrección de error, que son estadísticamente significativos con excepción en el tipo de cambio real. Se observa que los signos y magnitudes de los parámetros de cointegración de largo plazo son consistentes con la teoría económica. Tanto la prueba de cointegración de Johansen como la presencia del coeficiente de la velocidad de ajuste  $\alpha_1$  del modelo VEC con tres rezagos, confirman la existencia de relación de equilibrio de largo plazo entre las series de estudio.

Tabla 14. Resultados del modelo

Variable	Estimador	Error estándar	Estadístico
<i>Velocidad de ajuste</i>			
$\alpha_1$	-0.255508	-0.07172	-3.56253
<i>Dinámica de largo plazo</i>			
$\beta_0$	65.79778	---	---
$\beta_1 lpbirchina_{sa_{t-1}}$	-1.049638*	-0.41871	-2.50681
$\beta_2 lpbireua_{sa_{t-1}}$	-3.605641*	-1.16523	-3.09436
$\beta_3 ltcr_{sa_{t-1}}$	-0.747564	-0.65335	-1.14420
$\beta_4 lPX_{sa_{t-1}}$	-0.654146*	-0.14763	-4.43110
$\delta@trend$	0.035944*	-0.01195	3.00760

Notas: p<0.1\*\*\* p<0.05\*\* p<0.01\*

Fuente: Elaboración propia con resultados de Eviews.



La magnitud del estimador de la velocidad de ajuste  $\alpha_1$  tiene el signo correcto y es estadísticamente significativo, pero al no ser muy elevada, revela la lentitud con la que se corrige el equilibrio de largo plazo de las exportaciones reales después de experimentar perturbaciones. Si una de las series se desvía de manera unilateral del equilibrio de largo plazo generando que las exportaciones reales se encuentren por encima o por debajo de su valor, la velocidad de ajuste va a corregir estas desviaciones positivas o negativas con una velocidad de -0.25 (entre más cercano a -1, el ajuste es más rápido). Otra forma de interpretar el coeficiente de corrección de error implica que, el valor de -0.25 será la velocidad de ajuste de las exportaciones reales para eliminar cualquier desviación de las series cuando ya no se mantenga la relación de equilibrio de largo plazo y que será necesario que trascurren tres trimestres para corregir el desequilibrio debido a la naturaleza del modelo con tres rezagos de especificación.

Con respecto a la dinámica de largo plazo, los estimadores representan las elasticidades de largo plazo del modelo; sin embargo, estos coeficientes deben de multiplicarse por -1 para realizar la interpretación de las elasticidades con los signos adecuados. Esto corrobora los efectos positivos de largo plazo de la relación funcional de exportación extendida de la ecuación (21), que da lugar al valor de las elasticidades ingreso, rentabilidad y precio de largo plazo. Cabe observar que, de acuerdo con la función de exportación teórica, los estimadores muestran los signos esperados y magnitudes previstas en la teoría económica.

El estimador  $\beta_1 lpbirchina\_sa_{t-1}$  tiene un signo positivo que concuerda con la revisión empírica. Su magnitud sugiere que un aumento del 1% de la elasticidad ingreso del producto bruto interno real de China, corresponde a un aumento del 1.04% de las exportaciones reales. En este sentido, una mejora en la



producción de la actividad económica del país asiático puede indicar un aumento en la demanda de bienes nacionales y, en consecuencia, un aumento de los ingresos de las empresas exportadores. El resultado es consistente con la función de exportación, que sostiene que el volumen de exportación depende significativamente de los ingresos de los socios comerciales. Según el MCET (2023), el acceso a los mercados internacionales hace que una gran parte de las empresas exportadores se beneficien del comercio internacional. En este contexto, cabe destacar que, entre el crecimiento económico real de China y el comportamiento de las exportaciones reales de Perú existe una relación directa.

El estimador  $\beta_2 lpbireua\_sa_{t-1}$  demuestra una relación positiva entre el producto bruto interno real de Estados Unidos de América y las exportaciones reales de Perú, mostrando que las exportaciones reales aumentan alrededor de un 3.6% cuando los ingresos del país norteamericano se incrementa en un 1%. Sin duda, este coeficiente, que forma parte de la renta externa, es el de mayor contribución a las exportaciones reales y tiene un efecto predominante sobre la influencia causada por la demanda de bienes nacionales por parte de la economía China. Otra interpretación que se obtiene de los resultados es que, cuando aumenta el ingreso estadounidense, puede producirse un desequilibrio para el mercado internacional de la oferta exportable peruana que provoque un excedente de demanda por bienes nacionales. En tal situación, es previsible que parte del exceso de demanda se traslade a un aumento en los incentivos de las empresas exportadoras para incrementar la producción nacional a través de una subida de los precios de dichos bienes transables. En este sentido, es evidente que las exportaciones reales de Perú están estrechamente relacionadas a las fluctuaciones de la renta externa en los mercados internacionales. Una idea generalmente

admitida es que las exportaciones dependen del ingreso de resto del mundo (Rivera, 2017). En consecuencia, es posible afirmar que el comportamiento de las exportaciones esta determinado principalmente por la elasticidad ingreso siendo positiva, elástica y la de mayor impacto dentro del vector de cointegración.

Se observa que el estimador  $\beta_3 ltcr_{sa_{t-1}}$ , relacionado como la elasticidad rentabilidad de las exportaciones reales, es el parámetro con menor significancia del modelo y tiene un signo positivo, lo que indica que una depreciación del tipo de cambio real contribuye al aumento de las exportaciones reales de Perú. En otras palabras, un aumento en el tipo de cambio real de 1% se traduce en un aumento de las exportaciones reales de 0.74%. Parece lógico suponer que las empresas exportadoras se vean incitadas a aumentar sus ventas en los mercados internacionales en respuesta a una subida del tipo de cambio real, lo que las situaría en una posición más rentable.

Con respecto al estimador  $\beta_4 lPX_{sa_{t-1}}$ , tiene un signo positivo y es el parámetro con mayor significancia del modelo, muestra que cuando los precios internacionales suben un 1%, las exportaciones reales crecen alrededor de 0.65%. En este sentido, un escenario de altos precios internacionales puede indicar una mejora en la oferta exportable y, con ello, un incentivo para los ingresos de las empresas exportadoras que realizan comercio internacional en aquellos mercados con fuerte demanda por exportaciones peruanas.

## 4.2. DISCUSIÓN

Respecto a la hipótesis general de la investigación y los resultados obtenidos se comprueba la relación de equilibrio de largo plazo bajo el análisis de cointegración multivariada, específicamente en la metodología de cointegración



de Johansen. La presente investigación se conecta con los estudios de Arévalo et al. (2013), Bustamante (2015), Cermeño y Rivera (2008), Garcés (2008) y Huaclla (2014), quienes utilizaron la misma metodología para comprobar la existencia de equilibrio de largo plazo en la función de exportación y sus principales determinantes. Una buena mayoría de estos estudios coincide en la relación positiva de la renta externa como la principal variable explicativa en las exportaciones de un país, pero no todos los estudios concluyen con la existencia de un único vector de cointegración, es decir, la posibilidad de encontrar vectores adicionales que representen distintas direcciones de las variables.

En relación a la primera hipótesis específica, el trabajo de Cermeño y Rivera (2008), para el caso del país mexicano, en el análisis de cointegración de Johansen determino la solo existencia de un solo vector de cointegración con el cual demuestra que la elasticidad ingreso de la producción industrial estadounidense se traduce en el factor clave en el comportamiento de las exportaciones mexicanas con un valor de 1.9% y elasticidades rentabilidad y precio con valores 0.245% y 0.259% respectivamente, las cuales son muy parecidas a las elasticidades estimadas en la presente investigación. Por otra parte, el trabajo de Vergara (2019) con una distinta estimación econométrica de la relación funcional entre las exportaciones mexicanas con la producción industrial estadounidense y el tipo de cambio real bilateral, encuentra las elasticidades ingreso y rentabilidad de largo plazo con valores de 2.48% y 0.119% respectivamente. En ambos casos son muy parecidas y predomina con mayor participación e influencia la variable de la renta externa.

En cambio, las elasticidades ingreso y rentabilidad obtenidas por las investigaciones de Garcés (2008) para México y el de Huaclla (2014) para Perú,



quienes utilizan un mecanismo de análisis de cointegración similar, muestran que el ingreso estadounidense impacta en 2.8% en México y 1.91% en Perú, mientras que el tipo de cambio real influye con un 0.318% para el país mexicano y un 1.04% para el caso peruano. Aunque ambos presente relaciones de las variables similares. Probablemente debido a que tienen dos estructuras de economía distintas.

Por último, pero no por ello menos importante, uno de los coeficientes con mayor explicación en las exportaciones de un país es la renta externa. La mayoría de estudios definen la elasticidad de la renta externa mayor a uno, definiendo la elasticidad ingreso como elástica, por tomar un valor superior a la unidad. Seguido de las elasticidades rentabilidad y precio, que influyen de forma positiva a las exportaciones.

## V. CONCLUSIONES

Primero, en la presente investigación, la estimación de un modelo de vector de corrección de error sirvió de mecanismo para la comprobación de relación de largo plazo de la función de exportación extendida de Perú. La investigación también realizó otras contribuciones, además de confirmar la relación teórica entre las exportaciones y la renta externa, el tipo de cambio y los precios internacionales. Es importante destacar el ejercicio empírico realizado durante la estimación del VEC, utilizando instrumentos econométricos complejos en el contexto del análisis multivariado de series temporales.

Segundo, el cálculo de los parámetros permitió sintetizar los efectos que tendrían las exportaciones reales ante cambios en las variables explicativas endógenas del modelo, se demostró su relación positiva. La renta externa es la variable con mayor proporción en el comportamiento en la función de exportación extendida de Perú, siendo China y Estados Unidos de América, primer y segundo principal socio comercial, el sector de mayor impacto en las exportaciones reales. Ambos presentaron impactos interesantes, debido a que el efecto del PBI real de Estados Unidos de América es mayor al efecto del PBI real de China en la demanda de bienes nacionales. Probablemente se explique por la oferta exportadora que brinda el Perú al comercio internacional, es decir, China demanda productos tradicionales con poco valor agregado o en su defecto el país asiático solo se interesa por la compra de materia prima para su industria, mientras que el segundo socio comercial demanda canastas de bienes nacionales con mayor diversidad de productos de exportación. Por otra parte, el tipo de cambio real y el precio internacional de las exportaciones afectan las decisiones de las empresas exportadoras que deciden ampliar su oferta al comercio exterior con el fin de incrementar sus rentabilidades.



Tercero, la velocidad de ajuste es un instrumento econométrico que corrige las variaciones que presenten las series en el equilibrio de largo plazo en el mecanismo de corrección de errores (MCE) propuesto por Engle-Granger. Sin embargo, no hay duda que habrá choques aleatorios que puedan incidir en la trayectoria de las series económicas, por ejemplo, problemas de tipo social, institucional, e incluso decisiones políticas y demás que pueden cambiar el pronóstico esperado en el comportamiento de una serie.



## VI. RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones se recomienda lo siguiente:

En política comercial, se recomienda continuar con la apertura comercial que seguirá obteniendo mayores beneficios para los consumidores y productores en el acceso de nuevos mercados con precios competitivos. Esto incluye las razones del comercio, reducir las barreras arancelarias y negociar nuevos acuerdos comerciales con otros países.

Se recomienda elevar la participación de las exportaciones no tradicionales con mayor valor agregado en el total de las exportaciones peruanas. El incremento del grado de industrialización, la inversión en cadenas globales de valor, iniciativas en proyectos de innovación, mejorar la infraestructura en transporte, con puertos, carreteras y aeropuertos, para facilitar el movimiento eficiente de bienes y reducir los costos logísticos que permitan una mayor diversificación de la oferta exportable.

Se recomienda proceder estimaciones de cointegración con mayor número de hipótesis, es decir, incluir en el modelo mayor cantidad de variables explicativas exógenas o endógenas que procedan de la relación teórica o atórica que permita realizar pronósticos con posibles relaciones de nuevas variables que procedan sobre la base del análisis multivariado de series temporales.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appleyard, D. R., & Field, A. J. (2003). *Economía Internacional* (4 ed.). Retrieved from <https://rodorigo.files.wordpress.com/2019/03/economc3ada-internacional-e28093-appleyard-e28093-field-incompleto.pdf>
- Arévalo Sánchez, J. L., Ferreira de Lima, J. R., & Firmino V. de Araújo, A. (2013). Determinantes de la Oferta de Exportación de Mango: estudio de caso para el Perú. *Revista de Economía e Sociología Rural-RESR*, 51(1), 101–120. Retrieved from <https://www.scielo.br/j/resr/a/v4QmWRfjBcMpQNr4ykhXZg/?lang=es#>
- Banco Central de Reserva del Perú. (2011). *Glosario de Términos Económicos*. Retrieved from <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Glosario/Glosario-BCRP.pdf>
- Bustamante Romaní, R. (2015). Determinantes de las exportaciones no tradicionales en el Perú 2002 - 2015. *Pensamiento Crítico*, 20(2), 53–68. Retrieved from <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/econo/article/view/11804/10553>
- Cermeño, R., & Rivera, H. (2008). La demanda por importaciones y exportaciones: evidencia de cointegración para México, 1991-2005. *Centro de Investigación y Docencia Económicas*, 449, 1–57. Retrieved from <http://repositorio-digital.cide.edu/handle/11651/1212>
- Cuevas-Ahumada, V. M. (2011). Determinantes de las exportaciones manufactureras en Argentina y México: un estudio comparativo. *Economía, Sociedad y Territorio*, XI(35), 121–159. Retrieved from <https://www.scielo.org.mx/pdf/est/v11n35/v11n35a6.pdf>
- De Gregorio, J. (2007). *Macroeconomía Teoría y Políticas* (1 ed.). Retrieved from



<http://www.degregorio.cl/pdf/Macroeconomia.pdf>

Ernst & Young. (2022). *Guía de Negocios e Inversión en el Perú 2022*. Retrieved from [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3531249/EY Perú - Guía de negocios e inversión en el Perú 2022.pdf?v=1661214251](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3531249/EY_Perú_-_Guía_de_negocios_e_inversión_en_el_Perú_2022.pdf?v=1661214251)

Garcés Díaz, D. G. (2008). ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES DE IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE MÉXICO (1980-2000). *El Trimestre Económico*, LXXV(297), 109–141. Retrieved from <https://www.eltrimestreeconomico.com.mx/index.php/te/article/view/393>

González de Jesús, R. (2008). *POBREZA ABSOLUTA Y CRECIMIENTO ECONÓMICO, ANÁLISIS DE TENDENCIA EN MÉXICO, 1970-2005*. Retrieved from <https://www.eumed.net/libros-gratis/2009b/529/index.htm>

Guerrero Guzmán, V. M., López Pérez, J., & Corona Villavicencio, F. de J. (2018). Ajuste estacional de series de tiempo económicas en México. *REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA*, 9(3), 84–110. Retrieved from <https://rde.inegi.org.mx/index.php/2019/01/25/ajuste-estacional-series-tiempo-economicas-en-mexico/>

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5 ed.). Retrieved from <https://fvela.files.wordpress.com/2012/10/econometria-damodar-n-gujarati-5ta-ed.pdf>

Huaclla Gómez, M. (2014). EL IMPACTO DE LA ECONOMÍA MUNDIAL Y EL TIPO DE CAMBIO REAL EN LAS EXPORTACIONES: PERÚ 1994 - 2013. *INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA*, 1, 1–41.



- Jiménez Pineda, A. (2018). *RECOMENDACIONES EN LAS SERIES DE CORTO PLAZO DE CUENTAS NACIONALES EN EL PROCESO DE AJUSTE ESTACIONAL*. Retrieved from [https://infotec.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1027/265/3/INFOTEC\\_MGTIC\\_AJP\\_09102019.pdf](https://infotec.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1027/265/3/INFOTEC_MGTIC_AJP_09102019.pdf)
- Krugman, P. R., Obstfeld, M., & Melitz, M. J. (2012). *Economía internacional Teoría y política* (9 ed.). Retrieved from <https://rodorigo.files.wordpress.com/2019/03/economia-internacional-paul-krugman-ed-9.pdf>
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2022a). *REPORTE DE COMERCIO BILATERAL III TRIMESTRE 2022 PERÚ-CHINA*.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2022b). *REPORTE DE COMERCIO BILATERAL III TRIMESTRE 2022 PERÚ-ESTADOS UNIDOS*.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2022c). *REPORTE MENSUAL DE COMERCIO Diciembre 2022*. Retrieved from [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4090459/RMC Diciembre 2022.pdf?v=1675959528](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4090459/RMC_Diciembre_2022.pdf?v=1675959528)
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2023). *Acuerdos Comerciales del Perú*. Retrieved June 19, 2023, from Ministerio de Comercio Exterior y Turismo website: <https://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/>
- Peña Leyva, R. (2011). *Instituciones, desorden político y economía. La evolución de la ineficiencia adaptativa guerrerense, 1849-2000*. Retrieved from <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/1400>



- Rivera, I. (2017). *PRINCIPIOS DE MACROECONOMÍA: UN ENFOQUE DE SENTIDO COMÚN*. Retrieved from <https://files.pucp.education/departamento/economia/lde-2017-04.pdf>
- Solano Martínez, D. (2018). *ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA EXPORTACIÓN DEL AGUACATE MEXICANO A LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA*. Retrieved from <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/8d10d68a-04d4-45f1-a129-4b51fc09dcc1/content>
- Superintendencia Nacional de Administración Tributaria. (2023). Información Aduanera - Exportaciones. Retrieved June 19, 2023, from Superintendencia Nacional de Administración Tributaria website: <https://www.sunat.gob.pe/estadisticasestudios/exportaciones.html>
- Terrones Rodríguez, A. I., Caamal Cauich, I., Pat Fernández, V. G., Ávila Dorantes, J. A., Martínez Luis, D., & Caamal Pat, Z. H. (2022). Análisis de las variables económicas que determinan las exportaciones de fresa de México a Estados Unidos de América. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(4), 631–640. Retrieved from <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v13n4/2007-0934-remexca-13-04-631.pdf>
- Varela Llamas, R., & Retamoza Yocupicio, R. R. (2023). Informalidad laboral, crecimiento económico y gasto público en México, 2005-2019. *Ensayos Revista de Economía*, 42(1), 57–82. Retrieved from <https://ensayos.uanl.mx/index.php/ensayos/article/view/233/316>
- Vergara de Jesús, V. M. (2019). *ANÁLISIS DE LA ELASTICIDAD PRECIO DE LAS EXPORTACIONES MANUFACTURERAS: INFLUENCIA DEL TIPO DE CAMBIO*



*REAL EN LAS EXPORTACIONES MANUFACTURERAS MEXICANAS 1994-2016.*

Retrieved from <http://132.248.9.195/ptd2019/noviembre/0797956/Index.html>



## ANEXOS

### ANEXO A.

#### Estimación del VAR.

Vector Autoregression Estimates  
Sample (adjusted): 2000Q3 2022Q4  
Included observations: 90 after adjustments  
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	LXR_SA	LPBIRCHINA_SA	LPBIREUA_A	LTCR_SA	LPX_SA
LXR_SA(-1)	0.555673 (0.20804) [ 2.67094]	0.002557 (0.05475) [ 0.04670]	-0.012781 (0.03141) [-0.40697]	-0.037303 (0.03952) [-0.94389]	-0.065524 (0.11936) [-0.54896]
LXR_SA(-2)	0.306374 (0.21768) [ 1.40743]	0.012505 (0.05728) [ 0.21829]	-0.014835 (0.03286) [-0.45144]	-0.083368 (0.04135) [-2.01609]	0.231848 (0.12489) [ 1.85641]
LPBIRCHINA_SA(-1)	0.678082 (0.42265) [ 1.60435]	0.791832 (0.11122) [ 7.11931]	0.088557 (0.06380) [ 1.38800]	0.226613 (0.08029) [ 2.82251]	0.219446 (0.24249) [ 0.90498]
LPBIRCHINA_SA(-2)	-0.432185 (0.40168) [-1.07594]	0.145761 (0.10570) [ 1.37895]	-0.059338 (0.06064) [-0.97859]	-0.261018 (0.07630) [-3.42078]	-0.080650 (0.23045) [-0.34996]
LPBIREUA_SA(-1)	-1.404419 (1.02285) [-1.37305]	-0.197185 (0.26917) [-0.73257]	0.595717 (0.15440) [ 3.85818]	0.109117 (0.19430) [ 0.56159]	-0.521220 (0.58683) [-0.88819]
LPBIREUA_SA(-2)	0.341783 (1.06901) [ 0.31972]	0.318167 (0.28132) [ 1.13099]	0.295311 (0.16137) [ 1.82999]	0.294925 (0.20307) [ 1.45232]	-0.236289 (0.61332) [-0.38526]
LTCR_SA(-1)	-0.661727 (0.53525) [-1.23629]	-0.084871 (0.14085) [-0.60254]	-0.066609 (0.08080) [-0.82438]	1.146078 (0.10168) [ 11.2717]	-0.110874 (0.30709) [-0.36105]
LTCR_SA(-2)	1.127784 (0.53177) [ 2.12081]	-0.030882 (0.13994) [-0.22068]	0.110423 (0.08027) [ 1.37559]	-0.331382 (0.10102) [-3.28048]	0.473292 (0.30509) [ 1.55132]
LPX_SA(-1)	0.935840 (0.28474) [ 3.28664]	0.216522 (0.07493) [ 2.88962]	0.055508 (0.04298) [ 1.29139]	-0.008722 (0.05409) [-0.16124]	1.491119 (0.16336) [ 9.12764]
LPX_SA(-2)	-0.862211 (0.28036) [-3.07535]	-0.192766 (0.07378) [-2.61276]	-0.034712 (0.04232) [-0.82020]	0.095154 (0.05326) [ 1.78667]	-0.702060 (0.16085) [-4.36467]
C	11.44941 (6.02723) [ 1.89962]	-0.634462 (1.58610) [-0.40001]	1.199537 (0.90984) [ 1.31840]	-4.134747 (1.14494) [-3.61132]	7.374363 (3.45797) [ 2.13257]
R-squared	0.979202	0.999180	0.989629	0.978016	0.989662
Adj. R-squared	0.976569	0.999076	0.988316	0.975233	0.988354
Sum sq. resids	0.588914	0.040783	0.013420	0.021251	0.193848
S.E. equation	0.086340	0.022721	0.013033	0.016401	0.049536



F-statistic	371.9430	9622.214	753.8378	351.4510	756.2813
Log likelihood	98.61334	218.7643	268.7830	248.0974	148.6177
Akaike AIC	-1.946963	-4.616985	-5.728511	-5.268831	-3.058171
Schwarz SC	-1.641431	-4.311453	-5.422979	-4.963299	-2.752639
Mean dependent	8.929640	14.26586	15.26376	4.640393	4.521124
S.D. dependent	0.564052	0.747387	0.120578	0.104218	0.459008
<hr/>					
Determinant resid covariance (dof adj.)		8.59E-17			
Determinant resid covariance		4.48E-17			
Log likelihood		1055.520			
Akaike information criterion		-22.23377			
Schwarz criterion		-20.70611			
Number of coefficients		55			
<hr/>					

## ANEXO B.

### Estimación del VEC.

Vector Error Correction Estimates  
Sample (adjusted): 2001Q1 2022Q4  
Included observations: 88 after adjustments  
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

Cointegration Restrictions:  
B(1,1)=1, A(2,1)=0, A(3,1)=0, A(4,1)=0, A(5,1)=0  
Convergence achieved after 30 iterations.  
Restrictions identify all cointegrating vectors  
LR test for binding restrictions (rank = 1):  
Chi-square(4) 21.55059  
Probability 0.000246

Cointegrating Eq:	CointEq1				
LXR_SA(-1)	1.000000				
LPBIRCHINA_SA(-1)	-1.049638 (0.41871) [-2.50681]				
LPBIREUA_SA(-1)	-3.605641 (1.16523) [-3.09436]				
LTCR_SA(-1)	-0.747564 (0.65335) [-1.14420]				
LPX_SA(-1)	-0.654146 (0.14763) [-4.43110]				
@TREND(00Q1)	0.035944 (0.01195) [ 3.00760]				
C	65.79778				
<hr/>					
Error Correction:	D(LXR_SA)	D(LPBI RCHIN A_SA)	D(LPBI REUA SA)	D(LTCR_SA)	D(LP X_SA)
CointEq1	-0.255508	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000



	(0.07172) [-3.56253]	(0.00000) [NA]	(0.00000) [NA]	(0.00000) [NA]	(0.00000) [NA]
D(LXR_SA(-1))	-0.337783 (0.23875) [-1.41478]	-0.016177 (0.05807) [-0.27859]	-0.001216 (0.03813) [-0.03188]	0.001820 (0.05104) [ 0.03565]	-0.150855 (0.13941) [-1.08211]
D(LXR_SA(-2))	-0.199290 (0.22986) [-0.86699]	0.089910 (0.05591) [ 1.60823]	-0.017518 (0.03671) [-0.47719]	-0.082430 (0.04914) [-1.67746]	-0.004024 (0.13422) [-0.02998]
D(LXR_SA(-3))	0.230367 (0.22835) [ 1.00885]	-0.028375 (0.05554) [-0.51092]	-0.007241 (0.03647) [-0.19855]	-0.018555 (0.04882) [-0.38010]	0.062432 (0.13333) [ 0.46824]
D(LPBIRCHINA_SA(-1))	0.663727 (0.44410) [ 1.49456]	0.127329 (0.10801) [ 1.17886]	0.086604 (0.07093) [ 1.22104]	0.204876 (0.09494) [ 2.15799]	0.391224 (0.25931) [ 1.50872]
D(LPBIRCHINA_SA(-2))	0.396125 (0.39532) [ 1.00204]	0.133479 (0.09615) [ 1.38828]	-0.028819 (0.06314) [-0.45645]	-0.105972 (0.08451) [-1.25395]	0.200442 (0.23083) [ 0.86837]
D(LPBIRCHINA_SA(-3))	-0.745902 (0.39340) [-1.89602]	0.144107 (0.09568) [ 1.50612]	-0.081165 (0.06283) [-1.29181]	-0.157167 (0.08410) [-1.86878]	-0.399195 (0.22971) [-1.73783]
D(LPBIREUA_SA(-1))	-1.160453 (1.16114) [-0.99941]	-0.024565 (0.28240) [-0.08698]	-0.332221 (0.18544) [-1.79148]	0.087892 (0.24823) [ 0.35408]	-0.120072 (0.67799) [-0.17710]
D(LPBIREUA_SA(-2))	-0.905609 (1.15269) [-0.78565]	-0.010385 (0.28035) [-0.03704]	0.043201 (0.18409) [ 0.23467]	0.362221 (0.24642) [ 1.46993]	-0.120314 (0.67305) [-0.17876]
D(LPBIREUA_SA(-3))	-2.329251 (1.10100) [-2.11558]	-0.678253 (0.26778) [-2.53290]	-0.075108 (0.17584) [-0.42714]	0.004030 (0.23537) [ 0.01712]	-0.848234 (0.64287) [-1.31944]
D(LTCR_SA(-1))	-0.968453 (0.56385) [-1.71758]	-0.119811 (0.13714) [-0.87367]	-0.070002 (0.09005) [-0.77735]	0.370398 (0.12054) [ 3.07285]	-0.316933 (0.32923) [-0.96264]
D(LTCR_SA(-2))	1.407272 (0.59923) [ 2.34845]	-0.072492 (0.14574) [-0.49740]	0.140091 (0.09570) [ 1.46381]	0.106277 (0.12810) [ 0.82962]	0.843636 (0.34989) [ 2.41113]
D(LTCR_SA(-3))	0.507787 (0.58638) [ 0.86597]	-0.188803 (0.14261) [-1.32387]	0.092412 (0.09365) [ 0.98679]	-0.134023 (0.12535) [-1.06915]	0.423011 (0.34239) [ 1.23548]
D(LPX_SA(-1))	0.838563 (0.29432) [ 2.84918]	0.190687 (0.07158) [ 2.66390]	0.025039 (0.04701) [ 0.53269]	-0.087913 (0.06292) [-1.39725]	0.589884 (0.17185) [ 3.43252]
D(LPX_SA(-2))	0.426879 (0.31386) [ 1.36011]	-0.118975 (0.07633) [-1.55860]	0.029739 (0.05013) [ 0.59329]	0.133649 (0.06710) [ 1.99191]	-0.053460 (0.18326) [-0.29171]
D(LPX_SA(-3))	-0.238378 (0.32505) [-0.73337]	0.033959 (0.07906) [ 0.42956]	0.028791 (0.05191) [ 0.55460]	-0.012748 (0.06949) [-0.18345]	-0.085615 (0.18979) [-0.45110]
C	0.021152 (0.01959) [ 1.07994]	0.015212 (0.00476) [ 3.19330]	0.006239 (0.00313) [ 1.99450]	0.000740 (0.00419) [ 0.17670]	0.010993 (0.01144) [ 0.96122]



R-squared	0.387083	0.529469	0.202841	0.310562	0.389859
Adj. R-squared	0.248961	0.423434	0.023200	0.155195	0.252362
Sum sq. resid	0.528970	0.031290	0.013492	0.024175	0.180347
S.E. equation	0.086315	0.020993	0.013785	0.018452	0.050399
F-statistic	2.802471	4.993334	1.129146	1.998900	2.835408
Log likelihood	100.1564	224.5723	261.5839	235.9240	147.5027
Akaike AIC	-1.889919	-4.717553	-5.558726	-4.975546	-2.965970
Schwarz SC	-1.411342	-4.238976	-5.080150	-4.496970	-2.487394
Mean dependent	0.017957	0.024619	0.004695	-0.000150	0.015761
S.D. dependent	0.099599	0.027647	0.013948	0.020076	0.058288
<hr/>					
Determinant resid covariance (dof adj.)		7.87E-17			
Determinant resid covariance		2.69E-17			
Log likelihood		1052.506			
Akaike information criterion		-21.85242			
Schwarz criterion		-19.29063			
Number of coefficients		91			

## ANEXO C.

### Datos.

	xr	pbirchina	pbireua	tcr	PX
2000q1	2221.25526	410012.356	3315903.24	115.228735	37.9012106
2000q2	2227.29429	407473.994	3457290.97	116.007704	36.737232
2000q3	2408.82843	405095.833	3448595.57	115.406396	37.7632005
2000q4	2472.23775	402912.246	3533275.62	116.208077	37.0324052
2001q1	2133.06495	442596.162	3386973.17	116.816939	36.8011257
2001q2	2282.90287	439935.82	3490020.64	119.360776	35.8722074
2001q3	2472.02348	438215.06	3469783.14	117.275638	36.0514081
2001q4	2329.34373	436856.275	3537764.36	115.714614	35.5060867
2002q1	2063.3753	478088.183	3421595.7	117.471021	36.2898001
2002q2	2566.30845	476437.657	3527355.1	117.218261	38.0043861
2002q3	2761.00703	474154.114	3548651.83	121.516729	38.5702653
2002q4	2572.71103	471451.798	3622327.1	120.834777	39.4303758
2003q1	2591.4683	529635.334	3501027.54	118.24605	40.2558667
2003q2	2824.03189	527818.356	3600512.17	117.523488	39.5415095
2003q3	2971.60293	524837.129	3650342.5	118.522518	41.7654254
2003q4	3127.81827	521623.598	3763080.17	117.630786	44.9310682
2004q1	3487.43781	610008.316	3649544.63	116.397385	51.0945161
2004q2	3557.93719	605147.74	3753894.38	117.017637	52.0888306
2004q3	4237.09345	601288.245	3775835.81	113.949131	52.0306076
2004q4	4510.96517	596673.5	3894345.77	111.269385	55.6543246
2005q1	4539.30534	692048.396	3767668.19	110.269529	57.9578552
2005q2	4850.34854	687054.9	3885616.11	110.792448	60.5858936
2005q3	5427.1302	680862.048	3939231.13	112.544894	63.3929576
2005q4	5943.69465	675398.412	4005611.98	117.06022	67.6575392
2006q1	5427.16543	807433.456	3911717.47	114.333384	73.4117403
2006q2	6757.48684	800337.637	4025912.69	113.877183	88.1830763



2006q3	7566.41806	794794.141	4001151	113.163258	92.0717421
2006q4	7879.04356	791830.689	4094343.18	111.582117	91.3064311
2007q1	6560.12087	1011796.9	3969287.64	111.346562	92.4297269
2007q2	7609.535	1005075.51	4092252.01	111.760504	102.004582
2007q3	8606.56041	999879.697	4098258.24	109.975146	102.083674
2007q4	8950.79202	995656.523	4195768.3	104.404976	103.503228
2008q1	8723.44089	1283919.36	4088467.18	100.147412	108.962224
2008q2	9325.00422	1277441.93	4132735.06	98.0852572	114.390074
2008q3	9387.26268	1267871.25	4082285.83	100.504278	107.309661
2008q4	6966.86361	1264879.66	4072849.55	102.547885	80.2813589
2009q1	5958.94479	1405256.04	3880646.21	104.592028	76.8248532
2009q2	6772.91218	1407722.59	3971222.84	100.157437	84.3865744
2009q3	7934.5755	1406203.1	3994713.64	98.8706605	92.4951398
2009q4	9152.9691	1401590.63	4104177.53	96.3798736	104.102055
2010q1	8663.8196	1667784.39	3948016.92	95.0824893	109.986024
2010q2	8960.14195	1659690.04	4095667.74	94.7072949	114.361021
2010q3	10201.8877	1654692.48	4125194.14	92.8701125	114.992971
2010q4	11133.7434	1645052.46	4212988.35	93.1221358	127.621865
2011q1	10854.9421	2030305.52	4048872.5	92.5199969	139.213041
2011q2	12529.1755	2016994.16	4159287.35	93.1243435	146.797542
2011q3	13514.5004	2004596.86	4170414.06	91.0096174	148.125076
2011q4	12543.977	2002183.93	4257349.02	88.9668673	138.402102
2012q1	12669.9625	2248558.91	4174700.25	88.1113347	142.840331
2012q2	11356.1995	2239533.3	4249187.28	87.2670623	137.53837
2012q3	12805.4957	2227996.84	4268223.43	85.3819087	135.712196
2012q4	12798.5284	2216745.73	4323422.04	84.0156033	140.154574
2013q1	10877.2728	2476578.66	4208005.2	83.7858333	140.792573
2013q2	10446.4016	2469560.62	4311796.78	86.2316214	129.253523
2013q3	11571.7196	2457978.16	4365482.87	89.4760018	125.861523
2013q4	11200.1442	2443376.52	4443418.14	88.9993169	124.435408
2014q1	9945.82914	2663398.94	4275337.24	89.6524851	123.523346
2014q2	9598.28512	2648411.27	4409858.58	89.1263428	121.629574
2014q3	10435.1803	2636904.54	4485533.54	89.6274447	123.283738
2014q4	9948.94447	2632525.53	4554589.96	91.9518636	116.167209
2015q1	8193.05502	2780741.09	4414345.16	94.747088	107.558954
2015q2	8284.04358	2765761.33	4556862.65	97.1114313	106.216225
2015q3	8614.60686	2757539.79	4592018.24	98.3914822	99.5257907
2015q4	9318.80156	2757788.29	4641922.68	100.620673	96.7179581
2016q1	7738.70066	2802847.99	4488027.39	103.420748	93.6004964
2016q2	8291.5091	2783180.82	4624283.44	99.9469549	96.9859013
2016q3	9759.57531	2775477.83	4665413.72	100.350555	101.235827
2016q4	10899.4721	2760949.5	4730487.98	101.292595	104.863741
2017q1	9950.26492	3010101.74	4545382.2	97.7005486	108.600224
2017q2	10292.7001	3000770.3	4736658.11	97.109139	106.979364
2017q3	11553.0449	2985791.32	4774142.41	96.6004781	112.674365
2017q4	12317.4444	2965361.34	4866776.12	97.2981492	121.527909



2018q1	11445.0109	3326602.99	4715289.3	97.4520864	124.317091
2018q2	11956.9016	3298300.62	4876276.42	98.6761513	123.189595
2018q3	11395.8807	3287255.07	4909374.92	99.2595563	116.226884
2018q4	11756.9377	3272352.17	4979358.39	100.777576	114.392696
2019q1	10522.2096	3350115.21	4804912.98	99.533256	113.845611
2019q2	10802.2325	3331540.82	4994629.59	99.847706	116.531099
2019q3	11289.6874	3320698.63	5020847.61	100.518174	116.442742
2019q4	12099.1069	3308567.68	5107501.83	101.068422	115.154854
2020q1	9489.31261	3389356.94	4849834.4	102.162316	114.900649
2020q2	6273.35555	3402119.54	4567944.43	101.771661	109.03925
2020q3	10753.8962	3372922.4	4913840.69	106.044495	123.290139
2020q4	12913.1641	3351708.33	5056308.49	107.525136	131.499948
2021q1	12304.9237	3997145.28	4908538.38	109.157291	145.671637
2021q2	12930.5892	3936064.41	5135745.57	114.96461	155.638593
2021q3	14484.932	3877210.34	5144972.18	121.750966	157.563588
2021q4	15767.1174	3813618.94	5336010.37	120.932989	165.201468
2022q1	14216.0718	3781298.14	5067641.81	115.401321	167.010182
2022q2	13338.9657	3699859.91	5240834.66	113.913525	163.815167
2022q3	13411.4343	3660567.79	5255509.42	116.899806	156.047352
2022q4	13234.1241	3625476.61	5387664.37	115.682205	148.572033



## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Alex Cristian Iquise Alanocca,  
identificado con DNI 73736814 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Económica  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“RENTA EXTERNO, TIPO DE CAMBIO Y PRECIOS INTERNACIONALES EN LAS EXPORTACIONES DE PERÚ 2000-2022: UN ANÁLISIS DE INTEGRACIÓN”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 18 de Julio del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Alex Cristian Iquise Alanocca,  
identificado con DNI 73736814 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Económica

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"RENTA EXTERNA, TIPO DE CAMBIO Y PRECIOS INTERNACIONALES  
EN LAS EXPORTACIONES DE PERÚ 2000 - 2022: UN  
ANÁLISIS DE INTEGRACIÓN"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 18 de Julio del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella