



**El Colegio
de la Frontera
Norte**

Competitividad y resiliencia del sector manufacturero en
México un análisis de elasticidades y restricción externa
2010-2024

Tesis presentada por

Leonardo Francisco Medina Reyes

para obtener el grado de

MAESTRO EN ECONOMÍA APLICADA

Tijuana, B. C., México
2026

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Directora de Tesis: Dra. Belem Iliana Vásquez Galán

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. Dra. Leticia Hernández Bielma, lectora interna

2. Dra. Sarahí Sánchez León, lectora externa

Para todos los seres que he amado

Agradecimientos

Primeramente quiero agradecer a Secihti, por permitirme vivir durante dos años una de mis mayores pasiones que es la economía. Estos años fueron retadores para mí, pero sin duda valieron completamente la pena. Hoy puedo decir con mucho orgullo que estudiar en El Colegio de la Frontera Norte fue una de las mejores decisiones que he tomado en mi vida para continuar mi formación como economista.

A la doctora Belem, muchas gracias por sus consejos, su paciencia, correcciones y toda la enseñanza que me brindó. A mis lectoras, a la doctora Leticia y la doctora Sarahí gracias por todas sus observaciones, las cuales me ayudaron enormemente a tener una idea más clara de mi trabajo. A la doctora Rocío, gracias por ser una excelente coordinadora y por siempre procurar nuestro bienestar académico y personal.

Un querido profesor de la licenciatura nos decía que un buen economista es alguien que domina la teoría, el pensamiento crítico y las matemáticas. Cuando terminé la licenciatura sentía que tenía algo de teoría y pensamiento crítico, pero aún me faltaba la parte que considero más importante de la economía: las matemáticas (por favor, no me tachén de neoclásico). Las matemáticas nos permiten entender el mundo y, aunque en economía siempre existen supuestos, considero que es mejor explicar una pequeña parte de la realidad que no explicar nada.

Tuve la fortuna de pertenecer a una generación de economistas apasionados y muy unidos. No me importa si estos agradecimientos quedan largos, porque la realidad es que son muchas las personas a quienes debo agradecer. Me gustaría comenzar con mis queridas compañeras. Alma, muchas gracias por ser mi confidente durante estos dos años. Eres una de las mejores amigas que he hecho en toda mi vida; eres una persona sumamente dedicada y espero que nunca pierdas esa característica.

Mara, ya deja de ver tutoriales sobre cómo ser misteriosa. Fuera de broma, gracias por ayudarme y explicarme tantas veces cuando no entendía algo. Eres una mujer increíblemente inteligente y disfruté mucho pasar tiempo contigo. Cristina, eres una de las personas más amables que he conocido en mi vida. Gracias por todos los favores que me hiciste y por tu gran disposición para ayudar. Te quiero.

Y por último, pero no menos importante, Ingrid. Eres una persona divertidísima; cuando tomábamos y convivíamos siempre me divertía muchísimo contigo. Además, eres extremadamente inteligente. Nunca olvidaré cómo resolvías ecuaciones mentalmente al estilo Ramanujan.

Ahora siguen los hombres de mi generación. Primero quiero agradecer a Ábalos. Cuando me veías frustrado por no entender algo, me prestaste El Kybalión para ayudarme a pensar de una manera más positiva, algo que probablemente todavía me hace falta en la vida. Te agradezco mucho tu preocupación por mí y todo tu apoyo; siempre estaré para ti.

Valadez, gracias por apoyarme todos estos años y por conectar la computadora todos los días. Me dio mucho gusto coincidir contigo y construir una muy bonita amistad, tengo muchas cosas en común contigo. Jorge, gracias por todos los momentos bonitos que compartimos. Tengo grandes recuerdos a tu lado, jugar ajedrez contigo siempre era divertido, aunque yo fuera “el quinto grande”. Gracias también por todos tus consejos todas las risas y tu amistad.

Y finalmente, Chuy. Antes de entrar a la maestría ya te apreciaba bastante, pero ahora te has convertido en una de mis personas favoritas. Eres de las pocas personas en el mundo que comparten esta pasión por la economía al mismo nivel que yo; incluso diría que la tuya es todavía mayor. Nunca olvidaré cuando descubrí que te bañabas escuchando videos de economía de fondo. Fuiste mi hermano de sufrimiento durante estos dos años. Tenemos demasiadas anécdotas juntos, pero mi favorita siempre será cuando estudiábamos con velas porque no teníamos luz. Gracias por explicarme ecuaciones diferenciales en la madrugada. Sin ti, esto no habría sido posible.

Al doctor Gaytán, quien fue una inspiración para mí durante toda la maestría y nos motivó a amar las matemáticas y el ajedrez. Construí una relación muy especial con él, no solamente como estudiante, sino también como amigo. Y al buen Alberto. Nunca me había reído tanto en mi vida como cuando platicaba contigo en el camión; era el mejor momento del día. Eres una de las mejores personas que he conocido.

Quiero agradecer también a mi novia, Daniela. A pesar de la distancia, siempre estuviste

acompañándome en este proceso, apoyándome y hablando conmigo en los momentos difíciles. Solo quiero decirte que te amo. Le doy las gracias a los pajaros de la casualidad por haberte conocido y lo que te escribí sobre mente, cuerpo y alma sigue completamente vigente.

A toda mi familia, gracias por apoyarme y motivarme a seguir mis sueños. A mis primos y primas, gracias por todo. A mis tíos y tías, gracias por siempre estar presentes.

A mi abuelo Roberto, gracias por inspirarme a perseguir mis sueños al contarme tu historia de vida: cómo desde niño te fuiste solo a estudiar lejos de casa y cómo el sufrimiento, con el tiempo, también trae recompensas. A mi abuela Esperanza, gracias por siempre preguntar por mí y preocuparte por si ya había comido, eres la persona con menos malicia que he conocido en toda mi vida. Ambos siempre procuraron hablarme y estar pendientes de mí, y eso es algo que valoro profundamente. Los amo.

A mi hermano Fabio, la persona que más quiero en el mundo. Hemos recorrido un largo camino juntos y creo que nadie nos entiende mejor que nosotros mismos. Compartimos una manera muy parecida de ver el mundo, nuestra propia “representación y voluntad”. Gracias por contagiarme el hábito de la lectura; sin ti ni siquiera sabría leer (aunque yo leo más que tú).

Y por último, a mi madre, Fabiola.

A veces siento que tengo mala suerte: mi enfermedad, los accidentes y muchas situaciones difíciles me han hecho pensar eso. Siempre digo que soy como “el salado” de El viejo y el mar de Hemingway. Pero cuando te veo, me doy cuenta de que nada de eso es cierto. Verte me hace agradecerle a Dios por estar vivo y, sobre todo, por haber tenido la fortuna de que tú seas mi madre. No hace falta decir cuánto te admiro y cuánto te amo. Gracias por todo.

Resumen

La presente investigación busca determinar la competitividad y resiliencia del sector manufacturero a través de la estimación de las elasticidades de exportación e importación de México con Estados Unidos (2010-2024). Para ello, se emplean modelos de datos de panel, cointegración, y funciones impulso-respuesta, la condición Marshall-Lerner y el cumplimiento de la ley de Thirlwall incorporando factores como el T-MEC, la pandemia de COVID-19 y la competencia de China.

Los resultados muestran que el ingreso constituye uno de los principales determinantes del comercio manufacturero, mientras que el impacto del tipo de cambio difiere entre subsectores. Destacan los sectores de Alimentos, Bebidas y Tabaco, y Automotriz por su desempeño competitivo. Los hallazgos aportan evidencia relevante para comprender la dinámica del comercio manufacturero mexicano y fortalecer el diseño de políticas orientadas a mejorar su competitividad.

Palabras clave: elasticidades, competitividad, manufacturas, Marshall Lerner, ley de Thirlwall.

Abstract

This research aims to determine the competitiveness and resilience of Mexico's manufacturing sector by estimating the export and import elasticities between Mexico and the United States during the 2010–2024 period. To achieve this, panel data models, cointegration techniques, impulse response functions, the Marshall–Lerner condition, and Thirlwall's Law are employed, incorporating factors such as the USMCA, the COVID-19 pandemic, and competition from China.

The results show that income is one of the main determinants of manufacturing trade, while the impact of the exchange rate varies across subsectors. The Food, Beverage and Tobacco, and Automotive sectors stand out for their competitive performance. The findings provide relevant evidence for understanding the dynamics of Mexican manufacturing trade and for strengthening the design of policies aimed at improving its competitiveness.

Keywords: elasticities, competitiveness, manufacturing, Marshall Lerner, Thirlwall's law

Índice general

<i>Capítulo 1. Planteamiento del problema</i>	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Delimitación del problema (espacio-temporal)	4
1.3. Preguntas de investigación	4
1.4. Objetivos de la tesis.....	5
1.4.1. General.....	5
1.4.2. Específicos.....	5
1.5. Hipótesis	5
<i>Capítulo 2. Marco Teórico y Revisión de la literatura empírica</i>	7
2.1. Marco Teórico	7
2.1.1. Teorías clásicas del comercio internacional y comercio intraindustrial.....	7
2.1.2. Teorías de las elasticidades.....	8
2.1.3. Condición Marshall Lerner.....	10
2.1.4. Ley de Thirlwall	10
<i>Capítulo 3. Contexto Económico y Comercial de México</i>	18
3.1. Comercio exterior y apertura comercial	18
3.2. Sector manufacturero y comercio intraindustrial	19
3.3. Tipo de cambio y elasticidades.....	25
3.4. Choques externos y dinámica comercial	28
<i>Capítulo 4. Elasticidades de las manufacturas a nivel desagregado: análisis con panel de datos</i>	30
4.1. Introducción.....	30
4.2. Especificación del modelo.....	30
4.3. Descripción de las variables	33
4.4. Pruebas de especificación.....	41
4.4.1. Prueba de Hausman	41
4.4.2. Contraste de Breusch-Pagan LM.....	42

4.4.3. Prueba F	43
4.5. Pruebas diagnóstico	44
4.5.1 Breusch-Pagan	44
4.5.2. Test de Wooldridge	45
4.5.3. Prueba de Pesaran para dependencia transversal.....	46
4.6. Correcciones de errores	47
4.7. Resultados.....	48
4.7.1. Análisis de las elasticidades de las exportaciones	48
4.7.2. Análisis de las elasticidades de las importaciones.....	52
4.8. Conclusiones.....	55
<i>Capítulo 5. Impacto del tipo de cambio sobre el dinamismo de las manufacturas mediante la condición Marshall-Lerner.....</i>	<i>57</i>
5.1. Introducción.....	57
5.2. Modelo Econométrico	58
5.3. Descripción de las variables.	59
5.4. Pruebas a las variables.....	61
5.5. Resultados de las pruebas de estacionariedad	66
5.6. Interpretación de resultados.....	75
5.7. Conclusiones.....	79
<i>Capítulo 6. Ley de Thirlwall y restricción externa del crecimiento.....</i>	<i>81</i>
6.1. Introducción.....	81
6.2. Metodología y especificación econométrica	81
6.3. Resultados.....	87
6.4. Elasticidades ingreso del comercio exterior manufacturero	91
6.5. Estimación del crecimiento compatible con equilibrio externo (Ley de Thirlwall)	93
6.6. Análisis sectorial.....	95
6.7. Conclusiones.....	96

<i>Capítulo 7. Análisis impulso-respuesta y resiliencia sectorial</i>	99
7.1. Introducción.....	99
7.2. Especificación teórica de los modelos VAR y las funciones impulso respuesta.....	103
7.3. Descripción de variables.....	104
7.4. Metodología econométrica y especificación del modelo	105
7.4.1. Función de impulso-respuesta	105
7.5. Resultados de las funciones impulso-respuesta.....	109
7.6. Resiliencia económica de los subsectores manufactureros y análisis	113
comparativo sectorial.....	113
7.7. Conclusiones.....	120
<i>Capítulo 8. Conclusiones generales</i>	121
8.1. Principales hallazgos y contribuciones.....	121
8.2. Implicaciones de política económica.....	126
8.3. Evaluación de hipótesis de trabajo	128
8.4. Aportaciones teóricas y empíricas del estudio	131
8.5. Limitaciones del análisis y restricciones metodológicas.....	131
8.6. Próximas líneas de investigación.....	133
<i>Anexos</i>	134
<i>Referencias</i>	135

Índice de tablas

Tabla 2.1. Trabajo empírico sobre elasticidades.....	14
Tabla 2.2. Trabajos sobre la condición Marshall Lerner.....	15
Tabla 2.3. Trabajos empíricos sobre la ley de Thirlwall.....	16
Tabla 4.1. Correspondencia entre Trade map y el Banco de México.....	33

Tabla 4.2. Productos manufactureros exportados a EUA con mayor participación en el total durante el periodo 2010-2024.....	35
Tabla 4.3. Productos manufactureros importados a México con mayor participación en el total durante el periodo 2010-2024.	35
Tabla 4.4. Índices de precios de exportaciones.....	37
Tabla 4.5. Pruebas para especificación efectos fijos o aleatorios del modelo de panel de exportaciones	48
Tabla 4.6. Resultados de la estimación del modelo de panel exportaciones periodo 2010-2024.....	49
Tabla 4.7. Pruebas de diagnóstico efectos fijos.....	50
Tabla 4.8. Driscoll-kraay.....	51
Tabla 4.9. Pruebas especificación efectos fijos o aleatorios del modelo de panel de importaciones.....	52
Tabla 4.10. Resultados de la estimación del modelo de panel importaciones periodo 2010-2024.....	53
Tabla 4.11. Pruebas diagnóstico efectos aleatorios importaciones.....	54
Tabla 4.12. Resultados Arellano-Bond importaciones.....	54
Tabla 5.1. Cuentas de exportación e importación manufactureras seleccionadas.....	59
Tabla 5.2. Estacionariedad exportaciones Marshall Lerner.....	67
Tabla 5.3. Estacionariedad importaciones Marshall Lerner.....	67
Tabla 5.4. Estacionariedad variables independientes modelos de exportaciones e importaciones.....	68
Tabla 5.5. Rezagos seleccionados Exportaciones Marshall Lerner.....	69
Tabla 5.6. Rezagos seleccionados Importaciones Marshall Lerner.....	69
Tabla 5.7. Cointegración de Johansen exportaciones.....	70

Tabla 5.8. Cointegración de Johansen importaciones.....	70
Tabla 5.9. Estimación de las elasticidades mediante el modelo VEC.....	73
Tabla 5.10. Pruebas a los residuales de exportación Marshall Lerner.....	74
Tabla 5.11. Pruebas a los residuales de importación Marshall Lerner.....	74
Tabla 5.12. Condición Marshal Lerner.....	77
Tabla 6.1. Clasificación y equivalencia sectorial de las bases de datos de exportación, importación y PIB.....	84
Tabla 6.2. Pruebas de estacionariedad importaciones Ley de Thirlwall.....	89
Tabla 6.3. Pruebas de estacionariedad PIB Ley de Thirlwall.....	89
Tabla 6.4. Cointegración Engle y Granger.....	90
Tabla 6.5. Resultados elasticidad Ingreso FM-OLS.....	91
Tabla 6.6. Cálculos de la Ley de Thirlwall por subsectores.....	93
Tabla 6.7. Tasa de crecimiento de importaciones.....	95
Tabla 7.1. Pruebas de estacionariedad a las exportaciones.....	106
Tabla 7.2. Pruebas de estacionariedad a las importaciones.....	107
Tabla 7.3. Estacionariedad Índice de Covid-19.....	107
Tabla 7.4. Pruebas diagnostico al VAR de exportaciones.....	111
Tabla 7.5. Pruebas diagnostico al VAR de importaciones.....	112
Tabla 7.6. Criterios de resiliencia.....	117
Tabla 8.1. Resultados Finales.....	121
Tabla 1. (Anexo)Selección de rezagos IFR exportaciones.....	134
Tabla 2. (Anexo)Selección de rezagos IFR importaciones.....	134

Índice de gráficas

Gráfica 3.1. Relación entre exportaciones e importaciones y PIB real en México (1993-2024).....	18
Gráfica 3.2. Exportaciones Mexicanas ante Shocks externos (1993-2024).....	21
Gráfica 3.3. Composición de las exportaciones manufactureras 2010 y 2024.....	22
Gráfica 3.4. Composición de las importaciones manufactureras 2010 y 2024.....	23
Gráfica 3.5. Participación de los sectores en el PIB manufacturero.....	24
Gráfica 3.6. Relación tipo de cambio real con exportaciones e importaciones (1993-2024).....	26
Gráfica 7.1. Funciones de impulso respuesta por sector.....	113

Capítulo 1. Planteamiento del problema

1.1. Introducción

En el contexto actual, caracterizado por una elevada incertidumbre económica global, crecientes tensiones geopolíticas y fluctuaciones en las cadenas internacionales de suministro, el problema central que enfrenta la economía mexicana es la ausencia de un análisis sistemático, subsectorial y dinámico de los determinantes de las elasticidades comerciales. Esta carencia limita la comprensión de cómo los distintos subsectores manufactureros responden a variables económicas fundamentales, como el tipo de cambio real, el ingreso estadounidense y el ingreso nacional.

El comercio internacional ha representado uno de los principales impulsores del crecimiento económico de México durante las últimas décadas. Tanto las exportaciones como las importaciones de bienes y servicios han registrado una expansión significativa en proporción al Producto Interno Bruto (PIB). En particular, la participación de las exportaciones pasó de alrededor del 18,7% en 1990 a superar el 42% en 2022, mientras que las importaciones crecieron de aproximadamente 18% a cerca del 45% en el mismo periodo (Banco Mundial).

Este dinamismo del comercio exterior ha hecho que la capacidad de competir en los mercados internacionales adquiera una importancia cada vez mayor para la economía mexicana. En este escenario, la competitividad de los sectores productivos se convierte en un elemento clave para sostener y ampliar la participación del país en el comercio mundial.

La competitividad es un concepto ampliamente utilizado en la literatura económica; sin embargo, no existe una definición única debido a que puede analizarse desde la perspectiva de las empresas, los sectores productivos o las economías nacionales. Por ejemplo, para Porter (1990) la competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar continuamente. No obstante, para Mondliwa (2018), la competitividad debe evaluarse en función de los cambios en las capacidades de producción, los cuales se manifiestan a través del desempeño comercial, la diversificación productiva y la complejidad de los bienes producidos y exportados.

En esta investigación, la competitividad se define a partir de variables como el tipo de cambio real, el ingreso nacional y externo, la competencia de China en el mercado estadounidense, los efectos del T-MEC, el Marshall Lerner y la capacidad del sector manufacturero para generar divisas, evaluada mediante la Ley de Thirlwall. Bajo este enfoque, la competitividad se entenderá de la siguiente manera:

La competitividad no debe entenderse como una ambición en sí misma, sino como un esfuerzo deliberado por conquistar y mantener mercados específicos mediante la capacidad de adaptación de los sectores productivos. Este enfoque puede resumirse en la reflexión de Condliffe (1958) sobre Baldwin (1958): “Aquellos países que se aferran demasiado tiempo a industrias en declive pierden terreno en los mercados mundiales. Aquellos que son lo suficientemente flexibles para adaptarse a los tiempos y mantenerse al día con las nuevas demandas en desarrollo mantienen y mejoran su participación en el comercio mundial” (Mandeng, 1991).

En este contexto, el concepto de resiliencia económica adquiere una importancia central para comprender la capacidad de las economías frente a escenarios de alta incertidumbre y perturbaciones externas. La resiliencia económica se refiere a la capacidad de una economía, influida y fortalecida por las políticas públicas, para resistir, adaptarse y recuperarse de los efectos adversos generados por choques externos, minimizando sus impactos sobre la actividad productiva y el bienestar económico (Briguglio et al, 2010).

Resulta prioritario analizar de qué manera los cambios estructurales derivados del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) han modificado el comportamiento del comercio exterior en México, así como incorporar el impacto de shocks externos recientes, tales como la intensificación de la competencia de terceros países particularmente China y la pandemia de COVID-19.

La aportación fundamental de esta tesis es realizar un análisis desagregado de las exportaciones e importaciones manufactureras de México, con el objetivo de evaluar sus elasticidades frente a diversas variables económicas, tales como el precio, el ingreso y el tipo de cambio peso-dólar, así como frente a cambios estructurales como el T-MEC, shocks exógenos como la pandemia de COVID-19 y la creciente competencia manufacturera de China.

Asimismo, la investigación incorpora el análisis de la resiliencia económica a nivel sectorial, partiendo de que los distintos subsectores manufactureros reaccionan de manera heterogénea ante perturbaciones externas, debido a diferencias en su integración comercial, estructura productiva, dependencia importadora y capacidad de adaptación. En este sentido, el enfoque desagregado permite identificar qué subsectores muestran una mayor capacidad de ajuste, recuperación y permanencia competitiva frente a escenarios adversos.

Esta investigación pretende analizar el cumplimiento de la condición Marshall-Lerner para los bienes manufactureros durante el periodo de estudio, así como evaluar la Ley de Thirlwall en su versión sectorial. El objetivo es determinar si el crecimiento observado del sector manufacturero excede o no el crecimiento “compatible” o “permitido” por la restricción externa impuesta por la balanza de pagos y también si la fluctuación del tipo de cambio afecta de manera diferente a los subsectores con mayor integración comercial.

Este estudio aporta al campo de la economía internacional y comercio exterior, ofreciendo un análisis actualizado, desagregado y sectorial que puede apoyar el diseño de políticas económicas más resilientes orientadas a la competitividad, a la resiliencia y al crecimiento sostenible.

Con el propósito de mejorar la claridad expositiva y la comprensión integral de la investigación, se optó por reorganizar la estructura metodológica de la tesis de manera que cada objetivo específico se desarrolle junto con su respectiva metodología y resultados dentro de un mismo capítulo.

Esta decisión responde a que la investigación emplea distintos enfoques metodológicos como modelos de datos de panel, la condición Marshall-Lerner, funciones impulso-respuesta y la Ley de Thirlwall para cumplir con el objetivo general que es identificar los determinantes de las elasticidades de exportación e importación de los principales productos manufactureros comerciados por México con Estados Unidos, a nivel subsectorial para evaluar su nivel de competitividad y resiliencia en el periodo 2010-2024.

Finalmente, la tesis se estructura de la siguiente manera, el capítulo 1 presenta el planteamiento del problema, los objetivos, las preguntas de investigación y las hipótesis. El capítulo 2 presenta el marco teórico y la revisión de la literatura empírica que sustenta la investigación, mientras que el capítulo 3 expone el contexto económico y comercial de México. Posteriormente el capítulo 4 presenta la estrategia metodológica correspondiente al modelo de datos de panel, así como el análisis e interpretación de sus resultados.

El capítulo 5 desarrolla la metodología asociada a la condición Marshall-Lerner y expone los principales hallazgos obtenidos. El capítulo 6 se enfoca en la metodología derivada de la Ley de Thirlwall y en la discusión de sus estimaciones mientras que el capítulo 7 aborda la metodología de impulso-respuesta y analiza sus resultados empíricos.

Finalmente, el capítulo 8 presenta las conclusiones generales del estudio, destacando los principales hallazgos obtenidos en cada capítulo. Asimismo, se evalúan las hipótesis de trabajo planteadas, se discuten las aportaciones teóricas y empíricas de la investigación, y se exponen las principales limitaciones metodológicas del análisis. Por último, se plantean recomendaciones de política económica y posibles líneas de investigación futura relacionadas con la competitividad manufacturera, las elasticidades sectoriales y la restricción externa al crecimiento económico.

1.2. Delimitación del problema (espacio-temporal)

El análisis se desarrollará en el ámbito internacional, centrado en la relación comercial bilateral entre México y Estados Unidos, su principal socio comercial. El periodo de estudio abarca de 2010 a 2024, etapa en la que se registraron cambios estructurales relevantes como la entrada en vigor del T-MEC y diversos shocks externos, entre ellos la creciente competencia de China y la pandemia de Covid-19. El análisis se hará con frecuencia anual para el modelo de panel de elasticidades de exportaciones e importaciones, trimestral para la ley de Thirlwall Marshall Lerner y mensual para el análisis de impulso respuesta.

1.3. Preguntas de investigación

1.- ¿Cuál es el grado de sensibilidad de las exportaciones e importaciones mexicanas manufactureras a cambios en los precios e ingreso (nivel de dos dígitos) durante el

periodo de 2010 a 2024?

2.- ¿Se cumple la condición Marshall Lerner que establece que una depreciación de la moneda debe mejorar la balanza comercial?

3.- ¿Permiten las elasticidades de exportación e importación manufacturero alcanzar un crecimiento sostenido de largo plazo, según la ley de Thirlwall? ¿Cuáles son las diferencias a nivel sectorial?

4.- ¿Cómo responden las elasticidades a los cambios estructurales y shocks externos ocasionados por el T-MEC, COVID-19 y la competencia de China?

5.- ¿Qué sectores manufactureros presentan mayor resiliencia al COVID-19?

1.4. Objetivos de la tesis

1.4.1. General

Identificar los determinantes de las elasticidades de exportación e importación de los principales productos manufactureros comerciados por México con Estados Unidos, a nivel subsectorial para evaluar su nivel de competitividad y resiliencia en el periodo 2010-2024.

1.4.2. Específicos

1.-Determinar las elasticidades de las exportaciones e importaciones manufactureras a nivel nacional y subsectorial ante cambios porcentuales en el ingreso nacional y de EUA, y en el tipo de cambio peso-dólar.

2.- Estimar el impacto del tipo de cambio real sobre las elasticidades de exportación e importación a través del método de Marshall Lerner.

3.- Determinar el crecimiento económico de acuerdo con la ley de Thirlwall a nivel sectorial así como el impacto de cambios estructurales y shocks externos como el T-MEC, el comercio de China y la pandemia para identificar los subsectores con mayor competitividad y resiliencia frente a estos impactos.

1.5. Hipótesis

1.-En México, los subsectores manufactureros de exportación más dinámicos, como vehículos y autopartes, presentan mayores elasticidades-ingreso y menor sensibilidad al tipo de cambio real, en comparación con subsectores tradicionales. Los subsectores con mayor participación en el comercio son los que presentan mayor competitividad y resiliencia frente a los shocks externos (competencia con China y Covid).

2.- En México, durante periodos de apreciación real del tipo de cambio la balanza comercial manufacturera mejora o no se deteriora, lo que sugiere una posible violación o comportamiento atípico respecto a la condición de Marshall-Lerner.

3.-La reducción de las elasticidades de exportación e importación manufactureras ocasionan un menor crecimiento económico sectorial al que se debería alcanzar en largo plazo (Ley de Thirlwall).

Capítulo 2. Marco Teórico y Revisión de la literatura empírica

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Teorías clásicas del comercio internacional y comercio intraindustrial

El comercio internacional es una parte esencial de la economía, para comprender por qué los países comercian entre sí y cómo se especializan en la producción de ciertos bienes, es necesario partir del concepto de ventajas absolutas introducido por Adam Smith en *La riqueza de las naciones* (1776), Smith argumentaba que un país debe especializarse en producir aquellos bienes que puede elaborar con menor costo absoluto es decir, utilizando menos trabajo o recursos que otros países, de modo que el intercambio internacional permite a todas las naciones beneficiarse de una mayor eficiencia productiva.

Este enfoque fue desarrollado posteriormente por David Ricardo, quien en su libro *Principios de economía política y tributación* (1817), especialmente en el capítulo siete, formuló el concepto de ventajas comparativas. La teoría sostiene que, incluso si un país es menos eficiente que otro en la producción de todos los bienes, aún puede beneficiarse del comercio internacional especializándose en la producción de aquellos bienes que tienen un menor costo de oportunidad relativo, es decir, la cantidad de algún otro bien que debe sacrificarse para producir una unidad adicional del bien en cuestión.

Así, la lógica del comercio no se basa en ventajas absolutas, sino en las comparativas, permitiendo que cada país se especialice en los bienes que puede producir sacrificando menos recursos de otros bienes.

Este principio explica por qué, por ejemplo, un país puede concentrarse en producir bienes agrícolas, mientras que otro se especializa en bienes manufacturados o en la industria automotriz. Sin embargo, a medida que las economías se desarrollan y los mercados se integran, se observa que gran parte del comercio no sigue este patrón tradicional. En este contexto surge el concepto de comercio intraindustrial, este fue desarrollado en los años setenta por Herbert Grubel y Peter Lloyd (1975), y se refiere al intercambio simultáneo de bienes pertenecientes a la misma industria o categoría productiva entre dos países. A diferencia del comercio interindustrial, que se explica adecuadamente por las ventajas comparativas tradicionales (Ricardo, Heckscher-Ohlin), el comercio intraindustrial da

cuenta de un patrón en el que un país exporta e importa productos similares o diferenciados dentro de un mismo sector.

En este marco, el comercio intraindustrial se asocia principalmente con mercados de competencia imperfecta, donde existen oligopolios y competencia monopolística, y en los que la diversidad de productos constituye un atractivo para los consumidores. Así, la lógica no se basa únicamente en las dotaciones factoriales de los países, sino en la posibilidad de ampliar la variedad disponible de bienes y aprovechar las ganancias derivadas de la especialización en ciertas variedades y de la producción a gran escala.

La “nueva teoría del comercio internacional” (Krugman, 1979) permite explicar por qué, incluso países con niveles de desarrollo y estructuras productivas relativamente similares, comercian intensamente entre sí en sectores manufactureros. En este marco, sus postulados fundamentales incluyen la existencia de economías de escala internas y externas, que permiten a las empresas reducir costos unitarios a medida que aumentan la producción, y la presencia de competencia imperfecta, donde unas pocas firmas dominan sectores estratégicos y pueden influir en precios y producción. La diferenciación de productos es otro elemento central, pues permite que países con niveles de desarrollo y estructuras productivas similares intercambien bienes similares pero heterogéneos.

De este modo, la nueva teoría del comercio incorpora características de la microeconomía industrial, como la maximización de beneficios en competencia monopolística, junto con la macroeconomía del comercio internacional. Esto proporciona un marco más completo para comprender la dinámica de los sectores manufactureros y la especialización basada en la ventaja relativa y la variedad de productos. Esta especialización en el comercio se define en un contexto dinámico y abierto, por lo que se necesitan herramientas más precisas, como las elasticidades.

2.1.2. Teorías de las elasticidades

La teoría de las elasticidades, introducida formalmente por Alfred Marshall (1890), permite analizar cómo reaccionan las cantidades ofrecidas y demandadas frente a cambios en variables económicas como precios e ingresos. En el contexto del comercio exterior, la elasticidad-precio de las exportaciones mide cómo varía la cantidad exportada ante

cambios en el tipo de cambio real (o precios relativos), mientras que la elasticidad-precio de las importaciones capta la respuesta de las compras externas a esos mismos cambios. Asimismo, las elasticidades-ingreso permiten estudiar cómo el crecimiento económico (interno o del socio comercial) afecta los flujos de comercio.

Las elasticidades se calculan matemáticamente de la siguiente manera (para un año determinado):

1.-Elasticidad precio de las exportaciones

$$\varepsilon_{X,P} = \frac{\Delta X/X}{\Delta P/P} = \frac{\Delta X}{\Delta P} \cdot \frac{P}{X} \quad (1)$$

2.- Elasticidad precio de las importaciones

$$\varepsilon_{M,P} = \frac{\Delta M/M}{\Delta P/P} = \frac{\Delta M}{\Delta P} \cdot \frac{P}{M} \quad (2)$$

3.-Elasticidad ingreso de las exportaciones

$$\varepsilon_{X,Y^*} = \frac{\Delta X/X}{\Delta Y^*/Y^*} = \frac{\Delta X}{\Delta Y^*} \cdot \frac{Y^*}{X} \quad (3)$$

4.-Elasticidad ingreso de las importaciones

$$\varepsilon_{M,Y} = \frac{\Delta M/M}{\Delta Y/Y} = \frac{\Delta M}{\Delta Y} \cdot \frac{Y}{M} \quad (4)$$

En las expresiones de elasticidad utilizadas, ε representa la elasticidad, X las exportaciones, M las importaciones, P el nivel de precios (que puede interpretarse como precios relativos, tipo de cambio, según el contexto del análisis) y Y el nivel de ingreso. En particular para las elasticidades de las exportaciones, Y^* corresponde al ingreso del país externo, mientras que, para las elasticidades de las importaciones, Y se refiere al ingreso nacional de la economía.

Para un periodo de tiempo las elasticidades se calculan:

$$\varepsilon_X = f(P, Y^*) \quad (5)$$

$$\varepsilon_X = \alpha P + \beta Y^* \quad (6)$$

Donde $\alpha < 0$, $\beta > 0$

$$\varepsilon M = f(P, Y) \quad (7)$$

$$\varepsilon M = \alpha P + \beta Y \quad (8)$$

Donde $\alpha < 0$, $\beta > 0$

Estas elasticidades tienen implicaciones concretas para la especialización productiva. Por ejemplo, un país cuya industria automotriz presenta alta elasticidad-precio de exportaciones puede beneficiarse mucho de una depreciación del tipo de cambio, lo que refuerza su especialización en ese sector. De igual forma, si su demanda de productos textiles importados es altamente elástica al ingreso, aumentará su dependencia de estos bienes conforme crece económicamente.

2.1.3. Condición Marshall Lerner

Este análisis se formaliza con la condición de Marshall-Lerner, desarrollada de forma independiente por Alfred Marshall y Abba Lerner a principios del siglo XX. En el contexto del estudio sobre los efectos de la variación del tipo de cambio sobre la balanza comercial la condición establece que las devaluaciones mejoran la balanza comercial en el largo plazo si la suma de las elasticidades precios de demanda por exportaciones e importaciones, en valor absoluto, es superior a la unidad (Chena y Bosnic, 2017). Si esta condición se cumple, la cantidad exportada aumenta más que lo que se encarece, y la cantidad importada se reduce suficientemente como para mejorar el saldo comercial.

2.1.4. Ley de Thirlwall

Este enfoque, se complementa con un marco macroestructural de la Ley de Thirlwall (1982). Según esta ley, el crecimiento económico de largo plazo de un país abierto al comercio está limitado por su restricción externa, es decir, por el equilibrio en su balanza de pagos. En concreto, el crecimiento compatible con equilibrio externo depende de la razón entre el crecimiento del ingreso del socio comercial y la elasticidad ingreso de las importaciones, en relación con la elasticidad ingreso de las exportaciones. Si un país tiene una alta elasticidad ingreso de importaciones (es decir, importa más cuando crece), pero sus exportaciones no responden igual de bien al crecimiento externo,

su economía enfrentará un límite externo al crecimiento: solo podrá expandirse sin generar déficits en cuenta corriente a un ritmo inferior al deseado.

Esta parte del equilibrio del balance de pagos (una identidad contable) expresado en moneda local (asumiendo que no hay flujos financieros).

$$P_d X = P_f M E \quad \text{Igualdad del balance de pagos}$$

Donde:

X = Importaciones

P_d = precio en pesos

M = cantidad importada

P_f = precio en dólares de las importaciones

E = tipo de cambio nominal

El crecimiento de largo plazo tiene que ser un crecimiento donde haya un equilibrio de la balanza de pagos, no puedes crecer de manera sostenida con un déficit en cuenta corriente, porque eso terminaría en una crisis devaluatoria.

Si tomamos logaritmos y derivamos con respecto al tiempo se obtiene la ecuación expresada en tasas de crecimiento

$$\frac{\dot{P}_d}{P_d} + \frac{\dot{X}}{X} = + \frac{\dot{P}_f}{P_f} + \frac{\dot{M}}{M} + \frac{\dot{E}}{E} + \quad (1)$$

Lo que va a hacer Thirwall es aplicar logaritmos y derivar, esta es una cuestión matemática para transformar algo lineal en algo dinámico, para expresarlo en tasas de crecimiento

Si reexpresamos lo de arriba como tasas de crecimiento

$$g_{P_d} + g_X = g_{P_f} + g_M + g_E \quad (2)$$

En una economía en crecimiento, el equilibrio que tiene que darse, es que las tasas de crecimiento de las exportaciones medidas en valores, es decir tanto en los precios como en las cantidades tienen que estar en equilibrio con la tasa de crecimiento de las importaciones en valores, cantidades y precios.

A partir de esto Thirwall va a definir a las exportaciones como:

$$X = \left(\frac{EP_f}{P_d}\right)^{\varepsilon_{px}} Y_f^{\varepsilon_{yx}} \quad (3)$$

Donde ε representa las diferentes elasticidades

Tomando nuevamente las diferentes tasas de crecimiento se obtiene

$$g_x = \varepsilon_{px}(g_E + g_{Pf} - g_{Pd}) + \varepsilon_{yx}(g_{Yf}) \quad (4)$$

Y define a las importaciones como:

$$M = \left(\frac{EP_f}{P_d}\right)^{\varepsilon_{pm}} Y^{\varepsilon_{ym}} \quad (5)$$

Donde ε representa las diferentes elasticidades (es importante destacar que en este caso la elasticidad precio es negativa $\varepsilon_{pm} < 0$)

Tomando nuevamente las tasas de crecimiento se obtiene:

$$g_M = \varepsilon_{pm}(g_{Pf} + g_E - g_{Pd}) + \varepsilon_{ym}(g_Y) \quad (6)$$

Luego de remplazar las ecuaciones anteriores en la restricción original se obtiene la tasa de crecimiento compatible con el equilibrio de la balanza de pagos

$$g_{y*} = \frac{(\varepsilon_{px} - \varepsilon_{pm} - 1)(g_{Pf} + g_E - g_{Pd}) + \varepsilon_{yx}(g_{Yf})}{\varepsilon_{ym}} \quad (7)$$

- 1) Una mejora de los términos de intercambio aumenta Y^*
- 2) Una inflación elevada que supere a la del resto del mundo ($P_d > P_f$) genera una caída de Y^* siempre y cuando $\varepsilon_{px} - \varepsilon_{pm} > 1$
- 3) La devaluación del tipo de cambio no lleva un incremento en la tasa de crecimiento (salvo que se cumplan las condiciones Marshall Lerner)

Si asumimos que los precios relativos (medidos en la misma moneda) se mantienen constantes en el largo plazo es decir que ($P_d - P_f - e = 0$)

Entonces lo anterior se transforma en:

$$g_{y*} = \frac{\varepsilon_{yx}(g_{Yf})}{\varepsilon_{ym}} = \frac{\dot{x}}{E_{ym}} \quad (8)$$

La forma reducida es la versión más difundida en la literatura y la más utilizada en estimaciones econométricas, ya que proporciona resultados empíricos más consistentes, esto implica que la tasa de crecimiento sostenible a largo plazo, en consonancia con el sector externo, está condicionada por el aumento de las exportaciones (en volumen) en relación con la elasticidad ingreso de las importaciones.

Ambos enfoques la condición de Marshall-Lerner y la Ley de Thirlwall permiten no solo comprender los impactos de las políticas cambiarias y de ingreso sobre el comercio exterior, sino también explicar la especialización productiva y sus límites estructurales. A partir de esta revisión, la presente tesis retoma estos marcos teóricos y los aplica al periodo reciente (2010–2024), caracterizado por cambios estructurales como la entrada en vigor del T-MEC y por shocks externos relevantes, como la creciente competencia con China y la pandemia de Covid-19. En este contexto, se estimarán las elasticidades precio e ingreso de las exportaciones e importaciones manufactureras de México y se evaluará la vigencia tanto de la condición Marshall-Lerner como de la Ley de Thirlwall manufacturera, con el fin de actualizar la evidencia empírica.

2.2. Estado de la cuestión

Con la revisión de estas teorías se establecen los fundamentos conceptuales que permiten explicar la dinámica comercial de México con Estados Unidos, así como los factores que determinan su competitividad.

En este apartado se revisa la literatura internacional, que documenta resultados heterogéneos sobre la respuesta del comercio ante cambios en precios relativos y niveles de actividad, así como sus implicaciones para la competitividad externa y los desequilibrios comerciales. Después, se analizan los estudios enfocados en México, los cuales han resaltado la importancia del ingreso externo, el papel limitado del tipo de cambio y la persistencia de una elevada elasticidad-ingreso de las importaciones, factores que han sido interpretados bajo el marco de la Ley de Thirlwall como restricciones estructurales al crecimiento.

Para el caso internacional, diversos estudios han estimado elasticidades de exportaciones e importaciones y su relación con la competitividad y la dinámica comercial (ver tabla 2.1). Adler (1970) encontró que la relación entre elasticidad-ingreso y elasticidad-precio era inversa, con mayor competitividad en países desarrollados, mientras que Stone (1978) mostró que las exportaciones estadounidenses podían ser sensibles al precio, contradictorio a ideas previas. En Turquía, Binatli y Sohrabji (2002) evidenciaron que las importaciones respondían más al ingreso interno que las exportaciones al ingreso externo, generando presiones sobre el déficit comercial y elasticidades cambiarias contrarias a la condición Marshall-Lerner.

Vojnovic et al. (2007) encontraron una relación de largo plazo entre precios relativos e ingresos, observando que las importaciones son más sensibles a estas variaciones que las exportaciones, lo que indica una mayor sensibilidad nacional en Macedonia. Sastre (2015) mostró el cumplimiento de la condición Marshall-Lerner para la sostenibilidad externa en España, y Peña (2022) identificó elasticidades positivas a corto plazo, pero negativas a largo plazo durante la pandemia en Perú. Finalmente, A. Wijeweera y Reppas (2024) evidenciaron elasticidades-precio bajas e inelásticas y elasticidades-ingreso positivas en exportaciones sectoriales en la India, reflejando una buena respuesta exportadora al ingreso global.

Tabla 2.-1. Trabajo empírico sobre elasticidades

Autor y año	Métodología	Hallazgo principal
Adler (1970)	Estimación de elasticidades para 13 países (1953–1963); análisis comparativo según nivel de desarrollo económico.	Relación inversa entre elasticidad ingreso y precio de exportaciones de EE. UU.; mayor competitividad en países desarrollados y productos en etapa temprana del ciclo de vida.
Bueno (1974)	La PPA tiene baja capacidad predictiva de corto plazo en América Latina debido a distorsiones de precios y tipos de cambio, lo que afecta la competitividad y las elasticidades relativas.	Evaluación empírica de la PPA y análisis de desajustes cambiarios causados por políticas económicas internas.
Stone (1978)	Estimación de elasticidades-precio en 34 sectores mediante MCO y MC2E para EE. UU., CEE y Japón; comparación internacional con datos heterogéneos	Relación inversa entre elasticidades de distribución y elasticidades-precio individuales; contradice la idea de que las exportaciones de EE. UU. son menos sensibles al precio.
Binatli & sohrabji (2002).	Estimación de elasticidades ingreso y tipo de cambio para importaciones y exportaciones turcas; análisis estructural del déficit comercial.	Gran diferencia entre elasticidad ingreso interna (importaciones) y externa (exportaciones); comercio turco responde más al ingreso interno, generando presión en el déficit. Además, elasticidad cambiaría negativa para exportaciones e importaciones, contraria a la condición Marshall-Lerner.
Vojnovic et al. (2007)	Modelo autorregresivo de rezagos distribuidos (ARDL) para analizar cointegración y relaciones dinámicas a largo plazo.	Existe relación a largo plazo entre precios relativos e ingresos; importaciones son más sensibles a variaciones que exportaciones, indicando mayor sensibilidad nacional
Kee et al. (2008)	Estimación de elasticidades de demanda de importación usando función translog del PIB; construcción de un índice simplificado TRI basado en modelos de Feenstra (1995) y Anderson & Neary.	La diferencia entre el índice de restricción comercial (TRI) y el promedio de aranceles depende de la variación de aranceles entre productos y la sensibilidad de la demanda de importaciones. El arancel promedio no basta para medir la apertura comercial; es crucial considerar la reacción de consumidores a precios.
Fox et al. (2010)	Modelo de optimización en dos etapas basado en una función agregador cuadrática normalizada simétrica y flexible, estimando elasticidades de sustitución y complementariedad entre países (1958–2002).	Se encontraron relaciones de complementariedad entre importaciones y exportaciones con países asiáticos (Japón, Corea, Hong Kong), y relaciones de sustitución con Europa y América del Norte en importaciones australianas.
Sastre (2015)	Modelo macroeconómico dinámico y estocástico de equilibrio general (DSGE) para simular efectos de elasticidades cruzadas y políticas	Analiza la sostenibilidad de la cuenta corriente en España, demostrando que la condición de Marshall-Lerner se cumple y que devaluaciones o aumentos en impuestos al consumo pueden mejorar la sostenibilidad externa
Peña (2022)	Modelo autorregresivo de retardo distribuido con corrección de error (ARDL-ECM) aplicado a datos mensuales.	Durante la pandemia, las exportaciones reales del Perú crecieron significativamente; la elasticidad ingreso es positiva a corto plazo pero negativa a largo plazo; la elasticidad precio no presenta resultados consistentes.

Para el caso mexicano, Bueno (1974) y Baltazar (2005) abordaron el papel del tipo de cambio y la elasticidad-precio, mostrando que su efecto es limitado y que, por tanto, el tipo de cambio resulta poco eficaz como instrumento de ajuste externo. Complementariamente, Cuevas (2010) y Cermeño & Rivera (2013) emplearon modelos econométricos que confirman que las exportaciones manufactureras reaccionan más al crecimiento de la demanda externa que a las variaciones del tipo de cambio, lo que evidencia elasticidades-ingreso elevadas en el sector exportador mexicano. En cuanto a las importaciones, estudios como los de Baltazar & Escamilla (2014), Tellaeche & Rodríguez (2019) y Vergara (2019) han mostrado una alta elasticidad-ingreso, lo que sugiere una propensión estructural al déficit comercial. De manera complementaria Sánchez (2021) encuentra que las elasticidades-precio de importaciones y exportaciones mexicanas son bajas, mientras que las elasticidades-ingreso de las exportaciones manufactureras y los bienes intermedios importados son relativamente altas, indicando que el comercio mexicano responde más al ingreso que al tipo de cambio. (ver tabla 2.2).

Tabla 2.2. Trabajos empíricos sobre la condición Marshall Lerner

Autor y año	Metodología	Hallazgo principal
Baltazar (2005)	Modelos estadísticos avanzados con retardos, variables de devaluación, procesos autorregresivos y de medias móviles.	Exportaciones mexicanas responden más al crecimiento externo que al tipo de cambio; elasticidades superiores a dos en varios sectores. La condición de Marshall-Lerner se cumple, indicando que una devaluación puede mejorar la balanza comercial, aunque limita el crecimiento al afectar importaciones.
Cermeño & Rivera (2013)	Modelo de sustitutos imperfectos; cointegración de Johansen aplicada a datos mensuales (1994–2014) bajo el contexto del TLCAN.	Las elasticidades de ingreso y precio son significativas y coherentes con la teoría. Las exportaciones e importaciones mexicanas son poco sensibles a precios, pero cumplen con la condición de Marshall-Lerner. Las importaciones son muy elásticas al ingreso; las exportaciones son estables frente a choques externos.
Baltar & Escamilla (2014)	Estimación de elasticidades ingreso y tipo de cambio real con datos trimestrales (1980–2012); análisis estructural del déficit comercial.	Las importaciones mexicanas son más elásticas al ingreso que las exportaciones, lo que genera déficit comercial. Ambas son inelásticas al tipo de cambio real. Aunque se cumple la condición de Marshall-Lerner, en la práctica la devaluación no mejora la balanza comercial.
Vergara (2019)	Estimación mediante regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para exportaciones manufactureras (1994–2016).	Las exportaciones manufactureras mexicanas son muy sensibles al ingreso de EE. UU. pero poco al tipo de cambio real; no se cumple completamente la condición de Marshall-Lerner. Se identifica una restricción externa al crecimiento económico.
Bernarbe (2019)	Modelo teórico dinámico centrado en empresas exportadoras; análisis de márgenes extensivo e intensivo frente al tipo de cambio.	La elasticidad de las exportaciones frente al tipo de cambio depende de la capacidad de adaptación de las firmas. El tipo de cambio impacta tanto en el margen intensivo (cantidad exportada) como en el extensivo (número de firmas exportadoras).

En este contexto, varios autores han utilizado la Ley de Thirlwall como marco estructural para explicar las restricciones externas al crecimiento, encontrando que el crecimiento económico mexicano ha estado condicionado por el desempeño del sector exportador (Moreno-Brid, 1999; Vázquez & Avendaño, 2012; Carrasco & Tovar, 2022), y que una elevada elasticidad de las importaciones respecto al ingreso debilita la posibilidad de sostener un crecimiento equilibrado en el largo plazo (Díaz, 2015; Perrotini & Cuevas, 2024). Así, la aplicación empírica de estas teorías ha permitido identificar los límites estructurales del patrón de especialización comercial de México y su vulnerabilidad externa (ver tabla 2.3).

Tabla 2.3. Trabajos empíricos sobre la Ley de Thirlwall

Autor y año	Metodología	Hallazgo principal
Vázquez y Avendaño (2012)	Modificación teórica del modelo de Thirlwall; estimación empírica de elasticidades ingreso y respecto a exportaciones para México.	Al incorporar la elasticidad de las importaciones respecto al crecimiento de las exportaciones, se concluye que una mayor elasticidad reduce la tasa de crecimiento compatible con el equilibrio externo durante el periodo del TLCAN.
Arenas (2015)	Modelo VAR estructural cointegrado aplicado a datos de México (2003–2012).	El crecimiento económico de México en el largo plazo está restringido por el desequilibrio en la balanza de pagos, confirmando empíricamente la validez de la Ley de Thirlwall para el periodo 2003–2012.
De la Rosa et al. (2018)	Aplicación del modelo de Thirlwall; estimación de elasticidades mediante funciones iso-elásticas y rolling regression.	El crecimiento económico de México restringido por la balanza de pagos es bajo, oscilando en promedio entre -1% y 2%, lo cual respalda la Ley de Thirlwall para el caso mexicano.
Carrasco y Tovar (2022)	Estimación de elasticidades ingreso de exportaciones e importaciones controlando por composición comercial.	Al considerar la composición del comercio con 39 socios comerciales, la versión débil de la Ley de Thirlwall predice adecuadamente el crecimiento económico de México entre 1990 y 2016.
Perrotini et al. (2022)	Comparación entre el modelo de Thirlwall y un enfoque centrado en acumulación de capital aplicado al caso mexicano.	El estancamiento económico de México se explica principalmente por la caída en la demanda interna y en la acumulación de capital; las elasticidades ingreso del comercio exterior también influyen, aunque en menor medida.
Perrotini y Cuevas (2024)	Evaluación empírica de la hipótesis de Thirlwall-Hussain para México (1994–2023).	Los flujos de capital han permitido sostener un crecimiento económico por encima del compatible con el equilibrio externo, respaldando empíricamente la hipótesis de Thirlwall-Hussain para México.
Calderón y Hernández (2024)	Modelo de la Ley de Thirlwall; pruebas de raíz unitaria (ADF, PP y KPSS), cointegración de Johansen y estimación FM-OLS de Phillips-Hansen.	China presenta una mayor capacidad de crecimiento compatible con el equilibrio de la balanza de pagos que México, debido a menores restricciones externas y una relación más fuerte entre exportaciones y crecimiento económico.

Más recientemente Vázquez (2023) estimó elasticidades de sustitución entre exportaciones mexicanas y chinas en el mercado estadounidense, encontrando que dichas

elasticidades son muy pequeñas; esto sugiere que la competencia bilateral no depende principalmente de los precios relativos, sino de diferencias estructurales en productividad, costos laborales y composición industrial.

Esta revisión permite situar la presente tesis dentro del debate empírico existente, al identificar los principales hallazgos, convergencias y discrepancias en la literatura, así como los elementos que justifican una nueva estimación de elasticidades para el periodo reciente marcado por shocks globales y transformaciones en la relación comercial entre México y Estados Unidos.

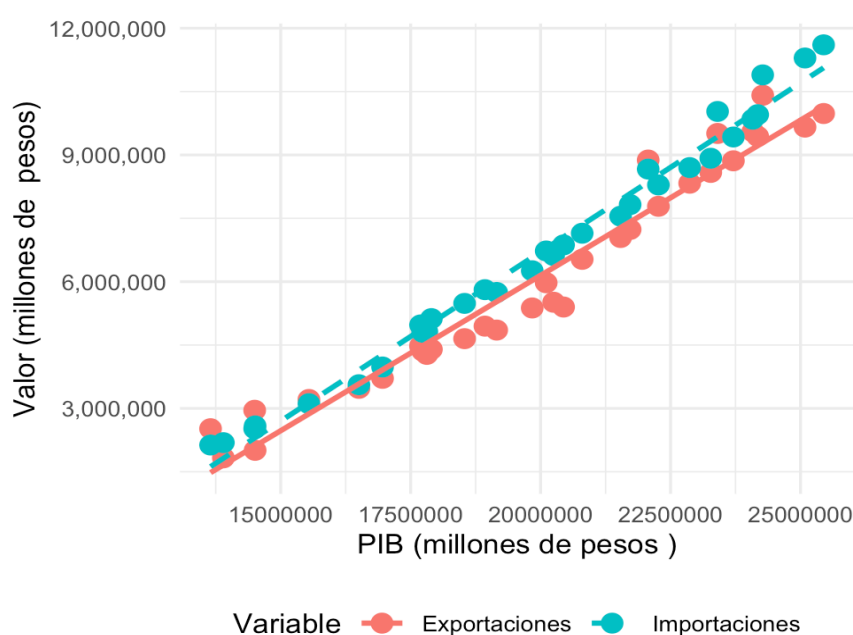
A diferencia de estudios previos, las principales aportaciones de esta tesis a la literatura consisten en estimar las elasticidades de exportación e importación por subsectores manufactureros para así identificar actividades sobresalientes.

Capítulo 3. Contexto Económico y Comercial de México

3.1. Comercio exterior y apertura comercial

El comercio internacional ha sido un motor fundamental para el desarrollo económico de México en las últimas décadas. Tanto las exportaciones como las importaciones de bienes y servicios han mostrado un crecimiento notable en relación con el Producto Interno Bruto (PIB). En el caso de las exportaciones, su participación pasó de aproximadamente 18,7% en el año de 1990 a más del 42% en 2022, mientras que las importaciones aumentaron de cerca del 18% a alrededor del 45% en el mismo periodo (Banco Mundial, 2023).

Gráfica 3.1. Relación entre exportaciones e importaciones y PIB real en México (1993-2024)



Fuente: Elaboración propia con datos de las Cuentas Nacionales Trimestrales del INEGI. El Producto Interno Bruto (PIB) de México se expresa en valores constantes de 2018. Exportaciones e importaciones reales de México (sector externo), unidad: millones de pesos.

En la gráfica 3.1 puede observarse de forma empírica la relación entre las exportaciones e importaciones mexicanas y el PIB. Se aprecia que, a medida que el PIB nacional aumenta, también lo hacen las exportaciones e importaciones, evidenciando un crecimiento sostenido a lo largo del periodo, así como la creciente participación del comercio exterior en la economía mexicana.

Esta creciente apertura se explica principalmente por la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994 y su reciente actualización al Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) en 2020. En 2024, más del 80 % de las exportaciones mexicanas de bienes se dirigieron a Estados Unidos y más del 40 por ciento de las importaciones se recibieron de ese país, según el informe de la Office of the United States Trade Representative (USTR, 2024) esto ha consolidado una relación comercial intensamente integrada.

3.2. Sector manufacturero y comercio intraindustrial

Una porción significativa de las exportaciones de México está vinculada a actividades del sector manufacturero, ya que, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), durante el intervalo de enero a julio de 2025, la composición del total de las exportaciones de mercancías se distribuyó de la siguiente manera: bienes manufacturados, 90,8 %; bienes agropecuarios, 3,7 %; productos petroleros, 3,5 %; y productos extractivos no petroleros, 2,0 %.

El sector de la manufactura se define como la transformación física o química de materiales o componentes en nuevos productos (World Bank Group) y cómo podemos observar en México este sector es clave. Gran parte del comercio mexicano no se realiza únicamente a través de bienes manufacturados completamente producidos en el país, sino que consiste en componentes y partes que circulan dentro de cadenas globales de valor (CGV).

Esta dinámica se vincula estrechamente con el concepto de comercio intraindustrial. El comercio intraindustrial se define como aquel tipo de comercio en el que, de manera simultánea, se exportan e importan bienes pertenecientes a una misma industria (Esquivel, 1992).

Con la expansión de las cadenas de valor globales, los países se especializan en fases específicas de la producción en lugar de centrarse exclusivamente en bienes terminados, lo que limita la capacidad del enfoque tradicional de ventaja comparativa para explicar los flujos comerciales. Estas perspectivas forman parte de la llamada “nueva teoría del comercio” (Krugman, 1979), que complementa la explicación tradicional basada en dotaciones factoriales.

El volumen del comercio exterior que se realiza de bienes manufactureros similares registrados en las diferentes clasificaciones de actividades de comercio ha tenido un crecimiento acelerado al nivel internacional. Este tipo de comercio, de carácter intraindustrial, tiene su explicación no solamente en las diferencias en ventajas comparativas, sino también en la expansión de las economías de escala generadas por las grandes empresas multinacionales, la reducción de costos de transporte, el gran tamaño de los mercados de exportación de los países desarrollados, y los salarios relativamente bajos en los países en desarrollo, lo que contribuye a hacer los productos más competitivos en los mercados internacionales (Mendoza, 2023).

México participa importando insumos, ensamblando y reexportando los bienes finales, aprovechando factores como la diferenciación de productos (variedades, marcas, calidades), las economías de escala (reducción de costos promedio al producir a gran escala) y la competencia imperfecta, típicas de mercados oligopólicos o de competencia monopolística.

Este tipo de comercio tiene implicaciones directas para las elasticidades debido a que los productos son diferenciados y no perfectamente sustituibles, la elasticidad-precio de la demanda de importaciones tiende a ser menor, ya que aumentos en los precios no provocan una sustitución completa por productos nacionales. Por otro lado, la elasticidad-ingreso suele ser mayor, pues a medida que los ingresos aumentan, los consumidores demandan más variedad y productos de mayor valor agregado.

Se ha instado a México a desempeñar un papel predominante en este nuevo escenario. Sus características lo colocan en una posición privilegiada para aprovechar las CVG. Estas incluyen su proximidad geográfica a Estados Unidos, la prevalencia de sus múltiples acuerdos comerciales, su potencial ventaja comparativa en etapas intensivas en mano de obra relativamente poco calificada y una larga tradición de políticas públicas que han promovido sectores susceptibles a la fragmentación industrial (Chiquiar y Tobal 2019).

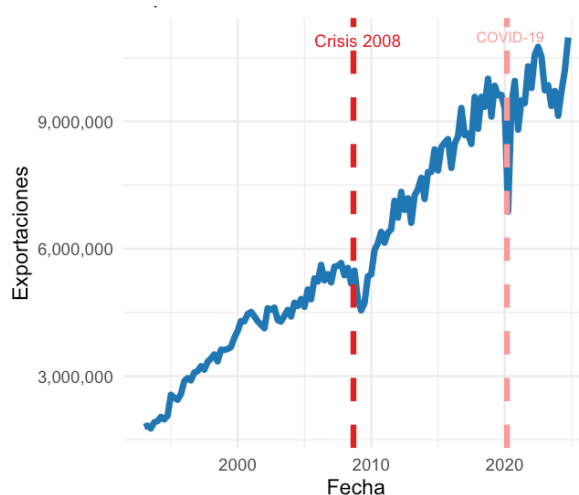
México tiene una gran oportunidad de consolidarse como proveedor clave dentro de las cadenas globales de valor, especialmente considerando que Estados Unidos tiende a importar más que a exportar, lo que amplía la demanda por bienes intermedios y

manufacturas mexicanas. Esta dependencia comercial hace que la economía mexicana sea altamente sensible a factores externos, como las fluctuaciones en el tipo de cambio real peso-dólar, variaciones en el PIB de Estados Unidos, y shocks externos, que son eventos inesperados que se originan fuera de la economía y pueden impactarla de manera significativa (Crispolti et al, 2013).

Por ejemplo, durante la crisis financiera global de 2008-2009, el PIB real estadounidense disminuyó un 4.3% según datos de la reserva federal (FRED). Esta fue la mayor contracción en la era posterior a la Segunda Guerra Mundial. Las variables de transmisión adquirieron una importancia creciente en la producción nacional, lo que provocó en primer lugar que la recesión de 2008 se transmitiera con mayor virulencia no solo por su propia magnitud sino porque la economía nacional estaba más expuesta a los choques externos y, segundo, que, por su peso en el PIB, las exportaciones aparecen como el mecanismo de transmisión más importante (Mejía et al. 2017).

En 2008, la tasa de crecimiento de las exportaciones mexicanas disminuyó a -1.9%, cuando el año anterior (2007) había sido de 6.9%. En 2009, la caída fue aún más fuerte: las exportaciones disminuyeron en -20.0% respecto al año anterior. En términos absolutos, las exportaciones alcanzaron un valor de 234,557.1 millones de dólares en 2008, y cayeron -21.17% en 2009 (Morales,2022).

Gráfica 3.2. Exportaciones Mexicanas ante Shocks externos (1993-2024)

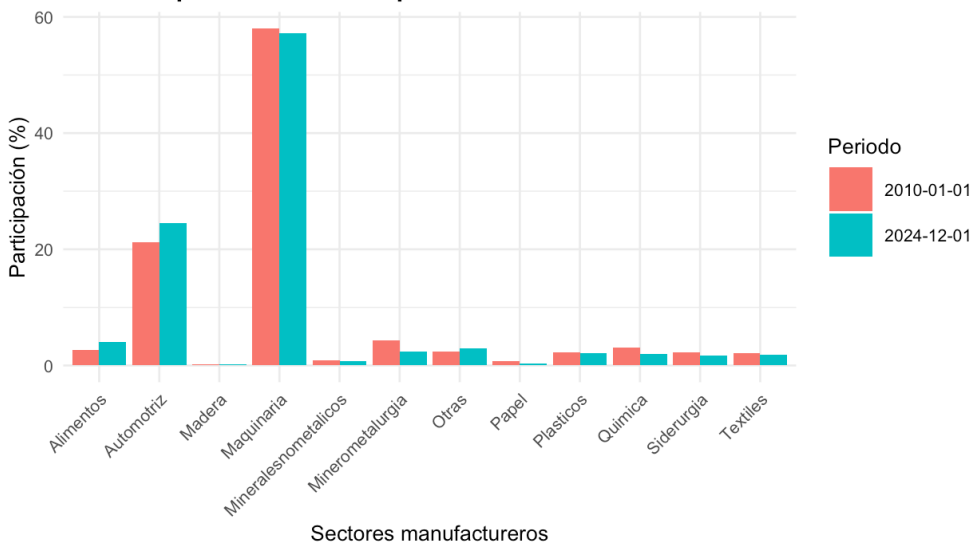


Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, Balanza Comercial de México, (2025). Exportaciones reales de México (sector externo), expresadas en millones de pesos.

La gráfica 3.2 muestra la evolución de las exportaciones mexicanas entre 1993 y 2024, evidenciando una tendencia creciente de largo plazo asociada al proceso de integración

comercial con Estados Unidos. No obstante, esta trayectoria se ve interrumpida por episodios de choques externos relevantes, en particular, durante la crisis financiera global de 2008 se observa una caída pronunciada de las exportaciones, reflejando la fuerte dependencia de la economía mexicana respecto al ciclo económico estadounidense, de manera similar, el choque provocado por la pandemia de COVID-19 en 2020 genera una contracción abrupta, aunque de corta duración, seguida de una rápida recuperación.

Gráfica 3.3 Composición de las exportaciones manufactureras 2010 y 2024



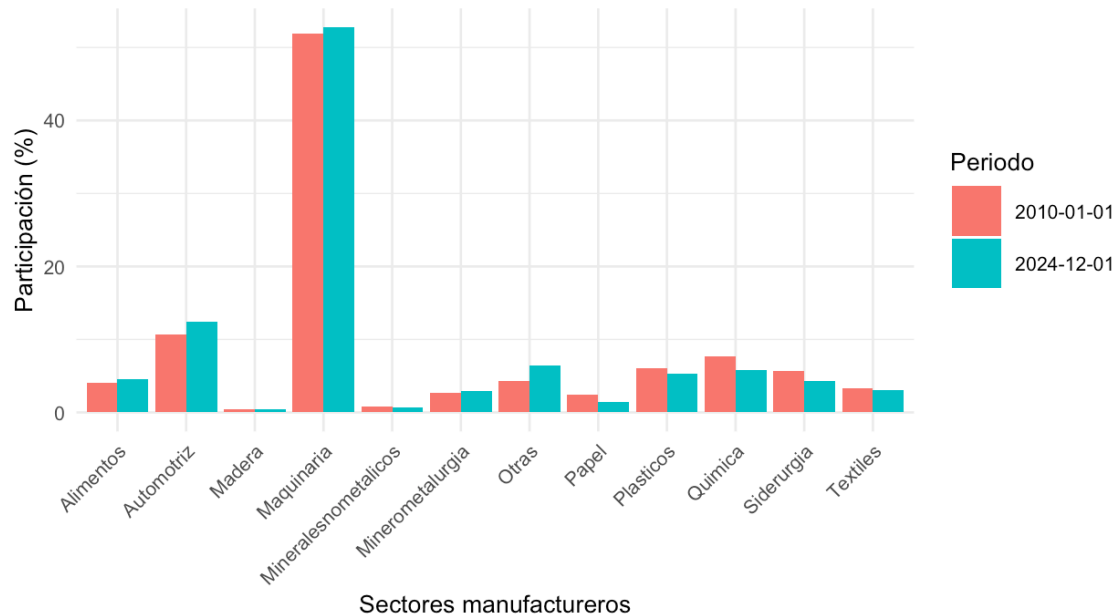
Fuente: Banco de México (2025). Balanza Comercial Manufacturera. Las exportaciones están expresadas en miles de dólares corrientes (valores nominales)

La composición de las exportaciones manufactureras mexicanas muestra una fuerte concentración en el sector de maquinaria durante todo el periodo analizado. En 2010, este sector representaba aproximadamente el 58% de las exportaciones manufactureras, mientras que para 2024 su participación se mantuvo prácticamente estable, aunque con una ligera reducción. Esto refleja la elevada dependencia de la estructura exportadora manufacturera mexicana hacia actividades relacionadas con equipo de transporte, maquinaria y productos vinculados a las cadenas globales de valor, especialmente aquellas integradas con Estados Unidos.

Otro cambio relevante es el incremento de la participación del sector automotriz, el cual pasó de representar alrededor del 21% en 2010 a cerca del 25% en 2024. Este aumento evidencia el fortalecimiento de la industria automotriz mexicana dentro del comercio exterior, impulsado por la integración productiva regional derivada del TLCAN y

posteriormente del T-MEC. En contraste, sectores como minerometalurgia, química y siderurgia muestran una reducción relativa en su participación exportadora, lo que sugiere una mayor especialización del aparato exportador en industrias de mayor integración manufacturera y tecnológica.

Gráfica 3.4. Composición de las importaciones manufactureras 2010 y 2024



Fuente: Banco de México (2025). Balanza Comercial Manufacturera. Las importaciones se expresan en miles de dólares corrientes (valores nominales).

Por otro lado, la composición de las importaciones manufactureras también revela una elevada concentración en el sector de maquinaria, cuya participación aumentó ligeramente entre 2010 y 2024, pasando de aproximadamente 52% a más de 53%. Esto indica que gran parte de las importaciones manufactureras mexicanas se encuentran asociadas a bienes intermedios, componentes y maquinaria utilizados dentro de los procesos productivos nacionales, particularmente en la manufactura orientada a la exportación.

Asimismo, destaca el incremento de la participación del sector automotriz dentro de las importaciones manufactureras, lo que sugiere una creciente dependencia de insumos y componentes importados para sostener la producción exportadora del país. De manera similar, el rubro de “otras manufacturas” incrementó su peso relativo, mientras que sectores como química, siderurgia y textiles redujeron su participación en las importaciones totales. En conjunto, ambas gráficas muestran que tanto las exportaciones

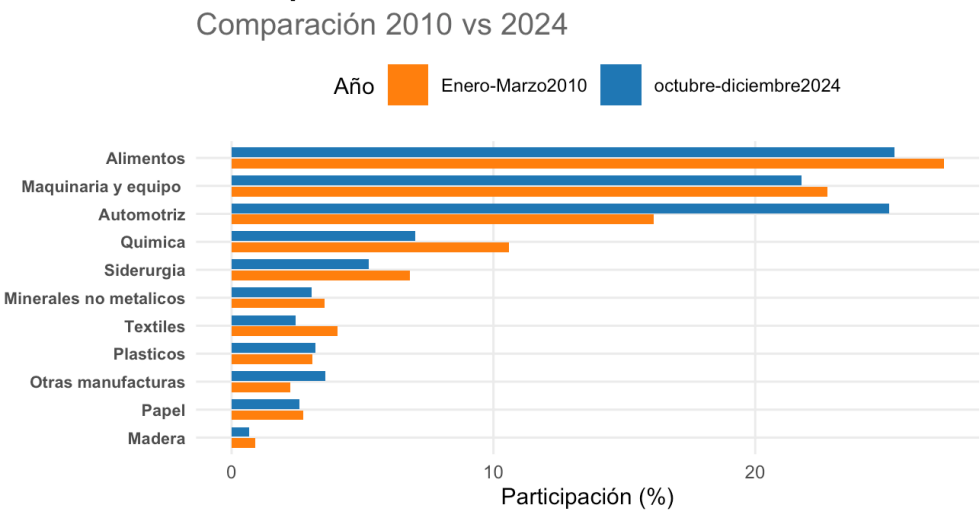
como las importaciones manufactureras mexicanas presentan una estructura altamente concentrada en pocos sectores estratégicos.

Si bien podría pensarse que la estructura de las exportaciones e importaciones manufactureras de México se encuentra poco diversificada debido al predominio de algunos sectores grandes, es importante señalar que incluso los sectores con una menor participación porcentual dentro de la composición exportadora mantienen una relevancia económica considerable por la cantidad de divisas que generan.

Sectores como la industria de la madera, la fabricación de productos minerales no metálicos y la industria del papel, aunque representan una proporción menor respecto a ramas como la automotriz o la maquinaria, continúan aportando montos significativos al comercio exterior mexicano. Por ejemplo, en 2024 la industria del papel registró exportaciones por 35,398,962.0 mil dólares, mientras que la fabricación de otros productos minerales no metálicos alcanzó 4,507,827.0 mil dólares y la industria de la madera generó 8,926,105.0 mil dólares.

Aunque estas cifras no pueden compararse con las de los sectores líderes de la manufactura mexicana, siguen representando montos importantes para la economía nacional, ya que contribuyen a la generación de divisas, al empleo y a la diversificación productiva del país.

Gráfica 3.5. Participación de los sectores en el PIB manufacturero



Fuente: Banco de México, Balanza Comercial Manufacturera (2025); INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México, El Producto Interno Bruto se expresa en millones de pesos constantes con año base 2018.

Nota: Para la construcción de la tabla se realizó una homologación entre las cuentas de exportaciones, importaciones y las cuentas del PIB manufacturero; este procedimiento se describe en el capítulo correspondiente a la aplicación de la Ley de Thirlwall. El sector minero-metalurgia fue excluido debido a que no cuenta con una contrapartida claramente identificable dentro de la clasificación del PIB manufacturero.

El gráfico 3.5 expone una transformación estructural profunda en la manufactura entre 2010 y 2024, evidenciando cómo la matriz industrial se concentró fuertemente en el sector Automotriz, el cual pasó de un tercer lugar con el 16% a disputar el liderazgo absoluto al rozar el 25% de participación. Este acelerado crecimiento contrasta con la pérdida de terreno del sector de los Alimentos, que a pesar de mantenerse en la cima cayó de un dominante 27% a cerca del 25%, y de Maquinaria y equipo, que mostró un ligero retroceso al bajar del 23% al 22%.

En los niveles intermedios de la gráfica, la industria Química sufrió una de las contracciones más severas al descender de más del 10% a poco más del 7%, seguida de la Siderurgia, que disminuyó su peso del 7% al 5%. En cuanto a los sectores menores, la pérdida de competitividad es visible en los Textiles, que cayeron del 4% a un 2.5%, así como en los Minerales no metálicos y el Papel, que redujeron su de por sí baja aportación. Por el contrario, los Plásticos lograron mantenerse estables rondando el 3%, mientras que la categoría de Otras manufacturas fue la única de menor tamaño que logró expandirse, subiendo del 2% a un 3.5%.

Finalmente, la industria de la Madera permaneció al fondo de la tabla como el sector menos relevante, con una presencia marginal que apenas roza el 1% en ambos periodos. En conjunto, el panorama completo demuestra que la economía manufacturera ha dejado de estar distribuida entre industrias diversas para volverse fuertemente dependiente del dinamismo automotriz, alimentario y maquinaria.

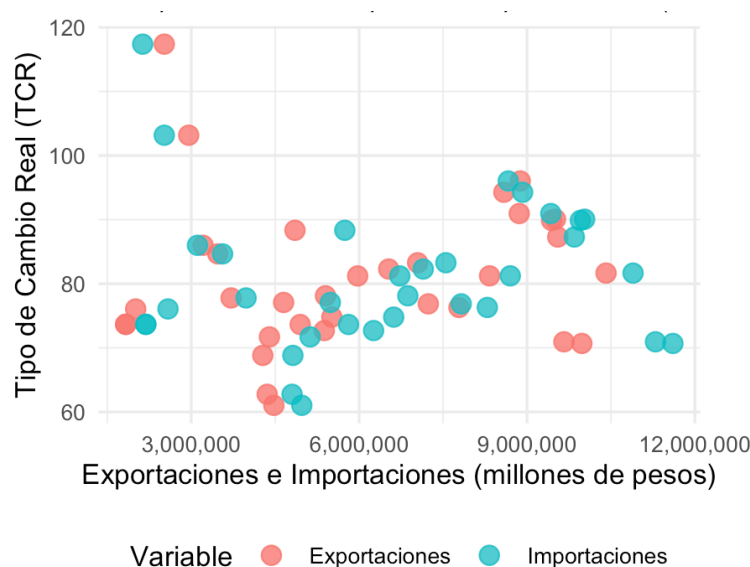
3.3. Tipo de cambio y elasticidades

En este contexto de integración y dependencia de Estados Unidos, las elasticidades precio e ingreso de las exportaciones e importaciones representan parámetros clave para comprender cómo responde la economía mexicana a esos cambios externos. La elasticidad precio mide cuánto varía el volumen comercial ante una variación porcentual en el tipo de cambio real, mientras que la elasticidad ingreso refleja la sensibilidad del comercio frente a cambios en el ingreso del país socio, principalmente Estados Unidos. Además, para que una depreciación del tipo de cambio real tenga un efecto positivo sobre la balanza comercial de México, debe cumplirse la condición de Marshall-Lerner, la cual

establece que la suma absoluta de las elasticidades precio de la demanda de exportaciones e importaciones debe ser mayor que uno.

En otras palabras, si el peso mexicano se deprecia, pero las exportaciones no aumentan lo suficiente o las importaciones no disminuyen significativamente, es decir, si las elasticidades son bajas, entonces la balanza comercial podría incluso deteriorarse en lugar de mejorar. Esto cobra especial relevancia en una economía como la mexicana, altamente integrada con Estados Unidos, donde la estructura del comercio, los contratos a largo plazo y la inserción en cadenas globales de valor pueden limitar la respuesta de los flujos comerciales ante movimientos en el tipo de cambio.

Gráfica 3.6. Relación tipo de cambio real con exportaciones e importaciones (1993-2024)



Fuente: Banco de México (Banxico), tipo de cambio real multilateral; INEGI, sector externo. Las series de exportaciones e importaciones reales de México están expresadas en millones de pesos.

La gráfica 3.6 muestra la relación entre el Tipo de Cambio Real (TCR) y las exportaciones e importaciones reales de México en el periodo 1993–2025. En el eje vertical se representa el TCR donde valores altos implican depreciación del peso y valores bajos implican apreciación, mientras que en el eje horizontal se observan los valores de exportaciones e importaciones en millones de pesos reales. Los puntos en color rojo representan las exportaciones y los de color azul las importaciones.

La gráfica muestra que, aunque el peso se apreció en varios periodos (TCR bajo), no se observa un deterioro importante de la balanza comercial, ya que las importaciones no

aumentaron más que las exportaciones. Esto sugiere que las elasticidades precio de exportaciones e importaciones son moderadas, lo que coincide con la condición de Marshall-Lerner: para que una apreciación o depreciación del tipo de cambio tenga un efecto significativo sobre la balanza comercial, la suma de estas elasticidades debería ser mayor a 1. En el caso mexicano, la balanza comercial se mantiene relativamente estable frente a variaciones del tipo de cambio real.

Estas gráficas son clave para el análisis, ya que refuerzan la pertinencia de la evolución del tipo de cambio en un contexto marcado por tratados comerciales, competencia internacional y choques externos que impactan de forma compleja a la balanza comercial mexicana.

La competitividad puede interpretarse como la capacidad de las empresas de un país para competir contra empresas extranjeras en los mercados internacionales, así como en el mercado interno. Según el FMI (2017), los indicadores de competitividad se pueden dividir en competitividad en precios (comparación entre competidores), competitividad en costos (principalmente costos laborales unitarios) y competitividad no relacionada con el precio (relacionada con la calidad del producto, la diferenciación o la capacidad de aplicar márgenes de beneficio).

En este sentido, las elasticidades del comercio exterior representan una herramienta útil para analizar empíricamente la competitividad internacional de los subsectores manufactureros, ya que permiten evaluar su capacidad de ajuste frente a cambios en el ingreso mundial, variaciones en los precios relativos, movimientos del tipo de cambio real y choques externos como la pandemia de COVID-19.

Bajo esta perspectiva, los subsectores con mayor presencia y participación en las exportaciones suelen ser aquellos que han mostrado una mayor capacidad de adaptación y mejores indicadores de desempeño, reflejados en mayores tasas de crecimiento y una participación más dinámica dentro del comercio exterior manufacturero. Por ello, resulta relevante identificar qué subsectores manufactureros presentan mejores resultados relativos y comprobar si los sectores más desarrollados exhiben indicadores superiores al

resto en términos de crecimiento, participación exportadora y capacidad de ajuste ante cambios en el entorno económico internacional.

3.4. Choques externos y dinámica comercial

Por otro lado, el impacto de la competencia de terceros países en especial China, cuyo comercio con Estados Unidos creció en promedio un 8% anual entre 2010 y 2023, superando en valor total de México en varios sectores también afecta la dinámica de las elasticidades mexicanas, reduciendo la capacidad de respuesta frente a cambios en precios o ingreso externo (OCDE, 2023).

Además de la composición sectorial, la presencia de competencia externa, particularmente de China, ha introducido presiones adicionales sobre las elasticidades de exportación mexicanas. En muchos rubros, China ha desplazado a México como proveedor preferido de productos de bajo costo en el mercado estadounidense. Por ejemplo, las exportaciones chinas de productos electrónicos a EE.UU. alcanzaron más de 126 billones de dólares en 2024, mientras que las mexicanas fueron de alrededor de 95.87 billones. Esto implica una posible pérdida de elasticidad-precio en sectores donde China tiene ventajas estructurales.

Además, los shocks exógenos recientes, como la pandemia de COVID-19, provocaron una caída sin precedentes en el comercio mundial con una contracción del 12.9 % del comercio mundial en 2020 (OMC), además generó una caída súbita del ingreso mundial (PIB) en 2020 del 2,5%, interrumpiendo cadenas de suministro, reduciendo la demanda externa afectando tanto el volumen como las elasticidades comerciales mexicanas de forma sectorial y temporal.

También, la entrada en vigor del T-MEC en 2020 modificó sustancialmente el entorno institucional: se incrementaron los requisitos de contenido regional, se reforzaron las cláusulas laborales y ambientales, y se establecieron nuevos mecanismos de solución de controversias. Todo esto ha afectado la forma en que los distintos sectores exportan, importan y se integran a cadenas globales.

Existe evidencia empírica que sugiere que las elasticidades no son constantes ni homogéneas. Por ejemplo, Gutiérrez, (2021) ha documentado una disminución de la elasticidad-precio de las exportaciones mexicanas en ciertos sectores manufactureros desde mediados de la década pasada, posiblemente debido a la integración en cadenas globales de valor que limitan la respuesta a variaciones en el tipo de cambio. Esto representa un problema, pues si las elasticidades son bajas o negativas, las políticas de tipo de cambio o comercial pueden perder efectividad, dificultando la corrección de desequilibrios externos y afectando la estabilidad macroeconómica.

A nivel sectorial, la heterogeneidad es notoria. El sector automotriz, que representa cerca del 31.4 % de las exportaciones totales mexicanas en 2024, muestra una elevada dependencia de insumos importados, lo que modera la elasticidad-precio agregada, mientras que sectores agroalimentarios han mostrado elasticidades diferentes y mayor sensibilidad a shocks climáticos y sanitarios. Esta diversidad hace que un análisis agregado de elasticidades pueda resultar insuficiente para la formulación de políticas eficaces.

Con el fin de cumplir el objetivo de la investigación, consistente en identificar los determinantes de las elasticidades de exportación e importación de los principales productos manufactureros comerciados por México con Estados Unidos a nivel subsectorial, así como evaluar su nivel de competitividad y resiliencia durante el periodo 2010-2024, se incorporarán como variables explicativas el ingreso, los precios relativos, el tipo de cambio real bilateral México-Estados Unidos, el tipo de cambio real efectivo respecto a 111 países, la pandemia de COVID-19 y la entrada en vigor del T-MEC. Asimismo, en el caso de las exportaciones, se incluirá una variable que capture la exposición de Estados Unidos al comercio con China, con el propósito de analizar el efecto de los cambios estructurales y de los shocks externos sobre el comportamiento de las elasticidades comerciales de los distintos subsectores manufactureros.

Capítulo 4. Elasticidades de las manufacturas a nivel desagregado: análisis con panel de datos

4.1. Introducción

Los determinantes de las elasticidades de exportación e importación de la industria manufacturera mexicana han sido estudiados desde distintos enfoques metodológicos; en general, la mayoría de los trabajos han utilizado modelos de series de tiempo. No obstante, para la presente tesis, y con el fin de cumplir los objetivos y contrastar las hipótesis planteadas, se emplearán técnicas econométricas de datos de panel. La elección de esta metodología se justifica por las características de la información disponible en la base de las naciones unidas Trade Map, la cual para el periodo 2010–2024 se encuentra únicamente con periodicidad anual, pero presenta la ventaja de ofrecer estadísticas de exportaciones e importaciones manufactureras altamente desagregadas por subpartidas del Sistema Armonizado.

La plataforma de Trade Map resulta particularmente adecuada para el análisis del comercio internacional, ya que permite identificar la estructura sectorial de las exportaciones y realizar comparaciones entre distintos países dentro de un mismo mercado de destino. Por lo que el uso de datos de panel permite aprovechar simultáneamente la dimensión temporal y la dimensión sectorial de las subcuentas analizadas, lo que incrementa la variabilidad de los datos y mejora la capacidad del modelo para identificar relaciones entre las variables.

4.2. Especificación del modelo

Se optó por la selección de las quince subcuentas manufactureras más importantes de exportación e importación entre México y EUA. Esta decisión fue porque estos subsectores concentran una parte sustancial del valor total exportado e importado, por lo que capturan la dinámica central del comercio manufacturero entre México y Estados Unidos y México y el resto del mundo (importaciones) además de que al centrarse en los sectores más importantes se reduce el ruido estadístico asociado a subcuentas con valores de comercio muy reducidos o intermitentes.

Las elasticidades de importación y exportación se calcularon a partir de los siguientes modelos:

$$X = f(I, P, TCRB, T - MEC, China - Usa, COVID19) \quad (4.1)$$

$$M = f(I *, P *, TCRM, T - MEC, COVID19) \quad (4.2)$$

Donde X son las exportaciones totales por subsectores manufacturo hacia Estados Unidos, M son las importaciones totales por subsectores hacia México del resto del mundo, I es el ingreso de estados unidos, I * es el ingreso de México, P es la elasticidad precio de las exportaciones, P * es la elasticidad precio de las importaciones, TCRB es la elasticidad del tipo de cambio real bilateral, TCRM es la elasticidad del tipo de cambio real multilateral respecto a 111 países, T – MEC Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá, , COVID19 es el el coronavirus SARS-CoV-2 y por último China – Usa es la exposcion comercial de las mismas 15 subcuentas manufactureras de China hacia Estados Unidos.

Aplicando logaritmos a las variables, la especificación de los modelos queda como:

Modelo de exportaciones

$$\ln X_{it} = \alpha_i + B_1 \ln P_{it} + B_2 \ln PIB_t^{USA} + \beta_3 \ln TCRB_t + B_4 TMEC_t + B_5 EC_t^{USA-CHN} + B_6 COVID_t + u_{it} \quad (4.3)$$

Donde:

$\ln X_{it}$ = representa el logaritmo natural de las exportaciones reales del subsector i en el año t

α_i = intercepto específico por subsector.

B_1 = es el parámetro que mide la elasticidad precio de las exportaciones

B_2 = representa la elasticidad ingreso, capturando la sensibilidad de las exportaciones ante variaciones en el PIB de USA

B_3 = representa la elasticidad del tipo de cambio real bilateral

B_4 = mide el efecto promedio asociado a la entrada en vigor del TMEC (variable dicotómica).

B_5 = cuantifica el impacto de la exposición comercial de Estados Unidos frente a China sobre las exportaciones mexicanas del subsector i

B_6 = captura el efecto del shock asociado a la pandemia de COVID-19.

u = termino de error que recoge perturbaciones no observadas que varían por sector y tiempo

Modelo de importaciones

$$\ln M_{it} = \alpha_i + B_1 \ln P_{it} + B_2 \ln PIB_{it}^{MEX} + B_3 \ln TCRM_4 + TMEC_t + B_5 COVID_t + u_{it} \quad (4.4)$$

donde:

$\ln M_{it}$ = representa el logaritmo natural de las importaciones reales del subsector i en el año t

α_i = intercepto específico por subsector.

B_1 = es el parámetro que mide la elasticidad precio

B_2 = representa la elasticidad ingreso, capturando la sensibilidad de las importaciones ante variaciones en el PIB de México.

B_3 = representa la elasticidad del tipo de cambio real multilateral de México con respecto a 111 países.

B_4 = mide el efecto promedio asociado a la entrada en vigor del TMEC (variable dicotómica).

B_5 = captura el efecto del shock asociado a la pandemia de COVID-19.

u = termino de error que recoge perturbaciones no observadas que varían por sector y tiempo

Las variables (a excepción de la dicotómica) se expresan en logaritmos naturales, ya que esto ofrece varias ventajas metodológicas, se estabiliza la varianza, reduciendo problemas de heterocedasticidad que podrían afectar la consistencia de los estimadores; se convierten relaciones multiplicativas en aditivas, facilitando la interpretación de los coeficientes como elasticidades porcentuales, además, suaviza las diferencias de escala entre variables y contribuye a ¹aproximar una distribución más cercana a la normal, lo cual es un supuesto importante para muchas técnicas econométricas. Por estas razones, el uso de logaritmos naturales mejora la robustez y la interpretabilidad de los resultados del modelo.

¹ Nota: En un modelo de datos de panel, los subíndices i y t se utilizan para identificar las dos dimensiones de la información. El índice i representa a las unidades de corte transversal, como pueden ser países, estados, empresas o sectores, es decir, los distintos individuos del panel. Por su parte, el índice t denota la dimensión temporal, es decir, los periodos de tiempo (años, trimestres, meses) en los que se observa a cada unidad.

4.3. Descripción de las variables

1.- Exportaciones e importaciones manufactureras. (X_t, M_t)

Para incorporar las variables relacionadas con China y el T-MEC, se realizó una correspondencia entre las cuentas del Sistema Armonizado de Trade Map y los sectores utilizados por el Banco de México, empleando esta equivalencia como proxy para el análisis sectorial. Esta metodología de datos de panel permitió construir un índice de competencia de China y evaluar si este afectaba las elasticidades de las exportaciones mexicanas.

Tabla 4.1. Correspondencia entre Trade map y el Banco de México

No	Cuentas sistema armonizado (trade map)	Correspondencia Cuentas sectoriales (Banco de Mexico)
1	Vehículos distintos de ferrocarril	A*Total, Automotrices
2	Reactores nucleares, calderas, maquinaria y aparatos mecánicos	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo
3	Máquinas y aparatos eléctricos	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo
4	Instrumentos ópticos, médicos, fotografía	E. Química, fotografía, óptica y relojería
5	Muebles	K. Otras industrias manufactureras / parcialmente Industria de la madera
6	Plásticos y productos de los mismos	F. Productos plásticos y de caucho
7	Productos de hierro o acero	H. Siderurgia / parcialmente J
8	Hierro y acero	H. Siderurgia
9	Prendas de vestir y accesorios	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero
10	Artículos diversos de metales comunes	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo
11	Vidrio y artículos de vidrio	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos
12	Aluminio y manufacturas de aluminio	I. Minerometalurgia
13	Azúcares y artículos de confitería	Agropecuaria y Agroindustrial, Alimentos, Bebidas y Tabaco
14	Caucho y manufacturas de caucho	F. Productos plásticos y de caucho
15	Juguetes, juegos y artículos para deportes	K. Otras industrias manufactureras

Las exportaciones se entienden como aquellos bienes que han sido producidos y transformados dentro del país, incorporando valor agregado nacional a través del uso de trabajo, capital y procesos productivos locales, aun cuando parte de sus insumos sea de origen importado. En este sentido, dichas exportaciones no corresponden a reexportaciones, ya que estas últimas se refieren a bienes de origen extranjero que son importados y posteriormente exportados sin experimentar una transformación productiva sustancial en la economía nacional.

Las importaciones se entienden como aquellos bienes que son producidos en el extranjero y adquiridos por los residentes de un país para su consumo final, para su utilización como

insumos intermedios en los procesos productivos o como bienes de capital dentro de la economía nacional. Las importaciones constituyen la entrada de mercancías provenientes del resto del mundo que son incorporadas a la actividad económica interna, ya sea para satisfacer la demanda de los consumidores o para integrarse en las cadenas productivas nacionales, contribuyendo así al funcionamiento del sistema productivo doméstico.

El uso de valores monetarios en dólares para estimar la elasticidad-precio tanto de exportaciones como de importaciones puede generar problemas de identificación, ya que las variaciones observadas en el valor exportado reflejan simultáneamente cambios en precios y cantidades. Al no separar ambos efectos, la elasticidad estimada puede estar sesgada, pues un aumento en el valor en dólares podría deberse a un incremento en el precio, en la cantidad exportada, o en ambos. Por esta razón, para una correcta interpretación económica de la elasticidad-precio, resulta preferible trabajar con cantidades aproximadas, que permiten aislar de manera más precisa la respuesta de los volúmenes comercializados ante cambios en los precios.

Para deflactar las exportaciones se utilizó el índice de Precios de Importación (NAICS) de la Manufactura como proxy del nivel general de precios de las manufacturas, dado que refleja la evolución de los precios de importación del sector manufacturero de Estados Unidos y es consistente con la clasificación SCIAN empleada en el análisis sectorial.

En el caso de las importaciones manufactureras, la serie utilizada se encuentra expresada en valores nominales. Idealmente, para estimar elasticidades de demanda se deberían emplear variables en términos reales mediante la utilización de un índice de precios específico del comercio exterior o del sector manufacturero. Sin embargo, para el caso de México no existe un índice de precios anual que permita deflactar de manera consistente las importaciones manufactureras a nivel subsectorial durante todo el periodo de estudio.

Debido a esta limitación estadística, las importaciones se utilizan en valores corrientes. No obstante, el modelo econométrico incorpora explícitamente una variable de precios y de tipo de cambio real, lo cual permite capturar parcialmente los efectos de variación de precios sobre el comercio exterior. De esta manera, se mitiga el posible sesgo derivado del uso de valores nominales, permitiendo mantener la consistencia en la estimación de las elasticidades.

Las 15 cuentas de exportación e importación seleccionadas se presentan en las tablas 4.2 y 4.3

Tabla 4.2. Productos manufactureros exportados a EUA con mayor participación en el total durante el periodo 2010-2024.

Numero	Sector
1	Vehículos distintos de los de ferrocarril o tranvía, y sus partes y accesorios
2	Reactores nucleares, calderas, maquinaria y aparatos mecánicos; sus partes
3	Máquinas y aparatos eléctricos, y sus partes; grabadores y reproductores de sonido, aparatos de televisión
4	Instrumentos y aparatos ópticos, fotográficos, cinematográficos, de medida, control, precisión, médicos o quirúrgicos
5	Muebles; ropa de cama, colchones, bases para colchones, cojines y otros enseres acolchados similares
6	Plásticos y productos de los mismos
7	Productos de hierro o acero
8	Hierro y acero
9	Prendas de vestir y accesorios de vestir, no tejidos ni de punto
10	Artículos diversos de metales comunes
11	Vidrio y artículos de vidrio
12	Aluminio y manufacturas de aluminio
13	Azúcares y artículos de confitería (dulces)
14	Caucho y manufacturas de caucho
15	Juguetes, juegos y artículos para deportes; sus partes y accesorios

Fuente: Trade Map.(2024)

Nota: Las exportaciones están expresadas en miles de dólares estadounidenses y fueron seleccionadas a dos dígitos, todos los productos pertenecen a la rama de la manufactura., La estructura de las exportaciones manufactureras mexicanas hacia Estados Unidos presenta una alta concentración en un reducido número de sectores. Destaca el capítulo de vehículos y sus partes, que representa el 34.14 % del total exportado, seguido por reactores nucleares, calderas, maquinaria y aparatos mecánicos con 26.33 %, y máquinas y aparatos eléctricos con 21.78 %. En conjunto, estos tres capítulos concentran aproximadamente el 82.25 % de las exportaciones manufactureras analizadas, lo que evidencia el predominio de las industrias automotriz, de maquinaria y equipo, y electrónica en la integración comercial de México con Estados Unidos. El resto de los productos presenta una participación considerablemente menor, destacando los instrumentos ópticos y médicos (5.70 %) y los muebles (3.19 %), mientras que los demás capítulos representan individualmente menos del 2.1 % del total exportado.

Las cuentas de Importación son las siguientes:

Tabla 4.3. Productos manufactureros importados a México con mayor participación en el total durante el periodo 2010-2024.

Numero	Sector
1	Máquinas, aparatos y material eléctricos, y sus partes; grabadores y reproductores de sonido, aparatos de televisión
2	Reactores nucleares, calderas, maquinaria y aparatos mecánicos; sus partes
3	Vehículos, excepto los del material rodante ferroviario o de tranvía, y sus partes y accesorios
4	Plásticos y sus manufacturas
5	Instrumentos y aparatos ópticos, fotográficos, cinematográficos, de medición, verificación, de precisión, médicos o quirúrgicos
6	Muebles; ropa de cama, colchones, somieres, cojines y artículos similares de relleno
7	Manufacturas de hierro o acero
8	Productos químicos diversos
9	Papel y cartón; manufacturas de pulpa de papel, de papel o de cartón
10	Caucho y sus manufacturas
11	Aluminio y sus manufacturas
12	Productos farmacéuticos
13	Cobre y sus manufacturas
14	Productos químicos inorgánicos; compuestos orgánicos o inorgánicos de metales preciosos, de metales de tierras raras, etc.
15	Hierro y acero

Fuente: Trade Map (2024)

Nota: Las importadas están expresadas en miles de dólares estadounidenses y fueron seleccionadas a dos dígitos, todos los productos pertenecen a la rama de la manufactura. La estructura de las importaciones manufactureras también presenta una elevada concentración en un reducido número de capítulos. Destacan las máquinas, aparatos y material eléctricos, que representan el 27.27

% del total importado, seguidas por reactores nucleares, calderas, maquinaria y aparatos mecánicos con 24.65 %, y vehículos y sus partes con 14.72 %. En conjunto, estos tres capítulos concentran aproximadamente el 66.64 % de las importaciones manufactureras analizadas, lo que refleja la fuerte dependencia de la industria mexicana de insumos, componentes y bienes de capital vinculados con los sectores eléctrico, mecánico y automotriz. El resto de los productos registra una participación considerablemente menor, destacando los plásticos (7.21 %), el hierro y acero (4.55 %) y los instrumentos ópticos y médicos (4.16 %), mientras que los demás capítulos representan individualmente menos del 2.5 % del total importado.

2.- Ingreso Externo e Ingreso Interno (PIB*, PIB)

Como proxy del ingreso externo se utiliza el Producto Interno Bruto real de Estados Unidos, obtenido de la base de datos de la Federal Reserve Bank of St. Louis a través de la serie Real Gross Domestic Product (GDPC1). Esta variable mide el valor total de los bienes y servicios finales producidos en la economía estadounidense, ajustado por inflación y expresado en miles de millones de dólares encadenados con año base 2017. El PIB real se utiliza como indicador del nivel de actividad económica o ingreso agregado de Estados Unidos, que representa el principal determinante de la demanda de exportaciones.

Como proxy del ingreso interno se utiliza el Producto Interno Bruto real de México, base 2018, obtenido del sistema del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) dentro del apartado de Cuentas Nacionales de México. Esta variable mide el valor total de los bienes y servicios finales producidos en la economía mexicana, ajustado por inflación y expresado en miles de millones de pesos encadenados con año base 2018. El PIB real se utiliza como indicador del nivel de actividad económica o ingreso agregado del país, que representa un determinante fundamental de la demanda de importaciones, dado que un mayor nivel de producción e ingreso tiende a incrementar la adquisición de bienes intermedios, de capital y de consumo provenientes del exterior.

3.- Precios (P_t)

Se utilizaron índices de precios obtenidos de la base de datos FRED (Federal Reserve Economic Data), los cuales fueron emparejados con cada subcuenta de exportación de acuerdo con su clasificación sectorial. Esta fuente fue seleccionada por su disponibilidad, cobertura temporal y nivel de desagregación, permitiendo una correspondencia consistente entre los bienes exportados y sus respectivos indicadores de precios.

Ante la ausencia de series completas para algunos sectores, se emplearon índices de importación como variables proxy. En particular, para hierro y acero (HS-72) se utilizó el índice de manufacturas de hierro y acero (HS-73); para vidrio y artículos de vidrio (HS-70), el índice agregado de piedra, yeso, cemento, cerámica y vidrio; y para azúcares y confitería (HS-17), el índice de alimentos, bebidas y forrajes. Estas sustituciones permitieron mantener la consistencia temporal del panel y evitar la pérdida de observaciones.

Tabla 4.4. Índices de precios de exportaciones

Numero	Precio
1	Vehículos distintos del material rodante ferroviario o de tranvía, y sus partes y accesorios.
2	Reactores nucleares, calderas, maquinaria y aparatos mecánicos; sus partes.
3	Máquinas, aparatos y material eléctricos y sus partes; grabadores y reproductores de sonido, grabadores y reproductores de imagen y sonido de televisión, y partes y accesorios de estos aparatos
4	Instrumentos y aparatos ópticos, fotográficos, cinematográficos, de medición, verificación, precisión, médicos o quirúrgicos; sus partes y accesorios
5	Muebles; ropa de cama, colchones, bases para colchones, cojines; lámparas y aparatos de alumbrado no especificados en otra parte; letreros luminosos y similares; construcciones prefabricadas
6	Plásticos y sus manufacturas
7	Manufacturas de hierro o acero
8	Manufacturas de hierro o acero
9	Prendas y accesorios de vestir, no tejidos ni de punto
10	Manufacturas diversas de metal común
11	Artículos de piedra, yeso, cemento, amianto, mica o materiales similares; productos cerámicos; vidrio y artículos de vidrio.
12	Aluminio y sus manufacturas
13	alimentos, bebidas y forrajes
14	Caucho y sus manufacturas
15	Juguetes, juegos y artículos para deporte; sus partes y accesorios

Fuente: FRED (2024)

Por el lado de la elasticidad precio de las importaciones se utiliza como variable proxy el Índice General de Precios de las Importaciones en dólares, publicado por el Banco de México. La elección de este indicador responde a la ausencia de índices de precios de importación desagregados por sector para todas las categorías analizadas. Este índice refleja la evolución agregada de los precios de los bienes importados por México y, al estar expresado en dólares al igual que los datos de importaciones utilizados en el modelo permite mantener consistencia en la unidad de medida y evitar distorsiones derivadas de la conversión cambiaria. De esta forma, el indicador se emplea como aproximación al comportamiento de los precios de las importaciones que enfrentan los distintos sectores analizados.

4.- Tipo de cambio real bilateral y respecto a 111 países ($TCRB_t$)

Se utilizó el tipo de cambio real bilateral México-Estados Unidos, el cual mide la evolución del tipo de cambio nominal ajustado por los niveles de precios relativos entre ambos países.

Es publicado por el Banco de México (2025) y se expresa como un índice sin unidades con base 1990, el índice refleja la variación del poder adquisitivo relativo entre las monedas de ambos países. Un aumento en el índice indica una depreciación real del peso mexicano frente al dólar estadounidense, lo que implica una mayor competitividad de los bienes producidos en México respecto a los de Estados Unidos. Por el contrario, una disminución del índice representa una apreciación real del peso, encareciendo relativamente los bienes nacionales frente a los extranjeros.

Para el cálculo de la elasticidad tipo de cambio de las importaciones se utiliza el tipo de cambio real multilateral, que considera la evolución del peso mexicano frente a una canasta de 111 países socios comerciales relevantes. Este índice ajusta el tipo de cambio nominal por los niveles de precios relativos entre México y cada uno de estos países, ponderando según la participación de cada socio en las importaciones totales. Su uso es particularmente adecuado para las importaciones, ya que los bienes adquiridos por México provienen de múltiples países y no únicamente de Estados Unidos; así, un tipo de cambio bilateral no reflejaría adecuadamente la variación en los precios relativos y la competitividad internacional de los productos importados, un aumento en el índice indica una depreciación real del peso frente a la canasta de monedas extranjeras, encareciendo las importaciones y reduciendo su demanda, mientras que una disminución representa una apreciación real, abaratando los bienes importados.

5.- T-MEC

La variable T-MEC se utilizará en los dos modelos tanto de exportaciones como de importaciones, esta se incorpora como una variable dummy en el análisis para capturar los efectos de la entrada en vigor del tratado entre México, Estados Unidos y Canadá sobre el comercio y la economía mexicana. Esta variable toma el valor de 1 a partir de 2020, cuando el T-MEC entró en vigor, y 0 en los años anteriores, permitiendo identificar cambios estructurales o efectos discontinuos en las series de exportaciones e importaciones. De esta manera, la dummy del T-MEC sirve para evaluar cómo la implementación del tratado pudo haber modificado la dinámica de las relaciones comerciales.

6.- COVID 19

Se utilizará para los dos modelos, tanto el de exportación como el de importación, el índice de severidad de COVID-19 publicado por Oxford (2021). Este índice, que va de 0 a 100, mide la severidad de las políticas de contención aplicadas por los gobiernos durante la pandemia. Su cálculo se basa en nueve indicadores ordinales: cierre de escuelas (C1), cierre de lugares de trabajo (C2), cancelación de eventos públicos (C3), restricciones a reuniones privadas (C4), cierre de transporte público (C5), órdenes de quedarse en casa (C6), restricciones a viajes internos (C7), restricciones a viajes internacionales (C8) y campañas de información pública (H1). Cada indicador se codifica según el nivel de restricción aplicado y según si la medida es general o específica; después, se normaliza en una escala 0–100 y se obtiene un promedio simple, ya que todos los elementos tienen el mismo peso.

El índice de severidad es útil para analizar el shock en el comercio internacional porque captura el grado de restricción económica y movilidad que impusieron los gobiernos durante la pandemia, condiciones que afectaron directamente la producción, el transporte, las cadenas globales de suministro y la demanda externa. Medidas como el cierre de lugares de trabajo, restricciones a la movilidad interna, suspensión del transporte público y cierre de fronteras (todas incluidas en el índice) reducen la capacidad productiva de los países, interrumpen la logística internacional y encarecen o imposibilitan el flujo de bienes.

El índice de severidad del COVID presenta tres versiones:

- a) El Stringency index (non-vaccinated) mide las restricciones aplicadas únicamente a la población no vacunada,
- b) El Stringency index (vaccinated) refleja las restricciones para la población vacunada — que en muchos países fueron menores a partir de 2021
- c) El Stringency index (weighted average) es un promedio ponderado según la proporción de población vacunada en cada periodo, representando así la restricción efectiva promedio en toda la economía.

Para el modelo de datos de panel se utiliza el indicador weighted average, ya que las exportaciones e importaciones responden a la actividad económica agregada y a las condiciones generales de producción, logística y demanda, por lo que este indicador captura de mejor manera el impacto macroeconómico total de las medidas sanitarias. En este sentido, un aumento en el nivel de severidad permite observar cómo el choque sanitario se traduce en un choque real sobre las exportaciones e importaciones, lo que posibilita vincular la intensidad de las restricciones con la caída del comercio internacional durante 2020, 2021 y 2022.

7.-China

En este estudio se construyó un índice de competencia china en el mercado estadounidense utilizando información proveniente de la base de datos de comercio internacional de Trade Map. Esta fuente fue seleccionada debido a que permite obtener datos detallados de comercio bilateral por subpartida del sistema armonizado, lo cual resulta fundamental para comparar la estructura exportadora de distintos países dentro de un mismo mercado. El procedimiento consistió, en primer lugar, en identificar las quince subcuentas manufactureras con mayor valor de exportación de México hacia Estados Unidos. Posteriormente, para mantener la comparabilidad sectorial, se recopilieron los datos de exportación de China hacia Estados Unidos correspondientes exactamente a esas mismas quince subcuentas. La utilización de estas categorías específicas permite analizar la competencia directa entre ambos países en aquellos segmentos donde la presencia exportadora mexicana es más relevante.

A partir de esta información se construyó un índice que mide la participación de China en el mercado estadounidense para cada una de dichas subcuentas. En particular, se calculó el porcentaje que representan las exportaciones chinas hacia Estados Unidos dentro del total de importaciones estadounidenses de cada subcuenta. De esta manera, el indicador captura el grado de penetración de China en los mismos mercados en los que compete México.

Este índice se incorpora únicamente en el modelo de elasticidad de las exportaciones, ya que es en este ámbito donde la competencia internacional resulta más relevante. En particular, permite capturar el efecto que tiene la presencia de China en el mercado estadounidense, principal destino de las exportaciones mexicanas, lo cual puede afectar

la participación de México al intensificar la competencia en determinados sectores manufactureros.

4.4. Pruebas de especificación

Con el fin de determinar la especificación de panel que mejor se ajusta a la información disponible, se aplican diversas pruebas de diagnóstico, las cuales permiten seleccionar entre un modelo agrupado, un modelo de panel con efectos fijos o uno con efectos aleatorios.

4.4.1. Prueba de Hausman

El estadístico de Hausman fue propuesto por el economista estadounidense Jerry A. Hausman (1978). Este estadístico permite evaluar la consistencia del estimador de efectos aleatorios frente al de efectos fijos, el cual se asume consistente, con el fin de determinar la especificación de panel más adecuada.

Nuestro modelo es el siguiente

$$y_{it} = \alpha + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \dots + \beta_k x_{kit} + u_i + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente

$x_{j,it}$ con $j = 1, \dots, k$ representan las k variables explicativas del modelo

β_j son parámetros asociados a cada variable explicativa

u_i captura el efecto individual no observado constante en el tiempo

ε_{it} es el término de error idiosincrático

Hipótesis del contraste:

$$H_0 : \mathbb{E}(u_i | X_{it}) = 0 \text{ (no correlación; RE consistente)}$$

$$H_1 : \mathbb{E}(u_i | X_{it}) \neq 0 \text{ (correlación; RE inconsistente)}$$

Estimadores considerados

$\widehat{B}_{FE}$: estimador de efectos fijos, consistente bajo H_0 y H_1

$\widehat{B}_{RE}$: estimador de efectos aleatorios estimado mediante mínimos cuadrados generalizados (MCG), consistente y eficiente solo bajo H_0

Estadístico de Hausman se define como:

$$H = (\widehat{B}_{RE} - \widehat{B}_{FE})' [VAR(\widehat{B}_{FE}) - VAR(\widehat{B}_{RE})]^{-1} (\widehat{B}_{RE} - \widehat{B}_{FE})$$

Bajo la hipótesis nula el estadístico H se distribuye asintóticamente como una chi-cuadrada con K grados de libertad

$$H \sim \chi^2_k$$

Donde k es el número de regresores incluidos en el modelo

Regla de decisión

Si $H > \chi^2_{k,\alpha}$ o p-value $< \alpha$, se rechaza H_0 y se concluye que el estimador de efectos aleatorios es inconsistente, por lo que se prefiere el modelo de efectos fijos

En caso contrario, no se rechaza H_0 y el estimador de efectos aleatorios es apropiado

4.4.2. Contraste de Breusch-Pagan LM

El contraste de Breusch-Pagan para efectos aleatorios en datos de panel fue propuesto por los economistas Trevor S. Breusch y Adrian R. Pagan en 1980. Este test se basa en un estadístico de multiplicador de Lagrange (LM) que permite evaluar si la varianza del componente individual no observado es igual a cero.

El test emplea para evaluar la existencia de efectos aleatorios en el modelo de datos de panel, evalúa si el componente individual u_i introduce correlación entre los errores de una misma unidad a lo largo del tiempo. Si $u_i = 0$ el modelo no presenta efectos aleatorios y puede estimarse como un modelo de datos agrupados

Hipótesis nula

Bajo esta hipótesis se asume que la varianza del efecto individual es nula:

$$H_0: \sigma_u^2 = 0$$

En este caso el término de error se reduce a $w_{it} = \varepsilon_{it}$ por lo que los errores no están correlacionados entre distintos periodos para una misma unidad cumpliéndose que:

$$E(w_{it}w_{is}) = 0 \text{ para } t \neq s$$

Hipótesis alternativa

La hipótesis alternativa permite que el efecto individual sea distinto de cero:

$$H_1: \sigma_u^2 > 0$$

En este caso el término u_i es común a todos los periodos de la unidad i , lo que genera correlación entre los errores a lo largo del tiempo

$$E(w_{it}w_{is}) = \sigma_u^2 \neq 0 \text{ para } t \neq s$$

El contraste se realiza mediante el estadístico del multiplicador de lagrange (LM), si el estadístico resulta significativo, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que el modelo presenta efectos aleatorios; de lo contrario, el modelo de datos agrupados es suficiente.

4.4.3. Prueba F

El fundamento de esta prueba se encuentra en el trabajo del economista Marc Nerlove, quien desarrolló uno de los primeros enfoques econométricos para modelos de efectos fijos en datos de panel.

La prueba F se utiliza para evaluar si la estructura de datos de panel es relevante frente a un modelo de datos agrupados. Su objetivo es determinar si existen diferencias sistemáticas no observadas entre las unidades del panel que justifiquen la inclusión de interceptos específicos.

donde α_1 representa el intercepto específico de cada unidad. La prueba F contrasta si estos interceptos son estadísticamente iguales entre sí, se plantea la hipótesis nula de la siguiente manera:

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_{N-1} = 0$$

Lo que implica que todos los interceptos son iguales y que el modelo se reduce a un modelo de datos agrupados. La hipótesis alternativa establece que al menos uno de los interceptos es distinto, es decir:

$$H_1: \exists_i \text{ tal que } \alpha_i \neq 0$$

El rechazo de H_0 indica que los interceptos difieren entre las unidades y que la heterogeneidad individual es relevante, por lo que resulta apropiado estimar un modelo de datos de panel con efectos fijos.

4.5. Pruebas diagnósticas

4.5.1 Breusch-Pagan

La prueba de heterocedasticidad de Breusch-Pagan fue propuesta por los economistas Trevor S. Breusch y Adrian R. Pagan en 1979. Esta prueba se utiliza para detectar si la varianza del término de error en un modelo de regresión es constante o si depende de las variables explicativas del modelo.

En los modelos econométricos estimados mediante mínimos cuadrados ordinarios, uno de los supuestos clásicos establece que la varianza del término de error debe ser constante para todas las observaciones. Este supuesto se conoce como homocedasticidad y puede expresarse como:

$$\text{Var}(u_{it}) = \sigma^2$$

Donde u_{it} representa el término de error del modelo correspondiente al subsector i en el periodo t . Sin embargo, en aplicaciones empíricas es común que la varianza de los errores dependa de ciertas características de las observaciones, generando heterocedasticidad. Cuando este problema está presente, los estimadores de mínimos cuadrados siguen siendo insesgados, pero los errores estándar resultan inconsistentes, lo que afecta la validez de las pruebas de significancia estadística.²

Primero se obtienen los residuos estimados del modelo $\hat{u}_{it}$, enseguida el estadístico de prueba se obtiene como:

$$LM = nR^2$$

Donde:

n es el número de observaciones

R^2 corresponde al coeficiente de determinación de la regresión auxiliar.

Bajo la hipótesis nula de homocedasticidad, el estadístico de prueba sigue una distribución de chi-cuadrado con k grados de libertad:

² Nota : Aunque ambas pruebas llevan el nombre de Trevor S. Breusch y Adrian R. Pagan y se basan en el principio del multiplicador de Lagrange (LM), se utilizan para evaluar problemas econométricos distintos. La prueba de Breusch-Pagan de heterocedasticidad se emplea para verificar si la varianza del término de error es constante o depende de las variables explicativas del modelo. En cambio, el Breusch-Pagan LM para efectos aleatorios se utiliza en modelos de datos de panel para determinar si existe variación no observada entre las unidades transversales, es decir, si la varianza del componente individual es distinta de cero

$$LM \sim X^{2(k)}$$

Donde k representa el número de variable explicativas del modelo

Hipótesis del contraste

$$H_0: Var(u_{it}) = \sigma^2$$

(existe homocedasticidad)

$$H_1: Var(u_{it}) \neq \sigma^2$$

(existe heterocedasticidad)

Si el valor p asociado al estadístico LM es menor al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe heterocedasticidad en el modelo. En caso contrario, no se encuentra evidencia estadística de varianza no constante en los errores.

4.5.2. Test de Wooldridge

Para verificar la existencia de autocorrelación serial de primer orden en el término de error del modelo de panel, se emplea el test propuesto por Jeffrey M. Wooldridge (2002). Esta prueba es particularmente adecuada para modelos de panel con efectos fijos o aleatorios y permite detectar correlación serial dentro de cada unidad transversal del panel.

El test evalúa si el término de error presenta correlación serial de primer orden, lo cual implica que el error actual depende del error del periodo anterior:

$$\hat{u}_{it} = \rho \hat{u}_{i,t-1} + \varepsilon_{it}$$

Donde ρ mide el grado de autocorrelación serial.

Las hipótesis de contraste son:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

La hipótesis nula establece que no existe autocorrelación serial en los errores, mientras que la hipótesis alternativa indica la presencia de autocorrelación de primer orden. El procedimiento del test consiste en estimar el modelo en primeras diferencias para eliminar los efectos individuales Posteriormente se obtienen los residuos estimados $\hat{u}_{it}$ y se realiza la regresión auxiliar:

$$\hat{u}_{it} = \rho \hat{u}_{i,t-1} + e_{it}$$

El estadístico de prueba se basa en un estadístico F, el cual contrasta la hipótesis de ausencia de autocorrelación serial. Bajo la hipótesis nula, el estadístico sigue una distribución:

$$F(1, N)$$

Donde N corresponde al número de unidades de transversales del panel.

Si el valor p es menor al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe autocorrelación serial en los errores del modelo. En caso contrario, no se encuentra evidencia estadística de autocorrelación.

4.5.3. Prueba de Pesaran para dependencia transversal

En los modelos de datos de panel, uno de los supuestos fundamentales es que los errores sean independientes entre las unidades transversales. Este supuesto implica que los choques que afectan a una unidad del panel no deben afectar simultáneamente a las demás. Formalmente, esta condición puede expresarse como:

$Cov(u_{it}, u_{jt}) = 0$ para $i \neq j$ donde i y j representan distintas unidades del panel y t el periodo de tiempo.

No obstante, en aplicaciones empíricas es frecuente que existan factores comunes o choques macroeconómicos compartidos, los cuales pueden generar correlación entre los errores de las diferentes unidades. En contextos económicos sectoriales, esta dependencia puede surgir debido a vínculos productivos, choques macroeconómicos globales o cambios en las condiciones comerciales internacionales. Para evaluar la existencia de dependencia transversal entre las unidades del panel se utiliza la prueba CD (Cross-section Dependence) propuesta por M. Hashem Pesaran (2004). Este contraste permite determinar si los errores del modelo están correlacionados entre las distintas unidades del panel, lo que podría afectar la validez de los estimadores y de los errores estándar.

Se obtienen los residuos estimados $\hat{u}_{it}$. A partir de estos residuos se calcula el coeficiente de correlación entre cada par de unidades transversales:

$$\hat{\rho}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T \hat{u}_{it} \hat{u}_{jt}}{\sqrt{\sum_{t=1}^T \hat{u}_{it}^2} \sqrt{\sum_{t=1}^T \hat{u}_{jt}^2}}$$

Donde $\hat{\rho}_{ij}$ representa la correlación entre los residuos correspondientes a las unidades i y j. El estadístico de la prueba CD se define como:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N p_{ij}$$

Donde:

N representa el número de unidades transversales de panel

T corresponde al número de periodos

Bajo la hipótesis nula de independencia transversal, el estadístico de prueba converge a una distribución normal estándar:

$$CD \sim N(0,1)$$

Hipótesis del contraste

$$H_0 = Cov(u_{it}, u_{jt}) = 0$$

(no existe dependencia transversal en los errores)

$$H_1 = Cov(u_{it}, u_{jt}) \neq 0$$

(existe dependencia transversal entre las unidades del panel)

Si el valor p asociado al estadístico CD es menor al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe dependencia transversal en los errores del modelo. En caso contrario, no se encuentra evidencia estadística de correlación entre las unidades del panel. La presencia de dependencia transversal sugiere que los errores de distintas unidades pueden estar influenciados por factores comunes no observados, lo cual puede afectar la consistencia de los errores estándar.

4.6. Correcciones de errores

El método de Driscoll y Kraay fue desarrollado por John C. Driscoll y Aart C. Kraay y en 1998. Este enfoque permite obtener errores estándar robustos en modelos de panel, garantizando inferencias confiables aun en presencia de, dependencia transversal (correlación entre las unidades del panel).

$$y_{it} = X_{it}\beta + \varepsilon_{it}, i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T,$$

Donde i representa las unidades de análisis y t los periodos temporales, estimador de la matriz de varianzas-covarianzas de driscoll -kraay se define como:

$$\hat{V}_{DK}(\hat{\beta}) = (X'X)^{-1} \hat{S}_T (X'X)^{-1}$$

El componente $\hat{S}_T$ incorpora la estructura de dependencia temporal mediante:

$$\widehat{S}_T = \widehat{\Omega}^0 + \sum_{j=1}^m w(j, m) (\widehat{\Omega}^j + (\widehat{\Omega}^j)')$$

Donde:

$$\widehat{\Omega}^j = \frac{1}{T} \sum_{t=j+1}^T \widehat{h}_t \widehat{h}_{t-j}', \quad \widehat{h}_t = \sum_{i=1}^N X_{it}' \widehat{\epsilon}_{it}.$$

La función de ponderación $w(j, m) = 1 - \frac{j}{m+1}$ corresponde al kernel de barlett que es una función de ponderación que se usa para asignar pesos a las auto covarianzas de distintos rezagos y m denota el número máximo de rezagos considerado.

Para corregir posibles problemas de heterocedasticidad y autocorrelación dentro de las unidades del panel, se emplean los errores estándar robustos propuestos por Manuel Arellano (1987). El estimador robusto de la matriz de varianzas–covarianzas propuesto por Manuel Arellano se define como:

$$\widehat{V}_{Arellano}(\widehat{B}) = (\widetilde{X}'\widetilde{X})^{-1}(\sum_{i=1}^N X_i' \widehat{v}_i \widehat{v}_i' \widetilde{X}_i)(\widetilde{X}'\widetilde{X})^{-1}$$

Donde $\widetilde{X}_i$ representa la matriz de regresores transformados mediante el procedimiento de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS) para la unidad i y $\widehat{v}_i$ corresponde al vector de residuos asociado a dicha unidad.

4.7. Resultados

4.7.1. Análisis de las elasticidades de las exportaciones

Antes de estimar el modelo de datos de panel para las exportaciones (4.3) se realizaron las pruebas de especificación correspondientes con el fin de determinar la estructura más adecuada para el análisis. En particular, se aplicaron las pruebas estadísticas para evaluar la pertinencia de emplear un modelo de efectos fijos o de efectos aleatorios, garantizando que la estimación seleccionada refleje de manera consistente la heterogeneidad entre los sectores manufactureros analizados.

Tabla 4.5. Pruebas para especificación efectos fijos o aleatorios del modelo de panel de exportaciones

Prueba	Estadístico	Interpretación
F test para efectos individuales	110.27	Rechaza ausencia de efectos individuales
LM test (Breusch–Pagan)	885.57	Rechaza modelo pooled, existen efectos individuales
Hausman	10598	Rechaza efectos aleatorios, se prefieren efectos fijos

La prueba F para efectos individuales rechaza la hipótesis de ausencia de heterogeneidad entre las unidades ($F = 110.27$; $p < 0.001$), lo que indica que el modelo pooled OLS es inadecuado. De manera consistente, la prueba Lagrange Multiplier de Breusch y Pagan también rechaza la inexistencia de efectos individuales ($\chi^2 = 885.57$; $p < 0.001$), confirmando la presencia de heterogeneidad no observable en el panel. Finalmente, la prueba de Hausman rechaza la hipótesis de consistencia del modelo de efectos aleatorios ($\chi^2 = 10598$; $p < 0.001$), evidenciando correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas. En conjunto, estos resultados indican que el modelo de efectos fijos es el estimador más adecuado para el análisis.

La estimación de los modelos 4.3 y 4.4 se realiza mediante modelos anidados, incorporando variables de forma gradual. Primero se analiza el efecto individual de cada variable y posteriormente su efecto conjunto. Esto permite evaluar la estabilidad de los coeficientes, evitar sesgo por omisión de variables y comprobar la robustez de los resultados.

Tabla 4.6. Resultados de la estimación del modelo de panel exportaciones ((X_t) , periodo 2010-2024

Modelos de Exportaciones (X)						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
LnIngreso, PIB	2.258*** (0.267)	1.838*** (0.293)	1.586*** (0.411)	1.591*** (0.412)	1.692* (0.785)	1.742* (0.788)
LnPrecio, P		1.250** (0.391)	1.422** (0.438)	1.371** (0.447)	1.370** (0.448)	1.360** (0.449)
LnTipodecambio, TCB			0.265 (0.303)	0.178 (0.336)	0.134 (0.445)	0.105 (0.446)
LNCOVID				0.031 (0.303)	0.043 (0.098)	0.056 (0.099)
TMEC					-0.027 (0.0179)	-0.041 (0.180)
LNChina						-0.127 (0.155)
Num.Obs	225	225	225	225	225	225
R2	0.254	0.289	0.292	0.293	0.293	0.295
R2 Adj.	0.201	0.235	0.234	0.231	0.228	0.226
Estadístico F	71.26	42.31	28.44	21.35	17	14.26

Nota: La significancia estadística es :

* $p < 0.05$,

** $p < 0.01$,

*** $p < 0.001$

Los valores entre paréntesis corresponden a los errores estándar de los coeficientes estimados

El modelo 6 (M6) se selecciona como la especificación preferida porque representa la forma más completa y teóricamente consistente de la función de exportaciones, al incorporar no solo los determinantes tradicionales como el ingreso y los precios, que se

mantienen estadísticamente significativos y con signos coherentes en todas las especificaciones sino también factores estructurales y choques relevantes como el tipo de cambio, la pandemia (COVID-19), el T-MEC y la competencia de China. Aunque algunas de estas variables adicionales no resultan individualmente significativas, su inclusión es fundamental para evitar sesgos por variables omitidas y garantizar la consistencia de los estimadores. Además, el modelo 6 presenta el mayor poder explicativo ($R^2 = 0.295$) dentro del conjunto de modelos y mantiene significancia global, lo que confirma que, en conjunto, las variables incluidas explican adecuadamente el comportamiento de las exportaciones. Por tanto, su elección se justifica tanto por criterios econométricos como por fundamentos teóricos.

Tabla 4.7. Pruebas de diagnóstico efectos fijos

Prueba	Estadístico	Conclusión
Wooldridge	$F = 0.0321$	No existe autocorrelación serial
Breusch-Pagan	$BP = 3.4728$	No existe heterocedasticidad
Pesaran CD	$z = 2.5287$	Existe dependencia transversal

Las pruebas diagnósticas aplicadas al modelo de efectos fijos muestran que se cumplen varios supuestos clásicos, aunque con una excepción relevante. En primer lugar, la prueba de Wooldridge no encuentra evidencia de autocorrelación serial en los errores ($p = 0.8579$), por lo que se concluye que no existe correlación temporal en los residuos. De igual forma, la prueba de Breusch–Pagan indica ausencia de heterocedasticidad ($p = 0.7476$), lo que sugiere que la varianza de los errores es constante. Sin embargo, la prueba CD de Pesaran revela la presencia de dependencia transversal entre las unidades del panel ($p = 0.01145$), lo que implica que los choques que afectan a una unidad están correlacionados con los de otras, situación común en contextos como el comercio internacional. En consecuencia, aunque no hay problemas de autocorrelación ni heterocedasticidad, la existencia de dependencia transversal hace necesario el uso de errores estándar robustos, como los de Driscoll-Kraay, para garantizar inferencias estadísticas consistentes.

Tabla 4.8. Driscoll-kraay

Variable	Coefficiente	Error estándar	t-valor	p-valor	Significancia
LNingreso	1.741721	0.483253	3.6042	0.000394	***
Lnprecio	1.35952	0.587394	2.3145	0.021636	*
Lntipodecambio	0.105263	0.267357	0.3937	0.694202	
LNCOVIDMEX	0.055712	0.045638	1.2207	0.223594	
TMEC	-0.040846	0.086787	-0.4706	0.638397	
LNCHINA	-0.127163	0.080971	-1.5705	0.117855	

El uso de errores estándar robustos de Driscoll-Kraay no modifica los coeficientes estimados del modelo, ni las medidas de ajuste como el R^2 o los valores predichos, ya que la estimación del modelo permanece intacta. Sin embargo, sí afecta la inferencia estadística, dado que corrige los errores estándar para hacerlos robustos ante problemas de dependencia transversal, autocorrelación y heterocedasticidad. En consecuencia, cambian los errores estándar, los estadísticos t y los p-valores, lo que puede alterar la significancia estadística de las variables explicativas. Por ello, en presencia de dependencia transversal como en este caso resulta fundamental emplear este tipo de corrección para obtener inferencias más consistentes y confiables.

Los resultados del modelo de exportaciones son globalmente significativos ($F = 14.2579$; $p < 0.001$), lo que permite rechazar la hipótesis nula de que los coeficientes son conjuntamente iguales a cero, evidenciando que las variables explicativas contribuyen a explicar el comportamiento de las exportaciones reales.

En un contexto logarítmico (log-log), los coeficientes pueden interpretarse como elasticidades, observándose que las exportaciones manufactureras están principalmente determinadas por el ingreso y los precios. En particular, la elasticidad ingreso es de 1.74 y resulta estadísticamente significativa, lo que implica que un aumento del 1% en el ingreso se asocia con un incremento aproximado de 1.74% en las exportaciones, evidenciando una alta sensibilidad de la demanda externa al crecimiento económico. De igual forma, la elasticidad precio es de 1.36 y también es estadísticamente significativa, sugiriendo que incrementos en los precios se asocian con mayores exportaciones, posiblemente reflejando aumentos en el valor agregado o en los precios internacionales de los bienes.

Por otro lado, variables como el tipo de cambio real, así como factores de choque e institucionales como COVID-19, el T-MEC y la variable asociada a China, no presentan

significancia estadística, lo que indica que sus efectos no pueden distinguirse de cero en el periodo analizado. Finalmente, el modelo presenta un R^2 de 0.295 y un R^2 ajustado de 0.226, lo cual sugiere que aproximadamente el 29.5% de la variación de las exportaciones reales es explicada por las variables incluidas.

4.7.2. Análisis de las elasticidades de las importaciones

Antes de estimar el modelo de datos de panel para las importaciones (4.4) se realizaron las pruebas de especificación correspondientes con el fin de determinar la estructura más adecuada para el análisis. Se aplicaron las pruebas estadísticas para evaluar la pertinencia de emplear un modelo de efectos fijos o de efectos aleatorios, garantizando que la estimación seleccionada refleje de manera consistente la heterogeneidad entre los sectores manufactureros analizados.

Tabla 4.9. Pruebas especificación efectos fijos o aleatorios del modelo de panel de importaciones

Prueba	Estadístico	Interpretacion
F test	1880.9	Existen efectos individuales
LM (Breusch-Pagan)	1549	Se rechaza modelo pooled
Hausman	0	Se prefieren efectos aleatorios

Las pruebas econométricas realizadas indican que el modelo agrupado (pooled OLS) no es adecuado para el análisis. Por un lado, el test F para efectos individuales ($F = 1880.9$; $p < 2.2e-16$) permite rechazar la hipótesis nula de ausencia de efectos individuales, evidenciando la presencia de heterogeneidad no observada entre las unidades del panel. De manera consistente, la prueba LM de Breusch-Pagan ($\chi^2 = 1549$; $p < 0.01$) también rechaza la hipótesis nula, confirmando que es necesario utilizar un modelo de datos de panel en lugar del modelo agrupado. No obstante, el test de Hausman ($\chi^2 \approx 0$; $p = 1$) no rechaza la hipótesis nula de consistencia del estimador de efectos aleatorios, lo que indica que este modelo es preferible frente al de efectos fijos, al ser eficiente y consistente bajo los supuestos del modelo.

El test de Hausman arroja un estadístico χ^2 prácticamente igual a cero con un p-value de 1, lo que indica que no existen diferencias sistemáticas entre los estimadores de efectos

fijos y aleatorios. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de consistencia del modelo de efectos aleatorios, por lo que este resulta el estimador preferido.

Efectos aleatorios

El test de Hausman sugiere la utilización del modelo de efectos aleatorios al no rechazarse la hipótesis nula de no correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas. No obstante, el alto valor del parámetro θ (0.9769) indica que el modelo se aproxima a uno de efectos fijos, lo que sugiere la presencia de heterogeneidad significativa entre unidades. Por ello, los resultados deben interpretarse con cautela y se contrastan con estimaciones de efectos fijos.

Tabla 4.10. Resultados de la estimación del modelo de panel importaciones (M_t), periodo 2010-2024

Modelos de Importaciones (M)					
	M1	M2	M3	M4	M5
LnIngreso, PIB*	2.8382*** (0.144)	1.386*** (0.154)	1.339*** (0.166)	1.707*** (0.237)	1.708*** (0.237)
Lnprecio, P*		1.221** (0.093)	1.273*** (0.115)	0.876*** (0.216)	1.002*** (0.251)
LnTipodecambio, TCRM			0.073 (0.094)	-0.26 (0.18)	-0.284 (0.182)
LNCOVID				0.021* (0.009)	0.029* (0.013)
TMEC					-0.048 (0.048)
Constante	-31.971*** (2.452)	-14.044*** (2.289)	-13.859*** (2.304)	-16.470*** (2.583)	-17.055*** (2.65)
Num.Obs	225	225	225	225	225
R2	0.637	0.798	0.799	0.803	0.804
Estadístico Chisq	390.617	878.59	877.517	897.517	898.683
R2 Adj.	0.635	0.796	0.796	0.8	0.8
Nota: La significancia estadística es : *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001					

Los valores entre paréntesis corresponden a los errores estándar de los coeficientes estimados

El modelo M5 fue seleccionado como la especificación más adecuada, ya que incorpora las variables explicativas teóricamente relevantes y presenta coeficientes con los signos esperados. Asimismo, el modelo mantiene una capacidad explicativa similar a la de las especificaciones más complejas, con un R2 de 0.8 y un estadístico F altamente significativo ($p<0.001$).

Una vez estimados los modelos, se hicieron las pruebas correspondientes (ver tabla 4.11)

Tabla 4.11. Pruebas diagnóstico efectos aleatorios importaciones

Prueba	Estadístico	Interpretacion
Breusch-Godfrey/Wooldridge	66.955	Existe autocorrelación
Breusch-Pagan	0.0504	Homocedasticidad
Pesaran CD	-0.0345	No existe dependencia transversal

Los resultados de las pruebas de diagnóstico indican la presencia de autocorrelación serial en los errores del modelo, ya que la prueba de Wooldridge/Breusch-Godfrey rechaza la hipótesis nula de no autocorrelación ($\chi^2 = 66.955$, gl = 15, $p < 0.001$). En contraste, la prueba de Breusch-Pagan no muestra evidencia de heterocedasticidad (BP = 0.0504, gl = 5, $p = 1$), y la prueba CD de Pesaran no detecta dependencia transversal entre las unidades del panel ($z = -0.0345$, $p = 0.9724$).

En conjunto, estos resultados sugieren que el principal problema del modelo es la autocorrelación, por lo que, para garantizar la validez de la inferencia estadística, se emplean errores estándar robustos de Arellano (1987), los cuales corrigen la varianza de los estimadores permitiendo heterocedasticidad y correlación serial dentro de cada unidad transversal, sin modificar los coeficientes estimados.

Tabla 4.12. Resultados Arellano-Bond importaciones

Variable	Coeficiente	Error estándar	t-valor	p-valor	Significancia
Intercepto	-17.054659	3.712635	-4.5937	7.347e-06	***
LNPIB	1.707978	0.277292	6.1595	3.452e-09	***
Lnprecio	1.002266	0.275934	3.6323	0.0003499	***
ritipodecaml	-0.284374	0.116386	-2.4434	0.0153429	*
LNCovid	0.028631	0.011261	2.5424	0.0116988	*
TMEC	-0.04768	0.045492	-1.0481	0.2957443	

Los resultados del modelo de panel para las importaciones, estimado con errores estándar robustos de Arellano para corregir la presencia de autocorrelación, confirman la solidez de las principales relaciones econométricas y refuerzan la validez de la inferencia estadística. En particular, el PIB constituye el principal determinante de la demanda de importaciones, al presentar una elasticidad ingreso positiva y altamente significativa ($\beta = 1.708$; $p < 0.01$), lo que indica que un incremento de 1% en la actividad económica se asocia con un aumento aproximado de 1.71% en las importaciones manufactureras. De

igual forma, el índice de precios registra un efecto positivo y estadísticamente significativo ($\beta = 1.002$; $p < 0.01$), evidenciando que un incremento en los precios se relaciona con un mayor valor de las importaciones. En contraste, el tipo de cambio real multilateral presenta un coeficiente negativo y significativo ($\beta = -0.284$; $p < 0.05$), resultado consistente con la teoría económica, ya que una depreciación del tipo de cambio encarece los bienes importados y reduce su demanda. Asimismo, la variable asociada a la pandemia de COVID-19 muestra un efecto positivo y significativo ($\beta = 0.029$; $p < 0.05$), lo que sugiere que este evento modificó de manera importante el comportamiento de las importaciones manufactureras durante el período analizado. Finalmente, la variable correspondiente al T-MEC no resultó estadísticamente significativa ($p = 0.296$), por lo que no existe evidencia suficiente para afirmar que la entrada en vigor del acuerdo haya generado un efecto directo sobre las importaciones manufactureras en el horizonte temporal considerado.

4.8. Conclusiones

Los resultados muestran que la presencia de China sí reduce las elasticidades de las exportaciones mexicanas; sin embargo, el efecto es muy pequeño y no resulta estadísticamente significativo. Por ello, puede concluirse que China no representa una disminución importante en la competitividad de México dentro del mercado estadounidense, ya que no está funcionando como un sustituto relevante de los productos mexicanos en Estados Unidos.

Una de las principales explicaciones de este resultado es la guerra comercial entre Estados Unidos y China, la cual ha limitado la penetración de productos chinos en dicho mercado. Asimismo, esta metodología permitió analizar si la entrada en vigor del T-MEC representó un cambio estructural en las elasticidades del comercio exterior mexicano. Los resultados indican que no existió dicho cambio estructural, lo cual puede explicarse porque México ya contaba previamente con un tratado comercial sumamente sólido bajo el TLCAN, además del corto periodo de vigencia del T-MEC, que para los años considerados en esta tesis apenas acumulaba cuatro años de implementación.

A partir de los resultados obtenidos es posible retomar la hipótesis planteada y evaluar el grado en que esta fue corroborada por la evidencia empírica. La hipótesis establecía que

los subsectores con mayor participación en el comercio son los que presentan mayor competitividad y resiliencia frente a los shocks externos (Competencia con China y COVID).

Las estimaciones muestran que los principales determinantes de las exportaciones continúan siendo el ingreso externo y el tipo de cambio real, mientras que la variable construida para medir la competencia de China en el mercado estadounidense no resultó estadísticamente significativa en el modelo de panel. Este resultado sugiere que, durante el período analizado, no existe evidencia suficiente para afirmar que una mayor penetración de las exportaciones chinas en Estados Unidos haya reducido de forma significativa la competitividad de las exportaciones manufactureras mexicanas. En otras palabras, la creciente presencia de China en el mercado estadounidense no implicó necesariamente una pérdida de participación para México en los principales sectores manufactureros considerados.

Este hallazgo puede interpretarse como un indicio de que los sectores manufactureros de mayor relevancia para la economía mexicana han mantenido una posición competitiva relativamente sólida frente a los cambios en el entorno internacional. Factores como la integración de las cadenas regionales de valor en América del Norte, la proximidad geográfica con Estados Unidos, la especialización productiva y las ventajas logísticas derivadas del proceso de integración comercial parecen haber contribuido a preservar la capacidad exportadora de estos sectores, incluso en un contexto caracterizado por importantes perturbaciones externas. Asimismo, aunque la pandemia de COVID-19 representó un shock significativo para el comercio internacional, los resultados indican que sus efectos no fueron suficientes para modificar de manera permanente la competitividad relativa de las exportaciones manufactureras mexicanas.

Capítulo 5. Impacto del tipo de cambio sobre el dinamismo de las manufacturas mediante la condición Marshall-Lerner

5.1. Introducción

Se propone cumplir con el objetivo 2 que es estimar el impacto del tipo de cambio real sobre las elasticidades de exportación e importación a través del método de Marshall Lerner, el cual permite analizar la relación existente entre las variaciones del tipo de cambio peso-dólar y el comportamiento del comercio exterior.

La condición de Marshall-Lerner constituye un criterio fundamental para evaluar la efectividad de las variaciones del tipo de cambio real sobre la balanza comercial, particularmente en economías abiertas, debido a que establece que una depreciación cambiaria solo mejorará la balanza comercial cuando la suma de las elasticidades-precio de las exportaciones e importaciones sea mayor que uno.

En el caso específico del sector manufacturero, la relevancia de la condición de Marshall-Lerner adquiere una dimensión estratégica, dado que este sector se caracteriza por una alta integración a las cadenas globales de valor. El cumplimiento de la condición implica que una depreciación cambiaria puede traducirse en una mejora de la competitividad internacional de las exportaciones manufactureras, incrementando su volumen y contribuyendo positivamente al saldo comercial del sector.

En el caso de México resulta especialmente relevante analizar la condición de Marshall-Lerner de manera desagregada por subsectores manufactureros, ya que los distintos subsectores no reaccionan de forma homogénea ante las variaciones del tipo de cambio real. Algunos subsectores presentan una elevada sensibilidad a las depreciaciones cambiarias debido a su orientación exportadora y a una mayor elasticidad de la demanda externa, mientras que otros muestran respuestas más limitadas como consecuencia de su alta dependencia de insumos importados, (debido a sus vínculos con cadenas globales de valor , menor diferenciación de productos o reducida competitividad internacional.

En economías como la mexicana, donde el sector manufacturero está fuertemente vinculado al comercio exterior especialmente con Estados Unidos la verificación empírica de la condición de Marshall-Lerner resulta clave para entender si las políticas cambiarias pueden ser un instrumento efectivo para mejorar la balanza comercial sectorial.

Por tanto, el análisis de la condición de Marshall-Lerner en el sector manufacturero desagregado por subsectores de manera trimestral, permite identificar cuáles actividades manufactureras poseen mayores ventajas competitivas frente a movimientos cambiarios y cuáles enfrentan restricciones estructurales que limitan los beneficios potenciales de una depreciación de la moneda.

La hipótesis a probar es que, en México, los subsectores manufactureros de exportación más dinámicos, como vehículos y autopartes, presentan mayores elasticidades-ingreso y menor sensibilidad al tipo de cambio real, en comparación con subsectores tradicionales.

5.2. Modelo Econométrico

Para determinar la respuesta de las exportaciones e importaciones a variaciones del tipo de cambio se calcularán las elasticidades-precio de exportación e importación y su suma en valor absoluto para evaluar la condición inversa de Marshall-Lerner, es decir, verificar si una apreciación del peso puede mejorar la balanza comercial. Para ello se estimarán los siguientes modelos:

$$\ln X_t = \alpha_1 + \beta_1 \ln TCR_{tB} + \beta_2 \ln Y_t^* + u_{1t} \quad (5.1)$$

$$\ln M_t = \alpha_2 + \beta_1 \ln TCR_{t,M} + \beta_2 \ln Y_t + u_{2t} \quad (5.2)$$

Donde:

$\alpha_1, \alpha_2 = \text{constantes}$

X_t = Exportaciones reales manufactureras en el tiempo t

M_t = Importaciones reales manufactureras en el tiempo t

TCR_{tb} = Tipo de cambio real bilateral

$TCR_{t,M}$ = Tipo de cambio real

Y_t^* = PIB real de Estados Unidos (ingreso externo)

Y_t = PIB real de México (ingreso interno)

u_{1t}, u_{2t} = Términos de error

Todas las variables están expresadas en logaritmos naturales.

Una vez estimadas las elasticidades precio se verifica si se cumple la condición Marshall Lerner:

$$|\varepsilon_X| + |\varepsilon_M| > 1$$

Esto significa que si la suma de los valores absolutos de las elasticidades-precio de las exportaciones y las importaciones es mayor que uno. Una depreciación del tipo de cambio real podría generar una mejora en la balanza comercial, debido a que la respuesta de las exportaciones e importaciones ante las variaciones cambiarias sería suficientemente elevada.

5.3. Descripción de las variables.

Tabla 5.1. Cuentas de exportación e importación manufactureras seleccionadas

No.	Sector
0	Globales
1	A. Agropecuaria y Agroindustrial, Productos Agroindustriales, Alimentos, Bebidas y Tabaco
2	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero
3	C. Industria de la madera
4	D. Papel, imprenta e industria editorial
5	E. Química, fotografía, óptica y relojería
6	F. Productos plásticos y de caucho
7	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos
8	H. Siderurgia
9	I. Minerometalurgia
10	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo
11	Total. Automotrices
12	K. Otras industrias manufactureras

Nota: El sector J (*Productos metálicos, maquinaria y equipo*) de exportaciones e importaciones se integra por la agregación de diversas subramas del comercio manufacturero, incluyendo maquinaria para la agricultura y ganadería, equipo para transporte y comunicaciones, maquinaria especializada para industrias, productos metálicos de uso doméstico, equipo profesional y científico, así como aparatos eléctricos, electrónicos, ópticos y de relojería

Las exportaciones e importaciones manufactureras por subsector constituyen las variables de comercio utilizadas en el análisis empírico. Estas variables se obtuvieron del sistema estadístico del Banco de México, específicamente del apartado de Balanza de Pagos Balanza Comercial de Mercancías de México, el cual forma parte del sistema de información estadística nacional. (ver tabla 5.1)

La información corresponde a los flujos mensuales de comercio exterior de productos manufacturados, expresados en millones de dólares estadounidenses. En esta tesis se transformaron a periodos trimestrales. Se utilizan datos correspondientes al periodo 2010–2024, los datos fueron deflactados utilizando los índices generales de precios de exportación e importación publicados por el Banco de México, los cuales se encuentran originalmente expresados en dólares y con año base 1980=100. Con el fin de asegurar la consistencia con las demás variables los índices fueron reescalados a la base 2018=100. Para ello, se calculó el promedio anual de los índices correspondientes a 2018 y posteriormente se aplicó una transformación proporcional a toda la serie, dividiendo cada observación entre dicho promedio y multiplicando por 100. Este procedimiento, conocido como cambio de año base (rebasing), no altera la dinámica ni la información económica contenida en las series, sino únicamente su escala de referencia, permitiendo la comparabilidad temporal y la coherencia metodológica del análisis. Posteriormente, las series mensuales fueron agregadas a frecuencia trimestral para hacerlas compatibles las demás variables.

Tipo de cambio real bilateral(TCR_B) y tipo de cambio real multilateral (TCR_M)

Se emplean dos indicadores del tipo de cambio real: el tipo de cambio real bilateral y el tipo de cambio real multilateral. El TCR bilateral se utiliza en el análisis de las exportaciones, debido a que estas se encuentran dirigidas principalmente al mercado estadounidense, por lo que esta medida refleja de manera más precisa la competitividad-precio entre México y su principal socio comercial. En contraste, el TCR multilateral se emplea para el análisis de las importaciones, ya que incorpora la evolución del tipo de cambio frente a una canasta de monedas de los principales socios comerciales de México, proporcionando una medida más representativa del costo relativo de los bienes importados. Estas variables ya fueron desarrolladas en la sección metodológica correspondiente al modelo de datos de panel (capítulo 4) por lo que en este apartado se omite una explicación más detallada.

Producto interno bruto mexicano (Y_t) y Producto Interno Bruto Estados Unidos (Y_t^*)

Cabe señalar que estas variables son, utilizadas en frecuencia trimestral, ya han sido descritas (capítulo 4) por lo que se omite su explicación detallada en este apartado.

5.4. Pruebas a las variables

Dado que se trata de un análisis de series de tiempo antes de estimar las elasticidades es necesario verificar si una serie es estacionaria (I(0)) o tiene raíz unitaria (I(1)), es decir, si su media y varianza son constantes a lo largo del tiempo.

Si la serie es I (1), se puede diferenciar para hacerla estacionaria o verificar si cointegra con otra serie relacionada, lo que permite estimar relaciones de largo plazo confiables. Por el contrario, si la serie es estacionaria, se puede usar en niveles.

El estadístico Dickey-Fuller Aumentado (ADF) se utiliza para determinar si una serie de tiempo tiene raíz unitaria, es decir, si no es estacionaria.

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta_t + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \delta_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (5.3)$$

Donde u_t es un término de ruido blanco, ΔY_t es la primera diferencia de la serie, Y_{t-1} es el número de rezagos óptimos, γ es el coeficiente clave para la raíz unitaria cuya hipótesis nula, $H_0 = \gamma = 0$, mientras que la hipótesis alternativa $H_A = \gamma < 0$

Para saber si γ es significativamente distinto de cero, calculamos un estadístico t clásico de regresión:

$$\tau = \frac{\hat{\gamma}}{SE(\hat{\gamma})} \quad (5.4)$$

Donde $\hat{\gamma}$ es valor estimado de γ obtenido al ajustar la regresión lineal por OLS y $SE(\hat{\gamma})$ es el error estándar de esa estimación, también derivado de la regresión OLS

Si el valor absoluto del estadístico τ excede los valores críticos de Dickey-Fuller o MacKinnon, se rechaza la hipótesis nula indicando que la serie no tiene raíz unitaria y, por tanto, es estacionaria. En cambio, si τ no supera el valor crítico, no se rechaza H_0 y la serie presenta raíz unitaria, es decir, no es estacionaria.

Además del ADF, es recomendable aplicar pruebas complementarias para corroborar la estacionariedad de las series, como la prueba KPSS, desarrollada por Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin (1992). A diferencia de la prueba Dickey-Fuller Aumentada, la prueba KPSS plantea como hipótesis nula que la serie es estacionaria, lo que permite

obtener evidencia adicional sobre el comportamiento estocástico de las variables analizadas.

$$KPSS = \frac{1}{T^2 \hat{\sigma}^2} \sum_{t=1}^T S_t^2$$

Donde

$$S_t = \sum_{i=1}^t \hat{u}_i$$

S_t representa la suma acumulada de los residuos de la regresión, T es el número de observaciones y $\hat{\sigma}^2$ corresponde a la estimación de la varianza de largo plazo de los errores. La hipótesis nula de la prueba es : H_0 : La serie es estacionaria, mientras que la hipótesis alternativa H_a : La serie presenta raíz unitaria y no es estacionaria.

Si el estadístico KPSS supera los valores críticos establecidos, se rechaza la hipótesis nula, indicando que la serie no es estacionaria. En cambio, si el estadístico no excede el valor crítico, no se rechaza H_0 y la serie puede considerarse estacionaria.

Modelo de cointegración y VEC

La metodología de cointegración de Johansen, desarrollada por Søren Johansen (1988, 1991), constituye un enfoque multivariado basado en modelos VAR que permite identificar la existencia y el número de relaciones de cointegración entre variables no estacionarias integradas del mismo orden, típicamente $I(1)$. A diferencia del enfoque de Robert Engle y Clive Granger (1987), que se limita a una sola relación de cointegración, el método de Johansen permite estimar múltiples vectores de cointegración dentro de un sistema, proporcionando así un marco más general y consistente con la dinámica conjunta de las variables económicas.

Este enfoque se basa en la representación de un modelo VAR en su forma de corrección de errores (VECM), donde la matriz de largo plazo contiene la información sobre cointegración. La clave del método radica en analizar el rango de dicha matriz, el cual se determina a partir de sus valores propios (eigenvalores). A partir de estos, Johansen propone pruebas estadísticas como la prueba del máximo eigenvalor para inferir el número de relaciones de equilibrio de largo plazo presentes en el sistema.

Nuestro análisis parte de representar los modelos 5.1 y 5.2 como VAR(p) en niveles:

$$X_t = A_1 X_{t-1} + A_2 X_{t-2} + \dots + A_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (5.5)$$

Donde:

X_t es un vector ($k \times 1$) de variables endógenas I(1)

$$\varepsilon_t \sim iid(0, \Sigma)$$

Donde:

$$X_t = (\text{Exportaciones}, \text{Importaciones})$$

La metodología de Johansen se fundamenta en la reparametrización de un modelo VAR en su forma de corrección de errores (VECM), ya que es en esta representación donde la matriz Π captura las relaciones de equilibrio de largo plazo. En este contexto, el problema de cointegración se reduce a determinar el rango de dicha matriz, lo cual se realiza mediante la estimación de sus valores propios (eigenvalores) y la aplicación de las pruebas de la traza y del máximo eigenvalor.

Restando X_{t-1} a ambos lados:

$$\Delta X_t = \Pi X_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \Gamma_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t$$

Donde:

$$\Pi = \sum_{i=1}^{\rho} A_i - I, \quad \Gamma_i = - \sum_{j=i+1}^{\rho} A_j$$

Interpretación de la matriz Π

La matriz Π contiene la información de largo plazo:

Si $\text{rank}(\Pi) = 0 \rightarrow$ no hay cointegración

Si $\text{rank}(\Pi) = k \rightarrow$ variables estacionarias

Si $0 < r < k \rightarrow$ existen r vectores de cointegración

En este caso, se puede descomponer como:

$$\Pi = \alpha \beta'$$

Donde:

β : vectores de cointegración (relaciones de equilibrio)

α : velocidades de ajuste

Johansen demuestra que la estimación del rango de Π puede formularse como un problema de eigenvalores generalizado.

Se obtienen matrices de covarianza de residuos:

$$S_{00}, \quad S_{11}, \quad S_{01} \quad S_{10},$$

y se plantea el siguiente problema:

$$|\lambda S_{11} - S_{10} S_{00}^{-1} S_{01}| = 0$$

Esto genera k eigenvalores ordenados:

$$\lambda_1 > \lambda_2 > \dots \lambda_k$$

Prueba del máximo eigenvalores evalúa:

$$H_0: r = r_0 \quad vs \quad H_1: r = r_0 + 1$$

El estadístico es:

$$\lambda_{max} = -T \ln(1 - \lambda_{r_0+1})$$

Donde:

T: tamaño de muestra

λ_{r_0+1} : eigenvalores correspondientes

Si el eigenvalor es cercano a 0 no hay relación de largo plazo. Si es grande existe una fuerte relación de cointegración. El test va “subiendo” el rango hasta que no se puede rechazar H_0 .

El método de Johansen transforma el problema de cointegración en uno de extracción de componentes comunes de largo plazo, donde los eigenvalores miden qué tan fuertes son esas relaciones. En esencia, está identificando combinaciones lineales de variables que eliminan la no estacionariedad, y lo hace de manera simultánea para todo el sistema.

En caso de existir cointegración, el modelo VAR, 5.3 se estimará como el siguiente modelo VEC:

$$Z_t = A_1 Z_{t-1} + A_2 Z_{t-2} + \dots + A_p Z_{t-p} + u_t \quad (5.6)$$

Donde Z_t representa el vector de variables endógenas, A_1 son matrices de coeficientes, p corresponde al número óptimo de rezagos y u_t es el vector de perturbaciones aleatorias.

En el caso del modelo de exportaciones, el vector de variables endógenas está definido por:

$$Z_t = \begin{pmatrix} X_{i,t} \\ Y_t^{*USA} \\ TCR_{B,t} \end{pmatrix} \quad (5.7)$$

Donde $X_{i,t}$ representa las exportaciones del subsector i , Y_t^{*USA} corresponde al ingreso de Estados Unidos y $TCR_{B,t}$ al tipo de cambio real bilateral. El subíndice i identifica cada subsector manufacturero analizado, con $i = 1, 2, \dots, 12$

Para el caso de las importaciones, el vector está dado por:

$$Z_t = \begin{pmatrix} M_{i,t} \\ Y_t^{*MEX} \\ TCR_{M,t} \end{pmatrix} \quad (5.8)$$

Donde $M_{i,t}$ representa las importaciones del subsector i y Y_t^{*MEX} el ingreso de México y $TCR_{M,t}$ al tipo de cambio real multilateral. El subíndice i identifica cada subsector manufacturero analizado, con $i = 1, 2, \dots, 12$.

Pruebas a los residuales

La prueba de Breusch-Godfrey se utiliza para detectar la presencia de autocorrelación serial en los residuos de un modelo econométrico. A diferencia de otras pruebas, esta metodología permite identificar autocorrelación de orden superior y puede aplicarse en modelos que incluyen variables rezagadas.

La prueba ARCH se utiliza para detectar heterocedasticidad condicional en los residuos, es decir, cambios en la varianza a lo largo del tiempo. La hipótesis nula de esta prueba establece que no existe efecto ARCH, lo que implica que la varianza de los errores es constante.

La hipótesis nula establece ausencia de efectos ARCH: $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_q = 0$ mientras que la hipótesis alternativa indica presencia de heterocedasticidad condicional: $H_1: \alpha_i \neq 0$. El estadístico de prueba se calcula como $LM = nR^2$

Donde n es el número de observaciones y R^2 es el coeficiente de determinación de la regresión auxiliar. Bajo la hipótesis nula: $LM \sim \chi^2(q)$ Si el valor-p es menor al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe heterocedasticidad tipo ARCH en los residuos del modelo.

La prueba de normalidad de Jarque–Anil K. Bera, evalúa si los residuos del modelo siguen una distribución normal, utilizando los coeficientes de asimetría y curtosis. Su estadístico se define como $JB = \frac{n}{6} \left(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right)$ donde n representa el tamaño de la muestra, S es el coeficiente de asimetría, K corresponde al coeficiente de curtosis y $K-3$ representa el exceso de curtosis con respecto a una distribución normal, cuya curtosis es igual a 3.

Bajo la hipótesis nula: H_0 : los residuos siguen una distribución normal el estadístico JB se distribuye asintóticamente como una chi-cuadrada con 2 grados de libertad: $JB \sim \chi^2(2)$ Si el valor-p es menor al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis de normalidad de los residuos.

Antes de estimar el VECM se determina el número óptimo de rezagos p utilizando criterios de información, entre los que destacan el criterio de información de Akaike (AIC), el criterio bayesiano de Schwarz (BIC o SBC), el criterio de Hannan–Quinn (HQ) y el error de predicción final (FPE).

5.5. Resultados de las pruebas de estacionariedad

Tabla 5.2. Estacionariedad exportaciones Marshall Lerner

No.	Exportaciones Sector	Niveles		Primera diferencia	
		Dickey Fuller	KPSS	Dickey Fuller	KPSS
1	Globales	-1.3153	1.3985***	-5.92***	0.13009
2	A. Agropecuaria y Agroindustrial	-0.23595	1.5663***	-4.588***	0.27385*
3	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	-1.6602	1.1109***	-3.9476**	0.07059
4	C. Industria de la madera	-0.35804	1.4174***	-3.5593**	0.22625*
5	D. Papel, imprenta e industria editorial	-2.2743	1.1405***	-3.4313*	0.09247*
6	F. Productos plásticos y de caucho	-1.4087	1.3855***	-3.9496**	0.23463*
7	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	-1.2707	1.3291***	-3.8746**	0.12682*
8	H. Siderurgia	-3.2958*	1.1916***	-3.1344	0.05329
9	I. Minerometalurgia	-2.7448	0.09214*	-3.3901*	0.06796*
10	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	-1.1834	1.367***	-5.5125***	0.12276*
11	Automotrices	-1.7879	1.3133***	-6.7387***	0.09936*
12	E. Química, fotografía, óptica y relojería	-2.5983	1.1935***	-3.9022**	0.07756*
13	K. Otras industrias manufactureras	-0.37244	1.3614***	-3.5838**	0.30258*

Nota : El sector "A. Agropecuario y Agroindustrial" incluye productos agroindustriales, alimentos, bebidas y tabaco. ***p<0.01, **p<0.05, * p<0.10. En la prueba ADF, la hipótesis nula establece presencia de raíz unitaria; valores significativos indican estacionariedad. En KPSS, la hipótesis nula establece estacionariedad; valores significativos indican no estacionariedad.

Tabla 5.3. Estacionariedad importaciones Marshall Lerner

No.	Importaciones Sector	Niveles		Primera diferencia	
		Dickey Fuller	KPSS	Dickey Fuller	KPSS
1	Globales	-2.0302	1.2677***	-4.5873***	0.11681*
2	A. Agropecuaria y Agroindustrial	-0.6946	1.0888***	-4.7931***	0.14605*
3	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	-1.6734	0.54819**	-3.034	0.13484*
4	C. Industria de la madera	-2.7028	1.0709***	-3.2809*	0.060913
5	D. Papel, imprenta e industria editorial	-2.7415	0.086631*	-3.1556*	0.062223
6	F. Productos plásticos y de caucho	-2.3705	1.1968***	-5.3556***	0.16225*
7	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	-2.4925	1.1088***	-4.1305***	0.12977*
8	H. Siderurgia	-3.0807	1.108***	-3.6281**	0.056141
9	I. Minerometalurgia	-3.1294	1.1729***	-4.0652***	0.041624
10	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	-1.6625	1.1602***	-4.4648***	0.14926*
11	Automotrices	-2.157	0.90864***	-5.6594***	0.095895*
12	E. Química, fotografía, óptica y relojería	-1.7507	1.3684***	-4.1929***	0.13577*
13	K. Otras industrias manufactureras	-1.992	1.4713***	-3.9892***	0.073535*

Nota : El sector "A. Agropecuario y Agroindustrial" incluye productos agroindustriales, alimentos, bebidas y tabaco. ***p<0.01, **p<0.05, * p<0.10. En la prueba ADF, la hipótesis nula establece presencia de raíz unitaria; valores significativos indican estacionariedad. En KPSS, la hipótesis nula establece estacionariedad; valores significativos indican no estacionariedad.

Las Tablas 5.2 y 5.3 presentan los resultados de las pruebas de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentada (ADF) y KPSS aplicadas a las series sectoriales de exportaciones e

importaciones, tanto en niveles como en primeras diferencias. En niveles, la mayoría de las variables muestran evidencia de no estacionariedad, reflejada en valores-p elevados en la prueba ADF y resultados significativos en la prueba KPSS. Sin embargo, al aplicar primeras diferencias, los estadísticos ADF se vuelven más negativos y estadísticamente significativos, mientras que las pruebas KPSS indican estacionariedad en la mayoría de las series. En conjunto, los resultados sugieren que las variables analizadas son principalmente integradas de orden uno ($I(1)$). condición necesaria para la aplicación de pruebas de cointegración de Johansen y la posterior estimación de modelos VECM.

Tabla 5.4. Estacionariedad variables independientes modelos de exportaciones e importaciones

Variables independientes Variable	Niveles		Primera diferencia	
	Dickey-Fuller	KPSS	Dickey-Fuller	KPSS
TCR BILATERAL	-1.8201	0.85937***	-3.7367***	0.090222*
PIB USA	-3.2895*	1.5806***	-5.2783***	0.044458
TCR MULTILATERAL	-2.0572	0.23811*	-3.1834*	0.095753*
PIB MEX	-2.1532	1.2554***	-4.8208***	0.094832*

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$. En la prueba ADF, la hipótesis nula establece presencia de raíz unitaria; valores significativos indican estacionariedad. En KPSS, la hipótesis nula establece estacionariedad; valores significativos indican no estacionariedad.

La Tabla 5.4 presentan los resultados de las pruebas de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentada (ADF) y KPSS para las variables independientes utilizadas en los modelos de exportaciones e importaciones. En ambos casos, las series analizadas muestran evidencia de no estacionariedad en niveles, observada a través de valores-p elevados en la prueba ADF y resultados significativos en la prueba KPSS. Sin embargo, al aplicar primeras diferencias, las variables se vuelven estacionarias, ya que los estadísticos ADF y KPSS rechazan la hipótesis de raíz unitaria.

Numero de rezagos de los modelos de exportaciones e importaciones

La selección de rezagos se realizó mediante los criterios de información del modelo VAR, considerando un máximo de ocho rezagos. La elección del número óptimo de rezagos permitió capturar adecuadamente la dinámica temporal de las variables y garantizar que los residuos del modelo no presentan problemas de autocorrelación, condición necesaria para la correcta estimación del modelo VECM.

Tabla 5.5. Rezagos seleccionados Exportaciones Marshall Lerner

No.	Exportaciones	Rezagos Seleccionados	AIC	HQ	SC	FPE
0	globales	2	4	1	1	4
1	Agropecuaria y Agroindustrial	2	3	1	1	3
2	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	8	8	1	1	8
3	C. Industria de la madera	2	2	1	1	2
4	D. Papel, imprenta e industria editorial	2	1	1	1	1
5	F. Productos plásticos y de caucho	2	1	1	1	1
6	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	2	1	1	1	1
7	, H. Siderurgia	2	1	1	1	1
8	I. Minerometalurgia	4	1	1	1	1
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	2	8	1	1	4
10	Total, Automotrices	2	3	1	1	3
11	, E. Química, fotografía, óptica y relojería	5	1	1	1	1
12	K. Otras industrias manufactureras	2	5	2	2	5

Nota: El sector "A. Agropecuario y Agroindustrial" incluye productos agroindustriales, alimentos, bebidas y tabaco.

Tabla 5.6 Rezagos seleccionados Importaciones Marshall Lerner

No.	Importaciones	Rezagos Seleccionados	AIC	HQ	SC	FPE
0	globales	2	5	1	1	5
1	Importaciones Agropecuaria y Agroindustrial	5	1	1	1	1
2	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	2	8	5	2	5
3	C. Industria de la madera	8	8	1	1	8
4	D. Papel, imprenta e industria editorial	5	4	3	1	4
5	F. Productos plásticos y de caucho	2	7	6	1	7
6	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	5	5	1	1	5
7	H. Siderurgia	7	8	1	1	2
8	I. Minerometalurgia	8	8	1	1	6
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	2	5	3	1	5
10	Total, Automotrices	8	4	1	1	4
11	E. Química, fotografía, óptica y relojería	2	4	4	1	4
12	K. Otras industrias manufactureras	2	3	1	1	3

Nota: El sector "A. Agropecuario y Agroindustrial" incluye productos agroindustriales, alimentos, bebidas y tabaco.

Las Tablas 5.5 y 5.6 muestran los resultados de los criterios de selección de rezagos para los modelos VAR de exportaciones e importaciones. En ambas tablas se reportan distintos criterios de información, como AIC, HQ, SC y FPE, para diferentes longitudes de rezago. Los valores mínimos identificados por cada criterio permitieron determinar el número óptimo de rezagos en cada modelo, observándose que algunos criterios favorecen estructuras más parsimoniosas mientras que otros seleccionan modelos con mayor dinámica temporal. Debido a que el análisis se realizó de manera sectorial, en RStudio

fue necesario estimar y probar individualmente cada modelo correspondiente a los distintos subsectores de exportación e importación.

Resultados a los modelos de exportaciones e importaciones

Tabla 5.7. Cointegración de Johansen exportaciones

No.	Exportaciones	Cointegración	Coefficiente de ajuste	P valor	Estadístico t
0	globales	1, si cointegra	-0.0847	0.3808	-0.8840
1	A. Agropecuaria y Agroindustrial	2 si cointegra	-0.8570	0.0000	-5.4740
2	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	1, si cointegra	-0.0194	0.7730	-0.2890
3	C. Industria de la madera	1, si cointegra	0.0022	0.9428	0.0720
4	D. Papel, imprenta e industria editorial	1, si cointegra (traza)	0.0018	0.9651	0.0440
5	F. Productos plásticos y de caucho	1, si cointegra	0.0391	0.4620	0.7410
6	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	1, si cointegra	-0.002704	0.9590	-0.0510
7	H. Siderurgia	1, si cointegra	-0.0084	0.6360	-0.4750
8	I. Minerometalurgia	1, si cointegra (traza)	-0.0871	0.0667	-1.8780
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	1, si cointegra	-0.0556	0.5262	-0.6380
10	Total, Automotrices	1, si cointegra	-0.2260	0.0450	-2.0470
11	E. Química, fotografía, óptica y relojería	1, si cointegra (traza)	-0.1181	0.1176	-1.5980
12	K. Otras industrias manufactureras	1, si cointegra	-0.0046	0.9213	-0.0990

Nota: El sector con $r=2$ registró los siguientes valores: 0.6786, 2.06E-06 y 5.33.

Tabla 5.8. Cointegración de Johansen importaciones

No.	Importaciones	cointegración	coeficiente de ajuste	P valor	Estadístico t
0	Globales	1, si cointegra	-0.7786	0.1440	-1.4820
1	A. Agropecuaria y Agroindustrial	1, si cointegra (traza)	0.0093	0.9640	0.0450
2	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	1, si cointegra	-0.7582	0.0001	-4.2300
3	C. Industria de la madera	1, si cointegra	0.2497	0.1422	1.5070
4	D. Papel, imprenta e industria editorial	1, si cointegra (traza)	-0.4888	0.0006	-3.7010
5	F. Productos plásticos y de caucho	1, si cointegra	-0.5078	0.0490	-2.0140
6	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	1, si cointegra	-0.5108	0.1830	-1.3550
7	H. Siderurgia	1, si cointegra	0.4075	0.0220	2.4000
8	I. Minerometalurgia	1, si cointegra	0.0201	0.8585	0.1800
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	1, si cointegra	-1.0354	0.0082	-2.7430
10	Total, Automotrices	1, si cointegra (traza)	0.1090	0.4770	0.7200
11	E. Química, fotografía, óptica y relojería	1, si cointegra	-0.2591	0.0408	-2.0960
12	K. Otras industrias manufactureras	1, si cointegra	-0.0777	0.4750	-0.7230

Las Tablas 5.7 y 5.8 presentan los resultados de las pruebas de cointegración de Johansen para los modelos sectoriales de exportaciones e importaciones. En ambos casos, se aplicaron las pruebas de traza y máximo eigenvalor con el objetivo de identificar relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables analizadas. Los resultados

indican que todos los sectores presentan evidencia de cointegración, observándose principalmente la existencia de un vector de cointegración (($r = 1$)), lo que sugiere una relación estable de largo plazo entre las exportaciones o importaciones, el tipo de cambio real y el ingreso. Adicionalmente, un sector específico mostró dos vectores de cointegración (($r = 2$)), reflejando una relación de equilibrio más compleja entre las variables del modelo. En conjunto, estos resultados justifican el uso de modelos VECM, ya que permiten analizar simultáneamente los ajustes de corto plazo y la convergencia hacia el equilibrio de largo plazo.

Resultados de la estimación de los modelos VECM

Se presentan los resultados del término de corrección de error obtenidos a partir de los modelos VECM (modelos Var 5.7 y 5.8) estimados para los subsectores de exportaciones e importaciones:

VECM para exportaciones

$$\Delta Z_t = \mu + \Pi Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \Gamma_i \Delta Z_{t-i} + \varepsilon_t \quad (5.9)$$

Donde:

$$Z_t = \begin{pmatrix} X_{i,t} \\ Y_t^{*USA} \\ TCR_{B,t} \end{pmatrix}$$

VECM para importaciones

$$\Delta Z_t = \mu + \Pi Z_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho-1} \Gamma_i \Delta Z_{t-i} + \varepsilon_t \quad (5.10)$$

Donde:

$$Z_t = \begin{pmatrix} M_{i,t} \\ Y_t^{*MEX} \\ TCR_{M,t} \end{pmatrix}$$

Para ambos modelos μ representa el vector de constantes; Π contiene la información sobre las relaciones de cointegración entre las variables; Γ_i recoge los efectos de corto plazo y ε_t corresponde al vector de perturbaciones aleatorias.

Específicamente, se reportan el coeficiente del tipo de cambio y el ingreso y el estadístico t asociados al mecanismo de corrección hacia el equilibrio de largo plazo derivado de las relaciones de cointegración encontradas previamente mediante las pruebas de Johansen. Estos indicadores permiten evaluar tanto la dirección como la significancia estadística del proceso de ajuste de las variables ante desviaciones temporales respecto a su trayectoria de equilibrio.

En la mayoría de los sectores, los coeficientes de ajuste presentan signo negativo, condición esperada en un modelo VECM, ya que indica la existencia de convergencia hacia el equilibrio de largo plazo después de la presencia de desequilibrios en el corto plazo. La magnitud de dichos coeficientes refleja además la velocidad con la que cada sector corrige las desviaciones observadas, de manera que coeficientes más elevados en valor absoluto representan procesos de ajuste más rápidos, mientras que coeficientes pequeños sugieren una corrección más lenta y gradual.

Por otra parte, los valores- p y los estadísticos t permiten determinar la significancia estadística del mecanismo de ajuste. En diversos sectores, los coeficientes resultan estadísticamente significativos, lo que confirma que las variables responden sistemáticamente para restaurar el equilibrio de largo plazo cuando ocurre una perturbación. En contraste, algunos sectores presentan menor significancia estadística, lo que sugiere que el proceso de corrección puede ser más débil o menos inmediato. En conjunto, los resultados obtenidos respaldan la validez de los modelos VECM estimados y evidencian la existencia de relaciones dinámicas entre el comercio exterior, el tipo de cambio real y el ingreso, tanto en el corto como en el largo plazo.

Tabla 5.9 Estimación de las elasticidades mediante el modelo VEC.

Resultados Sectores	Exportaciones		Importaciones	
	Elasticidad TCR	Elasticidad ingreso	Elasticidad TCR	Elasticidad ingreso
0.- Global	0.9031***	1.3175***	-0.088***	1.8511***
1.- A. Agropecuaria y Agroindustrial	0.814***	2.7831***	-0.7642***	1.3411***
2.- B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	0.2671	1.1022***	-0.3298**	1.1552***
3.- C. Industria de la madera	3.0687***	0.5074	-1.4251***	3.4475***
4.- D. Papel, imprenta e industria editorial	0.9116	0.5358	0.1842	0.3131*
5.- F. Productos plásticos y de caucho	1.0343***	1.0883**	0.2636***	1.6437***
6.- G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	1.0403***	0.8858*	0.1959***	1.7918***
7.- H. Siderurgia	-2.1566*	3.7949**	-1.228***	2.6255***
8.- I. Minerometalurgia	-0.4898	0.3198	-2.6892***	2.3913***
9.- J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	0.9613***	1.2587***	-0.0085	1.6379***
10.- Total, Automotrices	1.118***	1.411***	2.8955***	0.8403
11.- E. Química	-0.0057	0.9295***	-0.3011*	1.4753***
12.- K. Otras industrias manufactureras	1.7284***	1.6621***	-1.77*	5.5697***

Nota: Los coeficientes corresponden a las elasticidades de largo plazo obtenidas mediante el método de cointegración de Johansen.

Los asteriscos indican el nivel de significancia estadística: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$ y * $p < 0.10$.

En términos generales, los coeficientes estimados presentan una alta significancia estadística. En las exportaciones, la elasticidad ingreso resultó significativa en 10 de los 13 sectores, mientras que la elasticidad del tipo de cambio real fue significativa en 9 de los 13 sectores. Las excepciones se observaron principalmente en los sectores de Textiles, artículos de vestir e industria del cuero, Papel, imprenta e industria editorial, Minerometalurgia y Química, donde la elasticidad del tipo de cambio no fue estadísticamente significativa. Asimismo, la elasticidad ingreso no fue significativa en los sectores de Industria de la madera, Papel, imprenta e industria editorial y Minerometalurgia.

En cuanto a las importaciones, la elasticidad ingreso mostró significancia estadística en 12 de los 13 sectores, siendo el sector automotriz la única excepción. Por su parte, la elasticidad del tipo de cambio fue significativa en 11 de los 13 sectores, excepto en los sectores de Papel, imprenta e industria editorial y Productos metálicos, maquinaria y equipo. En conjunto, estos resultados sugieren que la mayoría de las elasticidades de largo plazo estimadas son estadísticamente robustas, especialmente las asociadas al ingreso.

Los coeficientes estimados mediante la metodología de cointegración de Johansen permiten analizar las elasticidades de largo plazo del comercio exterior mexicano respecto al tipo de cambio real (TCR) y al ingreso, tanto para las exportaciones como para las importaciones. Como puede observarse en la tabla, las elasticidades presentan

diferencias importantes entre sectores, lo que evidencia una estructura heterogénea del comercio exterior manufacturero.

Pruebas de los modelos

Tabla 5.10. Pruebas a los residuales de exportación Marshall Lerner

No.	Exportaciones	Normalidad	Autocorrelación	Heterocedasticidad
0	Globales	150.70***	168.80*	252
1	A. Agropecuaria y Agroindustrial	482.21***	166.44	252
2	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	51.78***	156.00	216
3	C. Industria de la madera	196.58***	163.73	252
4	D. Papel, imprenta e industria editorial	227.28***	157.13	252
5	F. Productos plásticos y de caucho	27.08***	165.33	252
6	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	56.27***	164.50	252
7	H. Siderurgia	141.85***	164.70	252
8	I. Minerometalurgia	179.09***	168.00	240
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	58.97***	165.52	252
10	Total, Automotriz	481.79***	164.47	252
11	E. Química	320.20***	165.00	234
12	K. Otras industrias manufactureras	72.71***	166.56	252

Nota: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$. Estadísticos de prueba para Normalidad y Autocorrelación; p-valor para Heterocedasticidad. Los resultados descartan problemas de autocorrelación serial y heterocedasticidad (p-valor = 1.00) en todos los subsectores.

Tabla 5.11. Pruebas a los residuales de importación Marshall Lerner

No.	Importaciones	Normalidad	Autocorrelación	Heterocedasticidad
0	Globales	543.20***	156.02	252
1	A. Agropecuaria y Agroindustrial	109.62***	165.00	234
2	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	156.29***	168.50*	252
3	C. Industria de la madera	50.87***	156.00	216
4	D. Papel, imprenta e industria editorial	45.17***	159.00	222
5	F. Productos plásticos y de caucho	504.75***	169.01*	252
6	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	113.51***	165.00	234
7	H. Siderurgia	83.38***	165.00	234
8	I. Minerometalurgia	193.69***	156.00	216
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	204.00***	164.46	252
10	Total, Automotrices	577.82***	156.00	216
11	E. Química	305.38***	167.28*	252
12	K. Otras industrias manufactureras	216.59***	156.00	216

Nota: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$. Estadísticos de prueba para Normalidad y Autocorrelación; p-valor para Heterocedasticidad. Los resultados descartan problemas de autocorrelación serial y heterocedasticidad (p-valor = 1.00) en todos los subsectores.

Las pruebas de diagnóstico aplicadas a los modelos VECM muestran, en términos generales, resultados estadísticamente adecuados para el análisis de largo plazo. En

particular, las pruebas de autocorrelación y heterocedasticidad indican que los residuos no presentan problemas significativos, lo que sugiere que las estimaciones obtenidas son consistentes y económicamente válidas.

En primer lugar, la prueba de autocorrelación de Breusch-Godfrey evidencia que los residuos del modelo no presentan correlación serial, debido a que los valores-p asociados son superiores al nivel de significancia convencional del 5%. Esto implica que los errores son independientes en el tiempo y que el modelo logra capturar adecuadamente la dinámica temporal de las variables incluidas. La ausencia de autocorrelación es importante porque garantiza que no existe información sistemática sin explicar en los residuos, fortaleciendo la confiabilidad de los coeficientes estimados y de las relaciones de cointegración encontradas.

Por otro lado, las pruebas de heterocedasticidad tipo ARCH muestran que la varianza de los errores permanece relativamente constante a lo largo del tiempo. Al no rechazarse la hipótesis nula de homocedasticidad, se concluye que los residuos no presentan problemas de volatilidad condicional. Esto resulta relevante porque permite considerar que los errores estándar y las inferencias estadísticas realizadas sobre los coeficientes son consistentes y eficientes.

Sin embargo, las pruebas de normalidad Jarque-Bera indican que los residuos no siguen una distribución normal. No obstante, este resultado es relativamente común en modelos macroeconómicos y de series de tiempo, especialmente cuando se trabaja con datos sectoriales y periodos que incluyen choques estructurales, crisis económicas, cambios en la política comercial o fluctuaciones cambiarias importantes.

5.6. Interpretación de resultados

En el caso de las exportaciones, la mayoría de los sectores muestran elasticidades del TCR positivas, lo que indica que una depreciación real del tipo de cambio tiende a incrementar las exportaciones sectoriales. Destacan sectores como “Otras industrias manufactureras” (1.7284), “Equipo de transporte” (1.1180) y “Productos plásticos y de caucho” (1.0343), cuyos valores sugieren una elevada sensibilidad frente a cambios en la competitividad cambiaria. En contraste, algunos sectores presentan elasticidades

negativas, como “Minero metalurgia” (-0.4898) y “Siderurgia” (-2.1566), lo que podría asociarse a una fuerte dependencia de insumos importados o a características estructurales específicas de dichas industrias.

Respecto a las elasticidades ingreso de las exportaciones, prácticamente todos los sectores muestran coeficientes positivos, confirmando que el crecimiento económico externo impulsa la demanda de exportaciones mexicanas. Sectores como “Agropecuaria y Agroindustrial” (2.7831), “Siderurgia” (3.7949) y “Minerometalurgia” (3.0198) presentan elasticidades ingreso elevadas, lo que indica una fuerte dependencia del ciclo económico internacional.

Por el lado de las importaciones, las elasticidades ingreso son generalmente superiores a las de exportación en varios sectores, reflejando una alta dependencia de la producción nacional respecto a bienes intermedios y de capital importados. Sobresalen “Otras industrias manufactureras” (5.5697), “Industria de la madera” (3.4475) y “Siderurgia” (2.6255). Esto sugiere que el crecimiento económico interno incrementa significativamente la demanda de importaciones sectoriales.

Finalmente, las elasticidades del TCR de las importaciones son predominantemente negativas, como predice la teoría económica, indicando que una depreciación cambiaria reduce las importaciones al encarecer los bienes extranjeros. Sin embargo, algunos sectores muestran elasticidades positivas, como “Productos plásticos y de caucho” y “Fabricación de otros productos minerales no metálicos”, lo que podría reflejar rigideces productivas o dependencia de insumos importados difíciles de sustituir en el corto y largo plazo.

Tabla 5.12. Condición Marshall Lerner

Sector	Elasticidad TCR	Elasticidad TCR	$ \eta_x + \eta_m $	Condición Marshall-Lerner
Global	0.903	-0.089	0.9918	No cumple
Agropecuario y agroindustrial	0.814	-0.764	1.5782	Cumple
Textiles, vestido y cuero	0.267	-0.330	0.5969	No cumple
Industria de la madera	0.069	-1.425	1.4938	Cumple
Papel, imprenta e industria editorial	0.912	0.184	1.0958	Cumple
Productos plásticos y de caucho	1.034	0.264	1.2979	Cumple
Productos minerales no metálicos	1.040	0.196	1.2362	Cumple
Siderurgia	-2.157	-1.282	3.4386	Cumple
Mineralmetalurgia	-0.490	-2.689	3.179	Cumple
Productos metálicos, maquinaria y equipo	0.961	-0.009	0.9698	No cumple
Total automotriz	1.118	2.896	4.0135	Cumple
Química	-0.006	-0.301	0.3068	No cumple
Otras industrias manufactureras	1.728	-1.770	3.4984	Cumple

El cumplimiento de la condición Marshall-Lerner se evaluó mediante la suma en valor absoluto de las elasticidades precio de las exportaciones e importaciones para cada subsector analizado. Como se observa en la tabla, la mayoría de los sectores presentan valores superiores a la unidad, lo que indica que una depreciación del tipo de cambio real tendría la capacidad de mejorar la balanza comercial sectorial en el largo plazo. Esto implica que la respuesta conjunta de exportaciones e importaciones ante variaciones cambiarias es suficientemente elástica para generar un ajuste favorable del sector externo.

Si bien la mayoría de sectores cumplen con esta condición excepto los productos metálicos y el sector químico, el resultado global está en el límite al ser 0.9918 y esto implica que, en términos agregados, la economía prácticamente se encuentra en el umbral de cumplimiento de la condición Marshall-Lerner, aunque técnicamente no la cumple al ser ligeramente inferior a uno.

Esto significa que la suma en valor absoluto de las elasticidades precio de exportaciones e importaciones es casi suficiente para que una depreciación del tipo de cambio real mejore la balanza comercial agregada. Sin embargo, debido a que el valor permanece marginalmente por debajo de la unidad, el efecto esperado de una depreciación cambiaria sobre el saldo comercial sería limitado o incluso ambiguo en el largo plazo.

Económicamente, este resultado sugiere que el comercio exterior mexicano presenta una respuesta relativamente inelástica frente a variaciones del tipo de cambio cuando se

considera el agregado total de los sectores. En otras palabras, aunque una depreciación puede estimular algunas exportaciones y reducir ciertas importaciones, el ajuste conjunto no sería lo suficientemente fuerte para garantizar una mejora clara de la balanza comercial.

Además, el hecho de que el valor sea tan cercano a uno indica que existen importantes diferencias sectoriales: algunos sectores sí responden de manera elástica al tipo de cambio y cumplen ampliamente la condición Marshall-Lerner, mientras que otros muestran respuestas débiles o incluso rígidas. Por ello, el resultado agregado refleja un efecto promedio que oculta la heterogeneidad estructural del aparato productivo mexicano.

También puede interpretarse como evidencia de la elevada dependencia de importaciones intermedias y bienes de capital dentro de la estructura manufacturera mexicana. En ese contexto, una depreciación cambiaria no solo encarece las importaciones de consumo, sino también los insumos utilizados para producir exportaciones, reduciendo parcialmente el efecto positivo esperado sobre la balanza comercial.

No obstante, el coeficiente global estimado de 0.9918 se sintoniza firmemente con los hallazgos más recientes de Vergara (2019), confirmando de manera empírica que el comercio agregado se ha vuelto inelástico ante las fluctuaciones del tipo de cambio real y que existe una restricción externa al crecimiento. El valor de este enfoque radica en la desagregación sectorial, la cual demuestra que el incumplimiento global está arrastrado por la rigidez estructural de subsectores clave como "Química" (0.3068) y "Productos metálicos, maquinaria y equipo" (0.9698), matizando la literatura al probar que la efectividad de las devaluaciones es sumamente asimétrica y solo se sostiene en bloques específicos como el agroindustrial y el automotriz.

Al comparar estos resultados con los obtenidos en otros estudios, se observa que Baltazar (2005), así como Cermeño y Rivera (2013) y Baltar y Escamilla (2014), encuentran evidencia a favor del cumplimiento de la condición Marshall-Lerner. Por otro lado, Vergara (2019), al analizar las exportaciones manufactureras, concluye que dicha condición no se cumple. Este resultado es consistente con los hallazgos del presente trabajo, donde tampoco se verifica el cumplimiento de la condición Marshall-Lerner para las exportaciones manufactureras globales.

La hipótesis planteada es la siguiente: En México, los subsectores manufactureros de exportación más dinámicos, como vehículos y autopartes, presentan mayores elasticidades-ingreso y menor sensibilidad al tipo de cambio real, en comparación con subsectores tradicionales.

Los resultados empíricos contradicen la hipótesis planteada, ya que el subsector "Automotrices" (el más dinámico) exhibe una mayor sensibilidad agregada al tipo de cambio real en comparación con los subsectores tradicionales (con coeficientes TCR individuales de 1.1180 y 2.8955). Asimismo, en lo referente al ingreso, el sector automotriz no presenta las mayores elasticidades-ingreso frente a las industrias tradicionales; aunque su elasticidad-ingreso de exportación (1.4110) supera a la de textiles (1.1022), madera (0.5074) y papel (0.5358), queda significativamente por debajo del sector agropecuario y agroindustrial (2.7831). Además, el sector automotriz registra una marcada inelasticidad-ingreso en sus importaciones (0.8403), lo que rompe con la tendencia de alta dependencia al ingreso observada en la manufactura tradicional.

5.7. Conclusiones

En conclusión, los resultados econométricos muestran que las elasticidades del comercio exterior mexicano presentan un comportamiento heterogéneo entre sectores, lo que evidencia diferencias importantes en la sensibilidad de exportaciones e importaciones frente al tipo de cambio real y al ingreso. Algunos sectores manufactureros muestran una elevada respuesta ante variaciones cambiarias, mientras que otros presentan elasticidades relativamente bajas, asociadas a rigideces estructurales y dependencia de insumos importados.

Asimismo, el análisis de la condición Marshall-Lerner indica que solo ciertos sectores cumplen claramente con dicha condición, por lo que los efectos de una depreciación cambiaria sobre la balanza comercial no son homogéneos en toda la economía. A nivel agregado, el resultado global de 0.9918 sugiere que México se encuentra prácticamente en el umbral de cumplimiento de la condición, aunque técnicamente no la satisface, reflejando una respuesta limitada del comercio exterior ante movimientos del tipo de cambio real.

Por otro lado, las pruebas de diagnóstico econométrico evidencian que los modelos estimados no presentan problemas de autocorrelación ni heterocedasticidad, lo cual fortalece la consistencia estadística de los resultados obtenidos. Aunque las pruebas de normalidad muestran residuos no normales, esto es frecuente en modelos macroeconómicos y de series de tiempo debido a choques estructurales, crisis económicas y cambios en el entorno internacional, por lo que no invalida las relaciones de largo plazo estimadas mediante cointegración y VECM.

En conjunto, los resultados permiten concluir que el tipo de cambio real continúa siendo un mecanismo relevante de ajuste externo para varios sectores de la economía mexicana; sin embargo, su efectividad depende de las características estructurales de cada rama productiva y de la elevada integración importadora de la industria nacional.

Capítulo 6. Ley de Thirlwall y restricción externa del crecimiento

6.1. Introducción

Se propone cumplir con el objetivo 3 que es determinar el crecimiento económico de acuerdo a ley de Thirlwall a nivel sectorial. Para ello, el presente estudio adapta dicha ley a un enfoque sectorial, con el propósito de estimar la tasa de crecimiento compatible con el equilibrio externo específico de la manufactura.

A diferencia de su formulación tradicional a nivel agregado, esta aplicación permite analizar si los diferentes subsectores manufactureros son capaces de sostener su propio crecimiento a partir de la generación de divisas vía exportaciones, o si, por el contrario, dependen de recursos externos provenientes de otros sectores de la economía para financiar su expansión.

En este sentido, el enfoque adoptado no solo cuantifica el límite de crecimiento impuesto por el sector externo, sino que también permite evaluar el grado de autosuficiencia externa del sector manufacturero, así como su nivel de dependencia de insumos importados. De esta manera, el análisis adquiere implicaciones estructurales relevantes, ya que permite identificar si la dinámica de los sectores se encuentra condicionada por restricciones externas propias o si sus limitaciones responden principalmente a factores internos, aportando evidencia clave para comprender su papel dentro del crecimiento económico de México.

6.2. Metodología y especificación econométrica

Para la aplicación de la ley de Thirlwall de manera sectorial partimos de la ecuación de Thirlwall original simplificada pero aplicado al caso manufacturero:

$$g = \frac{\pi}{\eta_M} \quad (6.1)$$

donde:

g = Tasa de crecimiento del producto manufacturero (PIB) compatible con equilibrio externo

π = Tasa de crecimiento de la demanda externa por bienes del sector (exportaciones manufactureras)

η_M = Elasticidad ingreso de las importaciones manufactureras

Para aplicar la ley de Thirlwall en esta versión desagregada (manufacturera) se consideran las siguientes bases de datos que provienen del banco de México balanza comercial manufacturera

- 1.- Producto interno bruto manufacturero desagregado por sector en millones de pesos
- 2.- Exportaciones manufactureras desagregadas por sector en miles de dólares
- 3.- Importaciones manufactureras desagregadas por sector en miles de dólares

A diferencia de la formulación agregada, esta investigación enfrenta una restricción empírica relevante: no todas las exportaciones e importaciones registradas en las estadísticas de comercio exterior tienen una correspondencia directa con el Producto Interno Bruto (PIB) manufacturero.

El PIB de cada subsector manufacturero se encuentra expresado a precios constantes con año base 2018, por lo que corresponde a una medida real de la producción del sector. La unidad de medida utilizada es millones de pesos, y el periodo de análisis comprende datos trimestrales desde 2010 hasta 2024, considerando 60 observaciones en total para cada sector. Esta información se obtiene desagregada por sectores a través del Banco de México. Para efectos de la investigación, únicamente se seleccionaron aquellos subsectores manufactureros que presentan una correspondencia directa con las partidas de exportaciones e importaciones utilizadas en el estudio.

Por el lado de las exportaciones e importaciones, se utilizará la información de la balanza comercial del Banco de México correspondiente al sector manufacturero.

Para la dinámica de la manufactura global se sumaron aquellas partidas de comercio exterior que presentan una correspondencia directa con las actividades incluidas en el Producto Interno Bruto manufacturero. Para cada subsector manufacturero se utilizó su información o sea sus exportaciones y sus importaciones, así como su PIB.

Dado que toda la información de las exportaciones e importaciones se encuentra en frecuencia mensual, en primer lugar, las series fueron deflactadas utilizando los índices generales de precios de exportación e importación publicados por el Banco de México, los cuales se encuentran originalmente expresados en dólares y con año base 1980=100.

Con el fin de asegurar la consistencia con el PIB manufacturero, medido en términos reales a precios constantes con año base 2018, dichos índices fueron reescalados a una nueva base 2018=100.

Este procedimiento, conocido como cambio de año base (rebasing), no altera la dinámica ni la información económica contenida en las series, sino únicamente su escala de referencia, permitiendo la comparabilidad temporal y la coherencia metodológica del análisis. Posteriormente, las series mensuales fueron agregadas a frecuencia trimestral para hacerlas compatibles con la periodicidad del PIB manufacturero de cada subsector.

Después, los valores obtenidos se multiplicaron por mil, debido a que la información original de comercio exterior se encuentra expresada en miles de dólares, con el fin de llevarla a unidades monetarias completas. En seguida, las series fueron convertidas a pesos mexicanos mediante el tipo de cambio nominal correspondiente a cada periodo. Finalmente, todas las variables fueron transformadas a logaritmos naturales, lo que permite interpretar los coeficientes estimados como elasticidades y reducir posibles problemas de heterocedasticidad en las series. Este procedimiento permitió garantizar la consistencia temporal y monetaria de las variables, así como la compatibilidad de cada subsector con su correspondiente PIB el cual se encuentra expresado en millones de pesos.

Dado que el análisis se realiza a nivel desagregado para la industria manufacturera, se seleccionaron únicamente aquellos subsectores que presentan correspondencia directa entre producción interna y flujos de comercio exterior. Es decir, para cada industria considerada se dispone de información consistente sobre su Producto Interno Bruto sectorial, así como sus exportaciones e importaciones correspondientes. Esta decisión metodológica garantiza coherencia estructural dentro del marco de la Ley de Thirlwall, ya que la restricción externa opera a través de la relación entre producción transable, generación de divisas vía exportaciones y absorción de divisas vía importaciones. Incluir

el PIB manufacturero total habría implicado incorporar sectores sin contrapartida directa en el comercio exterior, lo que introduciría inconsistencias contables y sesgos en la estimación de la elasticidad ingreso de la demanda de importaciones, debilitando la interpretación económica del modelo.

Tabla 6.1. Clasificación y equivalencia sectorial de las bases de datos de exportación, importación y PIB

Sector	Exportaciones	Importaciones	Producto Interno Bruto Ajustado
A	Alimentos, Bebidas y Tabaco	Alimentos, Bebidas y Tabaco	Industria alimentaria, industria de las bebidas y el tabaco
B	Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	Fab. de insumos textiles, cuero, piel y confección textil.
C	Industria de la madera	Industria de la madera	Industria de la madera
D	Papel, imprenta e industria editorial	Papel, imprenta e industria editorial	Industria del papel, Impresión e industrias conexas
E	Química de fotografía óptica y relojería	Química	Industria química
F	Productos plásticos y de caucho	Productos plásticos y de caucho	Industria del plástico y del hule
G	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos
H	siderurgia	siderurgia	Industrias metalicas basicas
J	.Productos metálicos maquinaria y equipo	Productos metálicos maquinaria y equipo	Fabricacion productos metalicos,maquinaria y equipo,
A*	Total, Automotrices	Prod. Automotrices	Fabricación de equipo de transporte
K	Otras industrias manufactureras	Otras industrias manufactureras	Otras industrias manufactureras

Nota: El sector correspondiente a la minerometalurgia fue excluido del análisis, ya que la información disponible sobre sus exportaciones e importaciones no cuenta con una correspondencia directa dentro de las partidas del Producto Interno Bruto, por ello, se consideró metodológicamente más adecuado omitirlo, con el fin de garantizar una mayor consistencia y precisión en la estimación. Para facilitar la presentación de los resultados, el sector “Fab. de insumos textiles, cuero, piel y confección textil” corresponde a la abreviación de la actividad económica: “fabricación de insumos textiles, prendas de vestir, productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir; confección de productos textiles, excepto prendas de vestir”, además el sector de fabricación de productos metálicos , maquinaria y equipo corresponde a la abreviación de la actividad económica: “fabricación productos metálicos ,maquinaria y equipo, equipo de computación y equipo de generación eléctrica”. La letra A* corresponde al sector automotriz. . En el trimestre correspondiente a octubre–diciembre de 2024, el PIB manufacturero ajustado representó el 95.05% del PIB manufacturero total.

La tabla 6.1 presenta una homologación sectorial entre tres dimensiones fundamentales: exportaciones, importaciones y el Producto Interno Bruto (PIB) manufacturero. Cada fila corresponde a un sector manufacturero (A, B, C, ..., K), en el cual se establece una correspondencia directa entre los bienes exportados, los bienes importados y la actividad productiva registrada en el PIB. Por ejemplo, en el sector A, las exportaciones e importaciones de alimentos, bebidas y tabaco se vinculan con la industria correspondiente dentro del PIB, mientras que en el sector automotriz se alinean los flujos de comercio exterior con la fabricación de equipo de transporte. Esto implica que cada flujo de

comercio exterior está anclado a una actividad productiva específica, asegurando que las importaciones correspondan al mismo sector que el PIB.

Con el objeto de validar la ley de Thirlwall (6.1) se procedió a estimar un modelo de series de tiempo para obtener la elasticidad ingreso de las importaciones (η_M):

$$\ln M_{i,t} = \alpha + \eta_M \ln Y_t + u_t \quad (6.2)$$

Donde:

$\ln M_t$ = Es el logaritmo natural de las importaciones manufactureras reales en el período t

α = intercepto del modelo

η_M = elasticidad ingreso de la demanda de importaciones manufactureras

$\ln Y_t$ = logaritmo natural del producto interno bruto manufacturero real en el periodo t

u = término de error

i = subsector manufacturero

t= tiempo

Dado que utilizamos una serie de tiempo se aplicarán las pruebas de raíz unitaria para determinar si una serie es estacionaria (I(0)) o tiene raíz unitaria (I(1)), es decir, si su media y varianza son constantes a lo largo del tiempo.

Se aplicarán las pruebas Dickey-Fuller aumentada (ADF) y la prueba KPSS.

Para evaluar la existencia de una relación de equilibrio de largo plazo entre las importaciones y el ingreso, se aplicó el procedimiento de Engle y Granger (1987), el cual es apropiado cuando las variables están integradas del mismo orden.

Engle y Granger (1987) parten del supuesto de que las variables en análisis son integradas de orden uno, es decir, $\ln M_t \sim y \ln Y_t \sim I(1)$. Se plantea una relación de largo plazo entre ellas de la forma $\ln M_t = \alpha + \eta_M \ln Y_t + u_t$, donde μ_t es el término de error. La cointegración se define como la existencia de una combinación lineal de estas variables que sea estacionaria, es decir, $u_t = \ln M_t - \alpha - \eta_M \ln Y_t \sim I(0)$.

Para verificar esta condición, se estima la ecuación mediante mínimos cuadrados ordinarios y se obtienen los residuos estimados $\hat{u}_t$. Posteriormente, se aplica una prueba de Dickey-Fuller aumentada sobre dichos residuos, especificada como:

$$\Delta \hat{u}_t = \gamma \hat{u}_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta \hat{u}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6.3)$$

donde la hipótesis nula $H_0: \gamma=0$ implica ausencia de cointegración.

Si se rechaza dicha hipótesis nula, se concluye que los residuos son estacionarios y, por tanto, existe una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables. Para ello, la prueba se estimó sin incluir constante ni tendencia, dado que los residuos de una relación de cointegración deben oscilar alrededor de una media constante cercana a cero. En consecuencia, si los residuos resultan estacionarios, se confirma la existencia de cointegración, lo que implica que ambas variables mantienen una relación estable de largo plazo, a pesar de ser individualmente no estacionarias.

Una vez verificada la existencia de una relación de cointegración entre las variables se procede a la estimación del modelo 6.2 mediante el método FM-OLS (Fully Modified Ordinary Least Squares), con el propósito de obtener estimadores más eficientes y consistentes en la relación de largo plazo. Este método fue desarrollado principalmente por Peter C. B. Phillips y Bruce E. Hansen a inicios de la década de 1990 como una solución al problema de estimar relaciones de largo plazo entre variables cointegradas.

Este método corrige las limitaciones del modelo tradicional de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS), particularmente los problemas derivados de la autocorrelación serial y la endogeneidad presente entre variables cointegradas. Asimismo, ajusta los sesgos ocasionados por la correlación contemporánea entre el término de error y los regresores, permitiendo inferencias estadísticas más robustas.

El FM-OLS ofrece estimaciones que son consistentes (sin sesgo en grandes muestras) y eficientes (con la varianza mínima posible) de los coeficientes de cointegración a largo plazo. El estimador FM-OLS rectifica el sesgo causado por endogeneidad y autocorrelación al modificar la ecuación original:

$$y_t = \beta' x_t + u_t$$

Donde $y_t = \ln M_t$ y $x_t = (1, \ln Y_t)$.

El estimador se expresa de forma general como:

$$\hat{B}_{FM} = \left(\sum_{t=1}^T x_t x_t' \right) \left(\sum_{t=1}^T x_t y_{t*} - T \hat{\Delta} \right) \quad (6.4)$$

Donde:

y_{t*} = variable dependiente corregida por endogeneidad contemporánea.

$\hat{\Delta}$ = término de corrección por correlación serial.

$\hat{B}_{FM}$ = vector de coeficientes estimados de largo plazo.

Aunque la especificación funcional del modelo permanece idéntica a la estimada mediante OLS, en esta investigación los parámetros se obtienen mediante el método FM-OLS. Formalmente, el estimador ajusta tanto la variable dependiente como la matriz de varianzas de largo plazo, permitiendo obtener estimadores consistentes y eficientes del parámetro η_M , interpretado como la elasticidad ingreso de las importaciones manufactureras de largo plazo.

Por lo tanto, la estimación del modelo 6.2 indica que:

Si $\eta_M > 1$: las importaciones crecen más que proporcionalmente al PIB (alta dependencia del exterior).

Si $\eta_M = 1$: crecimiento proporcional.

Si $\eta_M < 1$: las importaciones crecen más lento que el PIB.

6.3. Resultados

Para determinar la Ley de Thirwall mediante la fórmula 6.1 se procedió al cálculo de la tasa de crecimiento de las exportaciones manufactureras (π) y de la tasa de crecimiento del PIB manufacturero real (g^*). Con el propósito de estimar la tasa de crecimiento promedio anual de largo plazo de dichas variables, se empleó la siguiente expresión basada en logaritmos naturales, en virtud de que todas las series fueron previamente transformadas a logaritmos:

$$g^* = \frac{\ln(V_t) - \ln(V_0)}{n} \quad (6.5)$$

Donde V_t es el valor final de la variable, V_0 es valor inicial y n el número de años del periodo analizado. Esta metodología se aplicó tanto al PIB manufacturero ajustado como a las exportaciones manufactureras, en otras palabras, esa fórmula nos va a permitir sacar las tasas de crecimiento de las variables necesarias para la comprobación de la ley de Thirlwall.

Posteriormente se tiene que hacer la división correspondiente:

$$g = \frac{\pi}{\eta M} \quad (6.6)$$

Finalmente, se compara la tasa de crecimiento estimada (g) con (g^*), que representa el crecimiento efectivo del PIB manufacturero real, con el propósito de evaluar la correspondencia entre el crecimiento observado y la tasa compatible con la restricción externa.

Existen tres tipos de resultados

Si $g^* > g$ crecimiento por encima del límite externo (insostenible sin financiamiento)

Si $g^* \approx g$ crecimiento compatible con el equilibrio externo

Si $g^* < g$ crecimiento por debajo del límite externo

Los resultados de las pruebas de raíz unitaria indican que, en niveles, no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria en la prueba ADF, mientras que la prueba KPSS rechaza la hipótesis de estacionariedad. En conjunto, estos resultados evidencian que todas las variables son no estacionarias en niveles. Posteriormente, al aplicar las pruebas en primeras diferencias, todas las series resultan estacionarias, por lo que se concluye que todas las variables son integradas de orden uno, $I(1)$ (ver cuadros siguientes).

Tabla 6.2. Pruebas de estacionariedad importaciones Ley de Thirlwall

No.	Importaciones Sector	Niveles		Primera diferencia	
		Dickey Fuller	KPSS	Dickey Fuller	KPSS
1	Globales	-0.99887	1.4238***	-3.5907**	0.18192
2	A. Agropecuaria y Agroindustrial	-1.9774	1.5435***	-3.3606*	0.075109
3	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	-1.4189	1.277***	-2.2113	0.12375
4	C. Industria de la madera	-2.1351	1.3569***	-2.9196**	0.081018
5	D. Papel, imprenta e industria editorial	-1.4819	1.1562***	-3.6162**	0.11294
6	F. Productos plásticos y de caucho	-1.2164	1.3461***	-4.357***	0.21444
7	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	-1.1680	1.3397***	-3.0111	0.20827
8	H. Siderurgia	-2.4270	1.4562***	-4.0529**	0.085043
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	-1.6382	1.5465***	-3.2915**	0.11272
10	Automotrices	-1.4278	1.3427***	-5.6663***	0.15653
11	E. Química, fotografía, óptica y relojería	-0.40643	1.5098***	-3.9711**	0.21063
12	K. Otras industrias manufactureras	-1.0375	1.4835***	-3.2105*	0.13967

Nota : El sector “A. Agropecuario y Agroindustrial” incluye productos agroindustriales, alimentos, bebidas y tabaco. ***p<0.01, **p<0.05, * p<0.10. En la prueba ADF, la hipótesis nula establece presencia de raíz unitaria; valores significativos indican estacionariedad. En KPSS, la hipótesis nula establece estacionariedad; valores significativos indican no estacionariedad

Tabla 6.3. Pruebas de estacionariedad PIB Ley de Thirlwall

No.	Producto interno Bruto Sector	Niveles		Primera diferencia	
		Dickey Fuller	KPSS	Dickey Fuller	KPSS
1	Global Manufacturero ajustado	-2.7727	1.3941***	-5.3659***	0.086069
2	A. Agropecuaria y Agroindustrial	-0.55104	1.5746***	-4.3408***	0.151
3	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	-2.3595	0.6622*	-5.0129***	0.079907
4	C. Industria de la madera	-0.86779	0.27067	-3.7701**	0.44
5	D. Papel, imprenta e industria editorial	-1.5963	1.4387***	-3.5763**	0.16781
6	F. Productos plásticos y de caucho	-2.9526	1.4059***	-4.5065***	0.13268
7	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	-2.0547	1.0798***	-4.696***	0.23015
8	H. Siderurgia	-2.4653	0.20233	-4.2908***	0.090793
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	-2.5543	1.2489***	-4.2219***	0.044929
10	Automotrices	-2.6585	1.2348***	-6.0447***	0.10259
11	E. Química, fotografía, óptica y relojería	-1.9098	1.2319***	-5.0504***	0.058437
12	K. Otras industrias manufactureras	-2.3558	1.4913***	-3.6037**	0.0989

Nota : El sector “A. Agropecuario y Agroindustrial” incluye productos agroindustriales, alimentos, bebidas y tabaco. ***p<0.01, **p<0.05, * p<0.10. En la prueba ADF, la hipótesis nula establece presencia de raíz unitaria; valores significativos indican estacionariedad. En KPSS, la hipótesis nula establece estacionariedad; valores significativos indican no estacionariedad

A continuación, se calculó la existencia de cointegración.

Se aplicó el test de Dickey-Fuller aumentado (ADF) sobre los residuos estimados al modelo 6.3, con el objetivo de confirmar estadísticamente si estos son estacionarios y, por ende, si existe cointegración entre las variables. En esta etapa del procedimiento de Engle y Granger, se aplica la prueba de Dickey-Fuller aumentado (ADF) sobre los

residuos estimados del modelo de largo plazo, con el objetivo de determinar si estos son estacionarios, En los modelos de cointegración, particularmente en la metodología de Engle y Granger, la ecuación estimada en niveles representa una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables económicas. Esto se debe a que dicha ecuación refleja la trayectoria común hacia la cual las variables tienden a converger a lo largo del tiempo, aun cuando en el corto plazo puedan presentarse desviaciones temporales. Por ello, la regresión estimada mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO) se interpreta como una relación de largo plazo, mientras que los residuos obtenidos de esta permiten verificar la existencia de cointegración mediante pruebas de estacionariedad como la Dickey-Fuller aumentada (ADF).

Tabla 6.4. Cointegración Engle y Granger

No.	Sector	TAU	1%	5%	10%	Significancia
1	Importaciones Globales	-2.6134	-2.6	-1.95	-1.61	***
2	importaciones A. Agropecuaria y Agroindustrial, Productos Agroindustriales, Alimentos, Bebidas y Tabaco	-5.4557	-2.6	-1.95	-1.61	***
3	importaciones B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	-1.8086	-2.6	-1.95	-1.61	*
4	importaciones C. Industria de la madera	-1.7703	-2.6	-1.95	-1.61	*
5	importaciones D. Papel, imprenta e industria editorial	-2.6393	-2.6	-1.95	-1.61	***
6	importaciones F. Productos plásticos y de caucho	-2.1278	-2.6	-1.95	-1.61	**
7	importaciones G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	-2.1219	-2.6	-1.95	-1.61	**
8	importaciones H. Siderurgia	-1.1434	-2.6	-1.95	-1.61	no cointegra
9	importaciones J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	-2.127	-2.6	-1.95	-1.61	**
10	importaciones de productos manufacturados, Total, Automotrices	-2.5985	-2.6	-1.95	-1.61	**
11	importaciones, E. Química	-3.4875	-2.6	-1.95	-1.61	***
12	importaciones K. Otras industrias manufactureras	-3.8024	-2.6	-1.95	-1.61	***

Nota: como el sector de siderurgia no cointegra se procederá a aplicar un modelo de mínimos cuadrados ordinarios con las variables en diferencias para este sector, *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$.

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla, la mayoría de los sectores muestran evidencia de cointegración entre las importaciones y el PIB sectorial, ya que el estadístico tau obtenido en la prueba de Engle y Granger es mayor que el respectivo valor crítico. Esto implica que los residuos del modelo de largo plazo son estacionarios, por lo que existe una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables analizadas.

En particular, los sectores de importaciones globales, agropecuarias y agroindustriales, papel, imprenta, e industria editorial, el químico y otras industrias manufactureras presentan cointegración al 1 %, lo que indica una relación de largo plazo altamente significativa.

Por otro lado, los sectores de productos plásticos y de caucho, fabricación de productos minerales no metálicos, productos maquinaria y equipo y el sector automotriz presentan

una fuerte cointegración al 5 %, mientras que el sector textil, artículos de vestir e industria del cuero y la industria de la madera presentan una cointegración muy débil que apenas pasa el 10% de significancia.

Sin embargo, el sector de siderurgia no presenta evidencia de cointegración, debido a que el estadístico tau (-1.14) no supera en valor absoluto al valor crítico correspondiente (-1.61). Esto sugiere que los residuos no son estacionarios y, por tanto, no puede confirmarse una relación estable de largo plazo entre las importaciones y el PIB de dicho sector.

En términos generales, los resultados respaldan la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo para la mayoría de los sectores manufactureros analizados, lo que valida la utilización de modelos basados en cointegración para estudiar las elasticidades.

El modelo FM-OLS se estimó incluyendo una constante en la ecuación de cointegración. La incorporación de este término permite capturar el nivel promedio o componente sistemático de largo plazo de las importaciones manufactureras. Asimismo, la inclusión de una constante resulta apropiada cuando las series presentan medias distintas de cero y una relación de equilibrio con intercepto, evitando sesgos por omisión de variables determinísticas básicas. De esta manera, el estimador FM-OLS con constante proporciona una representación más realista y consistente de la relación de largo plazo entre las variables analizadas.

6.4. Elasticidades ingreso del comercio exterior manufacturero

Se estimó la elasticidad ingreso de las importaciones por sector a partir del modelo FM OLS

Tabla 6.5. Resultados elasticidad Ingreso FM-OLS

No.	Sector	Elasticidad ingreso de las importaciones	Estadístico t	R2
1	Sector manufacturero global	2.98***	9.69	0.815
2	A. Agropecuaria y Agroindustrial	2.89***	16.57	0.887
3	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	0.59	-0.62	0.05
4	C. Industria de la madera	1.51	1.24	0.07
5	D. Papel, imprenta e industria editorial	2.08***	8.38	0.789
6	F. Productos plásticos y de caucho	2.45***	6.61	0.746
7	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	4.53***	7.61	0.662
8	H. Siderurgia	0.43**	2.07	0.076
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	3.90***	6.88	0.7
10	Total, Automotrices	1.47***	13.24	0.856
11	E. Química, fotografía, óptica y relojería	5.30***	-5.31	0.281
12	K. Otras industrias manufactureras	2.51***	14.95	0.896

Nota: *** significativo al 1%; ** significativo al 5%; * significativo al 10%.

En el contexto del estimador FM-OLS, no resulta indispensable aplicar las pruebas clásicas de autocorrelación, ya que este enfoque ofrece estimaciones precisas para las relaciones de largo plazo entre el PIB y las exportaciones, abordando la endogeneidad y la autocorrelación (Calderón y Hernández, 2024).

La tabla presenta los resultados de las elasticidades ingreso de las importaciones manufactureras estimadas mediante el método FM-OLS para distintos sectores manufactureros de México. Los resultados muestran que la mayoría de los sectores presentan coeficientes positivos y estadísticamente significativos al 1%, lo que indica que un incremento en el PIB manufacturero se asocia con un aumento proporcionalmente mayor en las importaciones manufactureras. Destacan sectores como fabricación de otros productos minerales no metálicos, química, fotografía, óptica y relojería, y productos metálicos, maquinaria y equipo, los cuales registran las elasticidades más elevadas.

Por otro lado, sectores como textiles e industria de la madera presentan coeficientes no significativos estadísticamente, lo que sugiere una relación débil entre el ingreso manufacturero y las importaciones en dichas actividades. Asimismo, los valores de (R^2) indican que varios modelos poseen un buen nivel explicativo.

Existe una evidencia que marca una grande heterogeneidad en las elasticidades ingreso de las importaciones manufactureras, lo que refleja distintos grados de dependencia importadora entre sectores productivos. En términos agregados, el sector manufacturero global presenta una elasticidad de 2.98, indicando que las importaciones manufactureras crecen proporcionalmente más rápido que el ingreso nacional.

Entre los sectores con mayor sensibilidad destacan Química, fotografía, óptica y relojería (5.31), así como Fabricación de otros productos minerales no metálicos (4.54) y Productos metálicos, maquinaria y equipo (3.90), lo que sugiere una fuerte dependencia de insumos intermedios, bienes de capital y tecnología importada para sostener la expansión productiva. También muestran elasticidades relativamente elevadas los sectores Agropecuario y Agroindustrial, alimentos, bebidas y tabaco (2.896), Otras industrias manufactureras (2.51), y Productos plásticos y de caucho (2.45), evidenciando una importante vinculación con mercados externos.

Por otro lado, Papel, imprenta e industria editorial (2.09) y la Industria de la madera (1.51) presentan una respuesta moderada de las importaciones frente al crecimiento del ingreso. En contraste, los sectores de Automotrices (1.48), Textiles, artículos de vestir e industria del cuero (0.59) y especialmente Siderurgia (0.44) registran elasticidades relativamente bajas, indicando una menor sensibilidad importadora ante el crecimiento económico, posiblemente asociada a una mayor integración productiva a las cadenas globales de valor, las cuales dependen en mayor medida de factores externos a la economía nacional.

En conjunto, los resultados sugieren que el patrón manufacturero mexicano mantiene una elevada dependencia externa en sectores intensivos en tecnología y bienes intermedios, mientras que otros sectores muestran una estructura importadora más contenida.

6.5. Estimación del crecimiento compatible con equilibrio externo (Ley de Thirlwall)

Tabla 6.6. Cálculos de la Ley de Thirlwall por subsectores

No.	Ley de Thirlwall Sector	g* Efectiva		Elasticidad ingreso	g Estimada Crecimiento Estimado	comparacion g* vs g
		Tasa de Crecimiento PIB	Tasa de Crecimiento Exportaciones			
1	Sector Maufacturero Global	2.25	9.36	2.98	3.14	$g^* < g$
2	A. Agropecuaria y Agroindustrial	1.74	10.82	2.896	3.74	$g^* < g$
3	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	-1.161	6.67	0.59	11.26	No aplicable
4	C. Industria de la madera	0.143	9.68	1.51	6.41	$g^* < g$
5	D. Papel, imprenta e industria editorial	1.810	4.76	2.09	2.28	$g^* < g$
6	F. Productos plásticos y de caucho	2.502	8.55	2.45	3.49	$g^* < g$
7	G. Fabricación de otros productos MNM	1.255	7.05	4.54	1.55	$g^* < g$
8	H. Siderurgia	0.491	6.88	0.44	15.66	$g^* < g$
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	1.916	10.06	3.90	2.58	$g^* < g$
10	Total, Automotrices	5.173	10.26	1.48	6.95	$g^* < g$
11	E. Química, fotografía, óptica y relojería	-0.528	5.81	5.31	1.09	No aplicable
12	K. Otras industrias manufactureras	5.350	9.90	2.51	3.94	$g^* > g$

Nota: Los sectores clasificados como "No aplicable" corresponden a aquellos que registraron tasas de crecimiento efectivas negativas, las cuales no son contempladas por la formulación de la Ley de Thirlwall. El sector G se refiere a la fabricación de otros productos minerales no metálicos, la g^* efectiva se obtuvo sacando la tasa de crecimiento $g^* = \frac{\ln(V_t) - \ln(V_0)}{n}$, la g estimada se obtuvo con la ecuación de la ley de Thirlwall $g = \frac{\pi}{\eta M}$

Los resultados obtenidos muestran que, utilizando la metodología de tasas de crecimiento promedio de largo plazo previamente expuesta, existen diferencias importantes entre los distintos sectores manufactureros respecto a su crecimiento efectivo, el dinamismo exportador y el crecimiento compatible con el equilibrio externo planteado por la Ley de Thirlwall. En el caso del sector manufacturero global, la tasa de crecimiento promedio

anual de las exportaciones reales durante el periodo 2010–2024 fue de 9.36%, mientras que la tasa de crecimiento efectivo del PIB manufacturero real se ubicó en 2.25% promedio anual. A partir de la elasticidad ingreso de las importaciones estimada (2.98), la aplicación de la Ley de Thirlwall permite obtener una tasa de crecimiento compatible con el equilibrio externo de 3.14%, lo que indica que el crecimiento efectivo del sector manufacturero se mantuvo por debajo del crecimiento permitido por la restricción externa.

A nivel sectorial, los sectores agropecuario y agroindustrial, productos plásticos y de caucho, papel e imprenta, así como el sector automotriz, presentan tasas de crecimiento efectivo inferiores a las estimadas por la Ley de Thirlwall, lo que sugiere que estos sectores crecieron por debajo de su potencial compatible con el equilibrio externo. Destaca particularmente el sector automotriz, cuyo crecimiento estimado fue de 6.95%, mientras que el crecimiento efectivo alcanzó 5.17%.

Por otro lado, sectores como la fabricación de otros productos minerales no metálicos y productos metálicos, maquinaria y equipo muestran un crecimiento efectivo cercano o ligeramente inferior al crecimiento teórico estimado, reflejando una mayor aproximación al límite impuesto por la restricción sectorial.

En contraste, algunos sectores presentan resultados atípicos derivados de elasticidades ingreso muy bajas. El sector de siderurgia registra una elasticidad ingreso de 0.44, lo que genera un crecimiento compatible con equilibrio externo considerablemente elevado (15.66%), muy por encima de su crecimiento efectivo de 0.49%.

Sin embargo, en sectores donde la tasa de crecimiento observada del PIB es negativa, como Textiles (-1.161%) y Química, fotografía, óptica y relojería (-0.528%), la interpretación de la Ley de Thirlwall debe hacerse con cautela, ya que el desempeño contractivo puede responder a factores estructurales, choques de demanda, pérdida de competitividad o cambios tecnológicos que van más allá de la restricción externa planteada por el modelo. En conjunto, los resultados sugieren que la manufactura mexicana enfrenta una restricción externa diferenciada por sectores, donde las ramas más dependientes de importaciones limitan su crecimiento potencial, mientras que aquellas con menores elasticidades ingreso de importación poseen un mayor margen de expansión sostenible.

6.6. Análisis sectorial

En la mayoría de los casos, la tasa de crecimiento compatible con el equilibrio externo estimada mediante la Ley de Thirlwall supera al crecimiento efectivo observado, como ocurre en los sectores agropecuario y agroindustrial, industria de la madera, productos plásticos y de caucho, papel e imprenta, siderurgia y automotriz. Esto sugiere que dichos sectores no estuvieron limitados principalmente por su propia restricción externa, sino por factores internos como insuficiente inversión productiva, baja productividad, escasa innovación tecnológica o debilidad del mercado interno.

En términos generales, los resultados sugieren que la restricción externa afecta de manera diferenciada a cada rama manufacturera. Mientras algunos sectores muestran márgenes para crecer a tasas superiores sin generar desequilibrios externos, otros parecen enfrentar limitaciones estructurales asociadas a su dependencia importadora y a la sensibilidad de las importaciones ante el crecimiento del ingreso.

La aplicación de la ley de Thirlwall a nivel sectorial implica una reinterpretación respecto a su formulación agregada, ya que en este caso no se analiza la restricción externa de la economía en su conjunto, sino la capacidad de cada sector manufacturero para sostener su crecimiento a partir de su propio desempeño comercial. En este contexto, las exportaciones sectoriales generan divisas, mientras que las importaciones las absorben; sin embargo, la restricción externa sectorial no es completamente autónoma, debido a que algunos sectores pueden apoyarse indirectamente en las divisas generadas por otras actividades económicas de la economía mexicana.

Tabla 6.7. Tasa de crecimiento de importaciones

No.	Sector	Tasa de crecimiento de Importaciones
1	Sector Maufacturero Global	7.08
2	A. Agropecuaria y Agroindustrial, Productos Agroindustriales, Alimentos, Bebidas y Tabaco	7.45
3	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	6.91
4	C. Industria de la madera	6.90
5	Exportaciones, D. Papel, imprenta e industria editorial	3.37
6	Exportaciones, F. Productos plásticos y de caucho	6.06
7	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	6.42
8	H. Siderurgia	6.35
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	9.45
10	Total, Automotrices	7.92
11	E. Química, fotografía, óptica y relojería	5.30
12	K. Otras industrias manufactureras	10.16

Sin embargo, existen sectores donde las importaciones crecieron a tasas relativamente elevadas, como productos metálicos, maquinaria y equipo (9.45%) y otras industrias

manufactureras (10.16%), lo que refleja una fuerte dependencia de insumos, maquinaria y bienes intermedios importados. Esto sugiere que, aunque las exportaciones mantienen un crecimiento importante, gran parte de la producción manufacturera continúa sustentándose en componentes externos, evidenciando débiles encadenamientos productivos nacionales y un reducido contenido nacional en algunos sectores.

6.7. Conclusiones

En términos generales, la evidencia sugiere que la restricción sectorial afecta de manera diferenciada a cada rama manufacturera. Mientras algunos sectores mantienen márgenes para expandirse sin generar desequilibrios sectoriales significativos, otros reflejan una elevada dependencia importadora que limita la sostenibilidad de su crecimiento de largo plazo.

La mayoría de los sectores manufactureros no presentan una restricción sectorial severa en el periodo analizado, debido a que las tasas de crecimiento de las exportaciones han sido considerablemente elevadas. Este comportamiento se encuentra estrechamente relacionado con la fuerte integración comercial de México con Estados Unidos, principal destino de las exportaciones manufactureras mexicanas. La elevada propensión marginal a consumir de la economía estadounidense ha permitido sostener una demanda constante de bienes manufacturados mexicanos, impulsando así el crecimiento de las exportaciones y relajando temporalmente la restricción externa de numerosos sectores.

Sin embargo, esta dinámica también refleja una importante vulnerabilidad estructural. La elevada dependencia del mercado estadounidense implica que gran parte del desempeño exportador mexicano depende de las condiciones económicas de Estados Unidos y de la evolución de su demanda agregada. En consecuencia, una desaceleración del consumo estadounidense, una recesión económica o cambios en las políticas comerciales internacionales podrían reducir significativamente la demanda de exportaciones mexicanas, afectando directamente el crecimiento manufacturero y reactivando con mayor intensidad la restricción sectorial.

Por ello, aunque el dinamismo exportador ha permitido que muchos sectores crezcan por debajo de su límite externo teórico, este patrón de crecimiento no necesariamente resulta

sostenible en el largo plazo. La fuerte concentración geográfica de las exportaciones y la elevada dependencia de insumos importados evidencian la necesidad de fortalecer el mercado interno, diversificar destinos de exportación, incrementar el contenido nacional de la producción y desarrollar mayores encadenamientos productivos internos que permitan reducir la vulnerabilidad externa de la economía manufacturera mexicana.

Los resultados obtenidos en esta investigación son diferentes a diversos estudios empíricos aplicados al caso mexicano sobre la Ley de Thirlwall.

En general, la literatura concluye que el crecimiento económico de México ha estado restringido por la balanza de pagos, particularmente por las elasticidades ingreso de las importaciones. Estudios como los de Juan Carlos Moreno-Brid (1999) y Arenas (2015) encuentran evidencia de cointegración entre el crecimiento económico y el sector externo, validando la Ley de Thirlwall para México en el largo plazo.

Por su parte, Vázquez y Avendaño (2012) muestran que un aumento en la elasticidad ingreso de las importaciones reduce la tasa de crecimiento compatible con el equilibrio externo, especialmente durante el periodo del TLCAN. Asimismo, Carrasco y Tovar (2022) concluyen que la versión débil de la Ley de Thirlwall explica adecuadamente el crecimiento económico mexicano cuando se considera la composición comercial. Mas recientemente Calderón y Hernández (2024) demostraron el cumplimiento de la ley de Thirlwall.

La diferencia entre esta investigación y los estudios previamente mencionados radica principalmente en dos aspectos. En primer lugar, el periodo de análisis utilizado es distinto y, en segundo lugar, esta investigación se enfoca exclusivamente en el sector manufacturero, mientras que la mayoría de los autores analizan el producto interno bruto, así como las exportaciones e importaciones agregadas de toda la economía mexicana.

En este caso, los resultados indican que el crecimiento del sector manufacturero no ha estado fuertemente restringido por la balanza de pagos, lo cual puede explicarse por el notable dinamismo que han presentado las exportaciones manufactureras mexicanas durante los últimos años. Además, al concentrarse únicamente en la manufactura y considerando que México es una economía con una fuerte orientación manufacturera, la tasa de crecimiento de las exportaciones analizadas resulta mayor al excluir aquellas exportaciones pertenecientes a otros sectores económicos. No obstante, es importante señalar que la diferencia entre la tasa de crecimiento observada y la tasa de crecimiento

compatible con el equilibrio externo es relativamente pequeña, al obtenerse resultados de 2.25 para (g) y 3.14 para (g*), lo que sugiere que la restricción externa continúa siendo un elemento relevante para el crecimiento manufacturero de México.

Bajo esta perspectiva, los resultados obtenidos muestran que, dentro de la manufactura mexicana, con excepción de los sectores textil y químico, la mayoría de los sectores presentan capacidad para generar sus propias divisas. No obstante, el sector de la madera no resultó estadísticamente significativo y el sector siderúrgico no presentó cointegración, por lo que fue necesario estimar el modelo en primeras diferencias, implicando que dicha elasticidad debe interpretarse únicamente en el corto plazo y, por tanto, sus resultados deben analizarse con cautela.

Se concluye que la hipótesis de la Ley de Thirlwall no se cumple para el sector manufacturero mexicano. Si bien la reducción de las elasticidades de exportación e importación influye sobre el crecimiento económico sectorial de largo plazo, los resultados muestran que la manufactura mexicana no ha estado fuertemente restringida por la balanza de pagos durante el periodo analizado, debido al importante dinamismo de las exportaciones manufactureras.

Capítulo 7. Análisis impulso-respuesta y resiliencia sectorial

7.1. Introducción

Se propone cumplir el objetivo 3 que es determinar el crecimiento económico compatible con la Ley de Thirlwall a nivel sectorial, así como analizar el impacto de cambios estructurales y shocks externos como el T-MEC, la expansión del comercio con China y la pandemia de COVID-19, con el fin de identificar los subsectores con mayor competitividad y resiliencia frente a estos impactos.

En este contexto, el concepto de resiliencia económica adquiere una importancia central, ya que permite comprender la capacidad de las economías y de los sectores productivos para enfrentar escenarios de alta incertidumbre y perturbaciones externas.

La resiliencia económica se refiere a la capacidad de una economía, influida y fortalecida por las políticas públicas, para resistir, adaptarse y recuperarse de los efectos adversos generados por choques externos, minimizando sus impactos sobre la actividad productiva y el bienestar económico (Briguglio et al, 2010).

En el caso de la pandemia de COVID-19, los efectos económicos no fueron homogéneos entre los distintos sectores productivos. Mientras algunos subsectores experimentaron fuertes caídas en producción, empleo y comercio exterior, otros lograron mantener un desempeño relativamente estable o incluso expandirse debido a cambios en la demanda internacional, la digitalización y la reorganización de las cadenas globales de valor. Por ello, analizar la resiliencia sectorial permite identificar qué actividades económicas presentaron una mayor capacidad de adaptación y recuperación frente al shock sanitario, así como evaluar el papel de la competitividad estructural y del sector externo en dicho proceso.

Las funciones de impulso-respuesta constituyen una herramienta central en el análisis dinámico de modelos de series de tiempo multivariados, particularmente dentro del marco de los modelos autorregresivos vectoriales (VAR), introducidos por Christopher Sims (1980) como una alternativa a los modelos macroeconómicos estructurales tradicionales. Este enfoque permite analizar la interacción dinámica entre variables

endógenas sin imponer restricciones teóricas a priori, facilitando el estudio de los efectos de distintos choques a lo largo del tiempo.

Este enfoque permite analizar cómo un shock o innovación en una variable del sistema afecta la trayectoria futura de todas las variables endógenas. A diferencia de los modelos estructurales tradicionales, los modelos VAR tratan a todas las variables como endógenas y explican su dinámica a partir de sus propios rezagos y los rezagos de las demás variables del sistema.

Las funciones de impulso-respuesta describen el efecto temporal de un shock unitario en el término de error de una variable sobre el valor presente y futuro de las variables del modelo. De esta forma, permiten analizar la propagación dinámica de perturbaciones económicas, lo cual es particularmente útil para estudiar mecanismos de transmisión en variables macroeconómicas como el ingreso, el tipo de cambio o el comercio internacional.

Sin embargo, dado que los términos de error del modelo VAR pueden estar contemporáneamente correlacionados, es necesario realizar una identificación estructural de los shocks. Una de las técnicas más utilizadas es la descomposición de Cholesky, que permite ortogonalizar las innovaciones del sistema y aislar el efecto de shocks independientes.

Formulación matemática

Considere un modelo VAR (p) con k variables endógenas:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + u_t \quad (7.1)$$

Donde:

Y_t es un vector $k \times 1$ de variables endógenas

A_i son matrices de coeficientes $k \times k$

u_t es el vector de innovaciones con media cero

$$E(u_t u_t') = \Sigma$$

Para analizar los efectos dinámicos de los shocks, el modelo VAR puede reescribirse en su representación de media móvil infinita (MA):

$$Y_t = \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i u_{t-i} \quad (7.2)$$

Donde:

Φ_i representa las matrices de multiplicadores dinámicos

La función de impulso–respuesta se define como el efecto de un shock unitario en la variable j sobre la variable i después de h periodos:

$$IRF_{ij}(h) = \frac{\partial y_{i,t+h}}{\partial u_{j,t}} \quad (7.3)$$

Esto mide cómo una innovación en la variable j impacta dinámicamente la variable i a lo largo del horizonte temporal h

Las pruebas de estacionariedad, así como su fundamentación teórica y formulación matemática, han sido previamente descritas en la sección correspondiente a la metodología de Marshall-Lerner. Dado que el presente análisis también se basa en técnicas de series de tiempo, su aplicación, interpretación y supuestos se mantienen sin cambios, por lo que no se replican nuevamente en esta sección.

Para la estimación y validación del modelo VAR/VECM se siguen los siguientes procedimientos metodológicos:

a) Identificación de shocks

Dado que los términos de error u_t pueden estar correlacionados contemporáneamente, se utiliza una descomposición de la matriz de varianza-covarianza:

$$\Sigma = P P'$$

donde P es una matriz triangular inferior obtenida mediante la descomposición de Cholesky. Esto permite transformar las innovaciones correlacionadas en shocks ortogonales, facilitando la interpretación económica de los impulsos.

b) Selección del número de rezagos

Antes de estimar el modelo VAR/VECM, se determina el número óptimo de rezagos mediante criterios de información como AIC (Akaike Information Criterion), BIC o SBC (Schwarz Bayesian Criterion), HQ (Hannan–Quinn Criterion) y FPE (Final Prediction Error). El número de rezagos seleccionado corresponde al modelo que minimiza el valor

del criterio y garantiza una especificación adecuada de la dinámica temporal del sistema, estos están detallados en la sección correspondiente al Marshall Lerner.

c) Estabilidad del VAR

Para que el impulso-respuesta sea válido, el modelo debe ser estable.

Esto se verifica mediante la condición de raíces del polinomio característico.

La condición es:

$$|\lambda_i| < 1$$

Donde λ_i son las raíces del sistema VAR. Si todas las raíces están dentro del círculo unitario, el modelo es estable y las funciones impulso-respuesta son válidas.

d) Prueba de autocorrelación de residuos

El test Portmanteau de Ljung–Box se emplea para evaluar la hipótesis conjunta de ausencia de autocorrelación serial en los residuos del modelo hasta un rezago h . Formalmente se plantea la hipótesis nula $H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_h = 0$, donde ρ_k representa la autocorrelación en el rezago k .

De este modo, el test permite evaluar de manera conjunta si los residuos se comportan como ruido blanco, condición necesaria para la correcta especificación dinámica del modelo. La presencia de autocorrelación serial se determina al rechazar la hipótesis nula del test de Ljung–Box, lo cual ocurre cuando el p-value es menor al nivel de significancia, indicando que al menos una de las autocorrelaciones es estadísticamente distinta de cero.

e) Prueba ARCH heterocedasticidad

El test ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), propuesto por Robert Engle, se utiliza para detectar la presencia de heterocedasticidad condicional en los residuos de un modelo. La idea central es evaluar si la varianza de los errores depende de sus valores pasados, esta explicada en la sección perteneciente al Marshall Lerner.

f) Intervalos de confianza del impulso-respuesta

Para evaluar si los efectos dinámicos son estadísticamente significativos, se emplean intervalos de confianza en las funciones impulso-respuesta, los cuales suelen estimarse

mediante técnicas de bootstrap. En este contexto, la normalidad de los errores no constituye un requisito indispensable, ya que las bandas de confianza se construyen a partir de aproximaciones empíricas de la distribución de los estimadores. En consecuencia, la ausencia de normalidad en los errores no invalida el análisis de las funciones impulso–respuesta, puesto que el bootstrap permite realizar inferencia sin depender de supuestos paramétricos estrictos (Kilian y Lütkepohl, 2017).

7.2. Especificación teórica de los modelos VAR y las funciones impulso respuesta

En el análisis de las funciones de impulso–repuesta, es importante definir un esquema de identificación que permita interpretar los resultados en un sentido causal. La función no es más que la representación de la media móvil asociado con el modelo estimado y explica la respuesta del sistema a shocks en los componentes de las perturbaciones vectoriales. La función impulso–respuesta diseña la respuesta de las variables endógenas en el sistema ante un shock en los errores (Calagua y Herminio, 2010).

Para estimar las funciones de IRF (impulse response functions) primero se debe estimar un modelo VAR que se realiza mediante una descomposición de Cholesky (1910) asumiendo que los cambios en la severidad de las restricciones sanitarias asociadas al COVID-19 afectan contemporáneamente a las exportaciones textiles, mientras que estas últimas no influyen de manera contemporánea sobre dichas restricciones.

Este supuesto implica un ordenamiento en el que el índice de COVID precede a las exportaciones, lo que permite interpretar las funciones impulso–respuesta como los efectos dinámicos de un shock en la intensidad de las medidas sanitarias sobre el sector exportador. Si bien el modelo VAR trata todas las variables como endógenas por construcción, ello no implica que todas lo sean en sentido estructural. En particular, el índice de COVID no mide directamente la evolución de la pandemia, sino la respuesta de política pública ante la misma, por lo que podría presentar cierto grado de endogeneidad. No obstante, en el corto plazo, se asume que estas decisiones responden principalmente a factores epidemiológicos y no al comportamiento contemporáneo del comercio exterior.

En este sentido, el índice de COVID puede interpretarse como una variable cuasi-exógena dentro del sistema. Además, es importante señalar que esta posible endogeneidad no

afecta el correcto funcionamiento de las funciones impulso-respuesta, ya que estas se basan en innovaciones no anticipadas dentro del sistema VAR y en los supuestos de identificación adoptados. Por lo tanto, las IRF siguen siendo una herramienta válida para analizar la respuesta dinámica de las exportaciones ante shocks en la intensidad de las restricciones sanitarias.

7.3. Descripción de variables

1.-Exportaciones e importaciones manufactureras

Todas las variables de exportación e importación manufactureras fueron descritas en el capítulo 5. No obstante, en esta sección se consideran en frecuencia mensual y no se encuentran deflactadas, debido a que el análisis no se centra en la estimación de elasticidades.

Se utilizan datos correspondientes al periodo 2018–2024, lo que permite examinar el comportamiento del comercio manufacturero antes, durante y después de la etapa de mayor impacto de la pandemia.

2.-Índice de COVID 19

El índice de severidad del COVID-19 elaborado por la Universidad de Oxford (Thomas Hale, et al 2021) ha sido previamente descrito en la sección correspondiente a la metodología del capítulo 4 donde se detalla su construcción, componentes y forma de medición. Dado que en este apartado se emplea el mismo indicador, se omite su descripción nuevamente, manteniéndose su interpretación y fundamento teórico sin modificaciones.

Para el modelo de impulso respuesta se utiliza el indicador weighted average. El índice original se publica con frecuencia diaria, lo que implica una mayor disponibilidad de información temporal. En el modelo de datos de panel esta variable se utilizó con frecuencia anual, lo que implica un no aprovechamiento considerable de la información disponible. En contraste, en el análisis de impulso–respuesta se aprovecha de mejor manera la frecuencia original del indicador al convertirlo a periodicidad mensual, lo que permite capturar con mayor precisión la evolución temporal del choque asociado a la pandemia. De esta forma, el modelo cuenta con 36 observaciones mensuales del índice de severidad, correspondientes al periodo de mayor impacto de las medidas sanitarias a nivel internacional.

Variaciones en el nivel del índice permiten interpretar el choque sanitario como un shock exógeno sobre la actividad económica, lo cual hace posible analizar cómo cambios en la severidad de las restricciones se transmiten hacia las exportaciones e importaciones manufactureras de los distintos subsectores industriales.

7.4. Metodología econométrica y especificación del modelo

El VAR necesario para obtener las IRF es:

$$\ln X_{i,t} = \alpha_0 + \sum_{k=1}^{\rho} \alpha_{1k} \ln X_{i,t-k} + \sum_{k=1}^{\rho} \alpha_{2k} COVID_{t-k} + \epsilon_t \quad (7.4)$$

Esto implica que las exportaciones del subsector dependen de:

- 1.-Su propia dinámica pasada $\ln X_{i,t-k}$
- 2.-Los rezagos del índice de severidad de la pandemia. $COVID_{t-k}$ (7.5)

7.4.1. Función de impulso-respuesta

A partir del modelo VAR estimado se obtienen funciones de impulso-respuesta, las cuales permiten analizar el efecto dinámico de un shock en el índice de COVID sobre las exportaciones o importaciones del subsector i :

$$IRF_{Xi,COVID}(h) = \frac{\partial X_{i,t+h}}{\partial u_{COVID,t}}$$

Estas funciones muestran cómo un shock en el índice de severidad de la pandemia afecta la trayectoria del comercio manufacturero a lo largo del tiempo. El procedimiento se repite para cada uno de los subsectores manufactureros, permitiendo comparar la magnitud y persistencia del impacto de la pandemia entre diferentes ramas de la industria.

$$IRF_{Xi,COVID}(h) = \frac{\partial M_{i,t+h}}{\partial u_{COVID,t}}$$

El procedimiento se repite para cada uno de los subsectores manufactureros, permitiendo comparar la magnitud y persistencia del impacto de la pandemia entre diferentes ramas de la industria. El modelo VAR se estima de forma independiente para cada uno de los 24 subsectores manufactureros de exportaciones y de importaciones además del total, lo que permite comparar la heterogeneidad en la respuesta dinámica del comercio ante

shocks asociados a la pandemia. Antes de estimar el VAR, se aplicaron pruebas de raíz unitaria.

Tabla 7.1. Pruebas de estacionariedad a las exportaciones

No.	Exportaciones Sector	Niveles		Primera diferencia	
		Dickey Fuller	KPSS	Dickey Fuller	KPSS
1	Globales	-3.1995*	1.3969***	-5.8537***	0.03
2	A. Agropecuaria y Agroindustrial	-3.5549**	2.0418***	-4.7697***	0.07
3	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	-2.6493	1.6025***	-5.0312***	0.04
4	C. Industria de la madera	-2.8857	1.2943***	-5.4567***	0.15
5	D. Papel, imprenta e industria editorial	-2.4694	1.8511***	-5.0717***	0.03
6	F. Productos plásticos y de caucho	-2.5669	1.6491***	-5.2476***	0.05
7	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	-2.5006	1.7122***	-5.2602***	0.07
8	H. Siderurgia	-1.593	1.2509***	-3.5363**	0.11
9	I. Minerometalurgia	2.1817	1.5841***	-4.3519***	0.05
10	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	-3.2501*	1.3689***	-5.831***	0.03
11	Automotrices	-3.4329*	0.79114***	-6.0192***	0.03
12	E. Química, fotografía, óptica y relojería	-1.8364	1.8992***	-4.9046***	0.04
13	K. Otras industrias manufactureras	-3.1242	1.6442***	-5.7386***	0.03

Nota : El sector "A. Agropecuario y Agroindustrial" incluye productos agroindustriales, alimentos, bebidas y tabaco. ***p<0.01, **p<0.05, * p<0.10. En la prueba ADF, la hipótesis nula establece presencia de raíz unitaria; valores significativos indican estacionariedad. En KPSS, la hipótesis nula establece estacionariedad; valores significativos indican no estacionariedad

La estacionariedad de las series de exportaciones se evaluó mediante la prueba KPSS y el Augmented Dickey-Fuller Test. Los resultados indican que ninguna de las variables en niveles permite rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, ya que en todos los casos los p-values son superiores al nivel de significancia del 5%, lo que evidencia la presencia de no estacionariedad en las series.

En consecuencia, se procedió a transformar todas las variables mediante primeras diferencias. Tras esta transformación, los resultados del test ADF muestran que todas las series diferenciadas son estacionarias, con p-values estadísticamente significativos en la mayoría de los casos (alrededor de 0.01), lo que permite rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria. Esto indica que las variables son integradas de orden uno, $I(1)$, por lo que su uso en primeras diferencias garantiza la validez econométrica del modelo VAR y evita problemas de regresión espuria.

Tabla 7.2. Pruebas de estacionariedad a las importaciones

No.	Importaciones Sector	Niveles		Primera diferencia	
		Dickey Fuller	KPSS	Dickey Fuller	KPSS
0	Globales	-2.4111	1.5456***	-4.7434***	0.04
1	A. Agropecuaria y Agroindustrial	-2.6816	1.9406***	-4.0436***	0.06
2	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	-2.144	1.2506***	-4.7619***	0.06
3	C. Industria de la madera	-2.1002	1.2477***	-4.0104***	0.07
4	D. Papel, imprenta e industria editorial	-2.0327	0.95254***	-3.6857**	0.07
5	F. Productos plásticos y de caucho	-2.283	1.3887***	-4.4715***	0.05
6	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	-2.6394	1.271***	-4.3675***	0.05
7	H. Siderurgia	-1.9583	1.4356***	-3.8198**	0.11
8	I. Minerometalurgia	-2.2586	1.4386***	-4.3271***	0.05
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	-2.4609	1.5091***	-4.9414***	0.04
10	Automotrices	-2.8196	1.0943***	-5.4317***	0.04
11	E. Química	-2.2804	1.7983***	-4.2076***	0.10
12	K. Otras industrias manufactureras	-2.1114	1.5367***	-4.4231***	0.04

Nota. Las columnas de autocorrelación y heterocedasticidad reportan los p-valores de las pruebas Portmanteau y ARCH, respectivamente. Los asteriscos indican el nivel de significancia estadística: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$ y * $p < 0.10$. La presencia de asteriscos implica el rechazo de la hipótesis nula de la prueba correspondiente; por tanto, en la prueba Portmanteau indica evidencia de autocorrelación residual y, en la prueba ARCH, evidencia de heterocedasticidad. La columna de estabilidad presenta el mayor módulo de las raíces del VAR; valores inferiores a uno indican que el sistema es estable.

Previo a la estimación del modelo VAR de las importaciones, se evaluó la estacionariedad de las series mediante la prueba KPSS y el Augmented Dickey-Fuller Test. Los resultados indican que ninguna de las variables en niveles permite rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, lo que implica la presencia de no estacionariedad y posibles tendencias estocásticas en las series. En consecuencia, se procedió a transformar las variables mediante primeras diferencias, obteniendo series estacionarias en todos los casos. Este resultado sugiere que las variables son integradas de orden uno, $I(1)$, lo cual es consistente con la evidencia empírica en series macroeconómicas. La transformación garantiza el cumplimiento de los supuestos del modelo VAR y evita problemas de regresión espuria en la estimación.

Tabla 7.3. Estacionariedad Índice de Covid-19

Variable	Niveles				Primeras Diferencias			
	Dickey Fuller	P valor	KPSS	P valor	Dickey Fuller	P valor	KPSS	P valor
Covid	1.6044	0.7381	0.41716	0.06976	-4.0707,	0.01041	0.15313	0.1

La variable asociada al COVID-19 fue sometida a pruebas de estacionariedad mediante el Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) y el KPSS Test. En el caso del ADF, en niveles el estadístico de Dickey-Fuller (1.6044) y su correspondiente p-value (0.7381) no permiten rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, lo que indica que la serie es no estacionaria. Sin embargo, al aplicar la primera diferencia, el estadístico ADF (-4.0707) resulta significativo (p-value = 0.01041), permitiendo rechazar la hipótesis nula y concluyendo que la serie diferenciada es estacionaria. De manera complementaria, el KPSS Test confirma estos resultados, ya que en niveles el estadístico KPSS (0.6403) supera el valor crítico al 5%, permitiendo rechazar la hipótesis nula de estacionariedad, mientras que en primeras diferencias el estadístico KPSS (0.0846) no resulta significativo, por lo que no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la serie diferenciada es estacionaria. En conjunto, ambas pruebas corroboran que la variable COVID es integrada de orden uno, I(1). En consecuencia, la variable se utiliza en primeras diferencias en la estimación del modelo, garantizando así la validez econométrica y evitando problemas de regresión espuria. Asimismo, debido a que esta misma variable es empleada en el modelo de impulso-respuesta de importación, no se volverá a detallar su análisis de estacionariedad en ese apartado.

Los criterios de selección de rezagos indicaron cuatro rezagos. Por lo tanto, se estimó:

$$Z_t^X = A_1 Z_{t-1} + A_2 Z_{t-2} + A_3 Z_{t-3} + A_4 Z_{t-4} + u_t \quad (7.6)$$

$$Z_t^M = A_1 Z_{t-1} + A_2 Z_{t-2} + A_3 Z_{t-3} + A_4 Z_{t-4} + u_t \quad (7.7)$$

Donde Z_t representa el vector de variables endógenas, A_i , son matrices de coeficientes asociadas a cada rezago del modelo, con $i=1,2,3,4$ y u_t corresponde al vector de perturbaciones aleatorias.

El vector de variables endógenas está definido por:

$$Z_t^X = \begin{pmatrix} EXP_t \\ Covid19_t \end{pmatrix} \quad Z_t^M = \begin{pmatrix} IMP_t \\ Covid19_t \end{pmatrix}$$

Donde EXP_t representa las exportaciones y $Covid19_t$ corresponde al índice de rigurosidad de Oxford del covid-10. De esta manera, el modelo VAR(4) permite analizar

la interacción dinámica entre ambas variables, considerando los efectos rezagados hasta cuatro periodos. IMP_t representa las importaciones y de esta manera, el modelo VAR (2) permite analizar la interacción dinámica entre ambas variables, considerando los efectos rezagados hasta dos periodos.

Los resultados de la estimación de 7.6 y 7.7 se puede ver en el anexo 7.1. Estos muestran una mayor heterogeneidad en comparación con el caso de las importaciones; sin embargo, se observa que, en la mayoría de los sectores, los criterios tienden a seleccionar cuatro periodos (rezagos) como especificación óptima. Este resultado sugiere la presencia de una dinámica más persistente en las exportaciones, asociada a la naturaleza de los datos.

Asimismo, en algunos sectores específicos se identifican estructuras con un mayor número de rezagos, lo que refleja una transmisión más prolongada de los shocks. En consecuencia, los modelos VAR de exportaciones requieren una mayor longitud de rezagos para capturar adecuadamente su dinámica temporal, manteniendo siempre un balance entre ajuste y parsimonia.

7.5. Resultados de las funciones impulso-respuesta

El análisis dinámico de las exportaciones manufactureras, estructurado bajo el modelo VAR, revela un patrón de afectación asimétrico y profundamente sectorizado ante el choque exógeno de la pandemia en el período 2 (P2). La contracción agregada de las Exportaciones Globales (-8.0%) estuvo explicada principalmente por el desplome de industrias altamente integradas a cadenas internacionales de valor, destacando la Industria Automotriz (-15.0%) y el sector de Maquinaria y Equipo (-8.0%) por sus caídas críticas y estadísticamente significativas, seguidas de contracciones severas en Textiles (-5.0%), Minerales No Metálicos (-5.0%), Otras Industrias Manufactureras (-4.5%), Madera (-4.0%) y Siderurgia (-2.5%). En contraste, los sectores vinculados a bienes de primera necesidad o insumos básicos, como Alimentos, Bebidas y Tabaco (-1.5%), Papel (-1.5%), Minerometalurgia (-1.0%) y el Sector Químico (-0.8%), mantuvieron variaciones marginales que resultaron no significativas en su impacto inicial, exhibiendo trayectorias de ajuste mucho más estables. Finalmente, la estructura dinámica de rezagos del sistema evidencia una notable resiliencia y velocidad de absorción del choque de corto plazo, ya que la totalidad de las industrias disipó las

perturbaciones de la crisis y retornó de manera orgánica a su nivel de equilibrio en un horizonte que oscila entre los 6 y los 11 meses.

La contracción agregada de las Importaciones Globales (-4.0%) estuvo explicada por una parálisis estadística y económicamente significativa en la práctica totalidad del aparato industrial, inducida por el freno en la demanda interna de insumos externos. El desplome de las compras al exterior alcanzó su nivel más crítico y devastador en la Industria Automotriz (-8.5%), seguida por contracciones contundentes en Maquinaria y Equipo (-4.0%), Plástico y Productos de Caucho (-4.0%), Productos Minerales No Metálicos (-3.5%), Minerometalurgia (-3.5%), Siderurgia (-3.0%), Otras Industrias Manufactureras (-3.0%), Alimentos, Bebidas y Tabaco (-2.5%), Madera (-2.0%), Industrias Químicas (-2.0%) y Papel, Impresión e Industrias Afines (-1.5%), todas ellas con un impacto inicial altamente significativo; la única excepción a este patrón contractivo fue el sector de Textiles y Prendas de Vestir (0.0%), que se mantuvo plano y sin significancia estadística. En cuanto a la fase de recuperación, el modelo refleja un comportamiento inestable en el corto plazo: aunque la mayoría de los sectores experimentaron un rápido amago de repunte en P3 o P4 —liderados por Maquinaria y Equipo (+1.5%), Industria Automotriz (+1.5%) y Alimentos (+1.2%)—, ninguno de estos efectos rebote logró ser estadísticamente significativo, reflejando un proceso de normalización de inventarios cauteloso y titubeante. Finalmente, la estructura dinámica de rezagos del sistema demuestra que las compras manufactureras al exterior absorbieron la perturbación de manera ágil y lineal, disipando las fluctuaciones remanentes para retornar orgánicamente a su nivel de equilibrio en un horizonte que oscila entre los 6 y los 10 meses poschoque.

Tabla 7.4. Pruebas diagnóstico al VAR de exportaciones

No.	Sector	Autocorrelacion	Heterocedasticidad	Estabilidad
0	Globales	0.1898	0.002***	0.7623
1	Agropecuaria y Agroindustria	0.02331***	0.283	0.8036
2	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	0.0761*	0.08*	0.7630
3	C. Industria de la madera	0.05727*	0.644	0.7135
4	D. Papel, imprenta e industria editorial	0.6644	0.929	0.5745
5	F. Productos plásticos y de caucho	0.1094	0.158	0.7616
6	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	0.03993**	0.075	0.7470
7	H. Siderurgia	0.1002	0.994	0.3920
8	I. Minerometalurgia	0.6874	0.988	0.5856
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	0.1050	0.005***	0.7626
10	Total, Automotrices	0.2121	0.001***	0.7153
11	E. Química, fotografía, óptica y relojería	0.1234	0.897	0.6898
12	K. Otras industrias manufactureras	0.00634***	0.137	0.4727

Nota. Los valores de las columnas de autocorrelación y heterocedasticidad corresponden a los p-valores de las pruebas Portmanteau y ARCH, respectivamente. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$ y * $p < 0.10$. La estabilidad se verifica cuando todas las raíces del VAR presentan un módulo inferior a uno, en la tabla se presenta el más alto.

En la mayoría de los sectores, no se rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación, ya que los p-valores son superiores al nivel de significancia del 5%, lo que sugiere que los residuos se comportan como ruido blanco. No obstante, se identifican algunos sectores específicos donde se rechaza dicha hipótesis, evidenciando autocorrelación residual, particularmente en fabricación de otros productos minerales no metálicos (p-value = 0.03993), agropecuario y agroindustria (p-value = 0.02331) y otras industrias manufactureras (p-value = 0.00634). En conjunto, existen ciertos sectores con posibles dinámicas no completamente capturadas por la especificación seleccionada.

En todos los sectores, los valores propios se encuentran dentro del círculo unitario, con valores inferiores a uno en valor absoluto, lo que garantiza la estabilidad del sistema. En particular, las raíces oscilan entre aproximadamente 0.39 y 0.80, indicando que, si bien el modelo es estable, las exportaciones presentan una mayor persistencia en comparación con las importaciones. Este resultado sugiere que los shocks tienen efectos transitorios, pero más prolongados en el tiempo, lo cual es consistente con la naturaleza de las exportaciones, caracterizadas por mayores rigideces productivas y dependencia de la demanda externa. En consecuencia, se valida el uso de funciones impulso-respuesta.

En la mayoría de los sectores, no se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad, ya que los p-valores son superiores al nivel de significancia del 5%, lo que sugiere que la varianza de los errores es constante en el tiempo. No obstante, se identifican dos casos en los que se rechaza dicha hipótesis: las importaciones globales (p-value = 0.008403) y el

sector automotriz (p-value = 0.0000078), evidenciando la presencia de heterocedasticidad. En particular, el sector automotriz presenta una alta volatilidad en los residuos, lo cual es consistente con su fuerte sensibilidad a shocks externos.

Tabla 7.5. Pruebas diagnóstico al VAR de importaciones

No.	Sector	Autocorrelación	Heterocedasticidad	Estabilidad
0	global	0.112	0.008***	0.511
1	A. Agropecuaria y Agroindustrial	0.216	0.383	0.625
2	B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	0.157	0.228	0.160
3	C. Industria de la madera	0.454	0.918	0.367
4	D. Papel, imprenta e industria editorial	0.429	0.340	0.542
5	F. Productos plásticos y de caucho	0.073*	0.139	0.206
6	G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	0.130	0.967	0.357
7	H. Siderurgia	0.311	0.413	0.265
8	I. Minerometalurgia	0.486	0.371	0.282
9	J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	0.070*	0.188	0.532
10	Total, Automotrices	0.297	0.000***	0.245
11	E. Química	0.322	0.362	0.382
12	K. Otras industrias manufactureras	0.026**	0.105	0.439

Nota. Las columnas de autocorrelación y heterocedasticidad reportan los p-valores de las pruebas Portmanteau y ARCH, respectivamente. Los asteriscos indican el nivel de significancia estadística: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$ y * $p < 0.10$. La presencia de asteriscos implica el rechazo de la hipótesis nula de la prueba correspondiente; por tanto, en la prueba Portmanteau indica evidencia de autocorrelación residual y, en la prueba ARCH, evidencia de heterocedasticidad. La columna de estabilidad presenta el mayor módulo de las raíces del VAR; valores inferiores a uno indican que el sistema es estable.

Para la mayoría de los sectores, no se rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación, ya que los p-values son superiores al nivel de significancia convencional del 5%, lo que indica que los residuos se comportan como ruido blanco. Sin embargo, se identifica un caso particular en el sector de otras industrias manufactureras, donde el p-value (0.02582) permite rechazar la hipótesis nula, evidenciando la presencia de autocorrelación residual.

Los resultados muestran que, para todos los sectores analizados, las raíces presentan valores menores a uno en valor absoluto, lo que indica que el sistema es estable. En particular, los valores oscilan entre aproximadamente 0.16 y 0.63, lo que confirma que las dinámicas estimadas son estacionarias en su forma reducida y que los shocks tienen efectos transitorios. Este resultado garantiza la validez de las funciones impulso-respuesta y de la descomposición de varianza, ya que el modelo cumple con la condición de estabilidad requerida en modelos VAR.

La presencia de heterocedasticidad en los residuos del modelo VAR se evaluó mediante la prueba ARCH multivariada. Los resultados indican que, en la mayoría de los sectores,

no se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad, ya que los p-values son superiores al 5%, lo que sugiere que la varianza de los errores es constante en el tiempo. No obstante, se identifican dos casos en los que se rechaza la hipótesis nula: las importaciones globales (p-value = 0.0084) y, de manera más pronunciada, el sector automotriz (p-value = 0.0000078), evidenciando la presencia de heterocedasticidad.

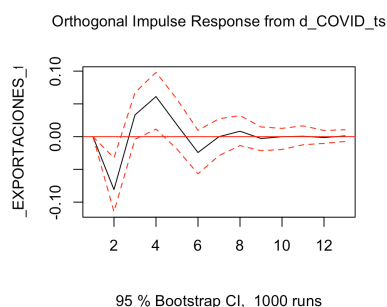
7.6. Resiliencia económica de los subsectores manufactureros y análisis comparativo sectorial

Para evaluar la resiliencia económica bajo la definición de Briguglio et al. (2010) a través de los resultados empíricos del modelo VAR, es necesario descomponer el análisis de las Funciones de Impulso-Respuesta en dos dimensiones dinámicas clave: en primer lugar, la capacidad de resistencia u "aguante" inicial, que mide la magnitud y la significancia estadística de la contracción sufrida por cada industria en el período 2 (P2) ante el choque exógeno de la pandemia; y, en segundo lugar, la capacidad de recuperación o adaptación, que determina la velocidad con la que la estructura de rezagos del sistema absorbe la perturbación hasta forzar el retorno de las series a su nivel de equilibrio. De este modo, al cruzar simultáneamente las matrices de exportaciones e importaciones bajo ambos criterios, los 12 sectores de la industria manufacturera mexicana se agrupan de manera clara en tres niveles diferenciados de resiliencia estructural.

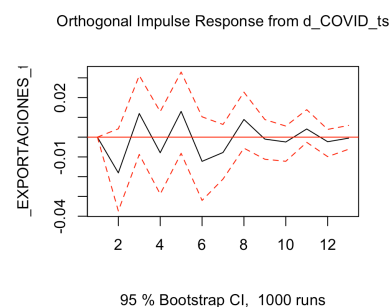
A continuación, se presentan las gráficas de impulso respuesta, primero se muestran las gráficas que pertenecen a la rama de exportaciones y posteriormente las que pertenecen a la rama de importaciones.

Gráfica 6.1- Funciones de impulso respuesta por sector

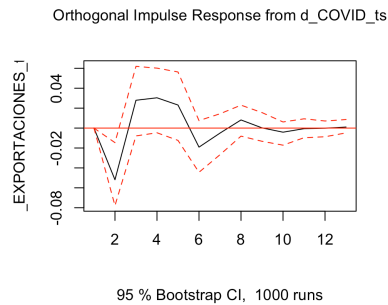
0.- Globales



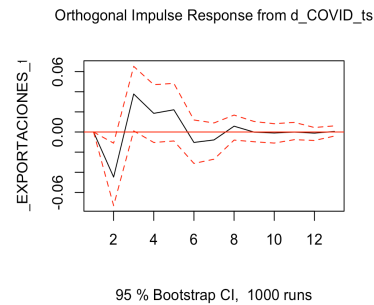
1.-Alimentos bebidas y tabaco



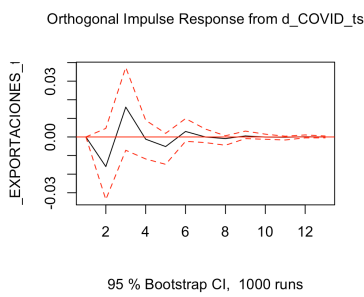
2.- Textiles, artículos de vestir, etc.



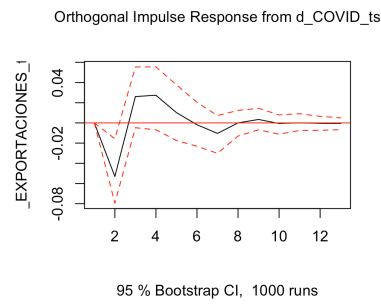
3.-Industria de la Madera



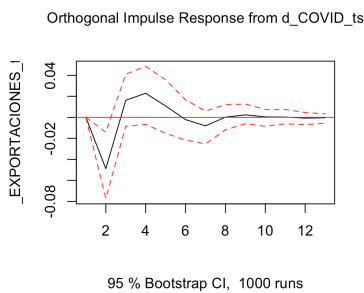
4.- Industria del papel



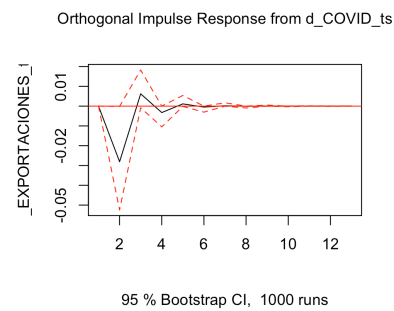
5.- Plástico y Caucho



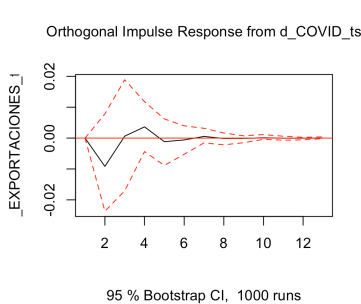
6.- Minerales no Metalicos



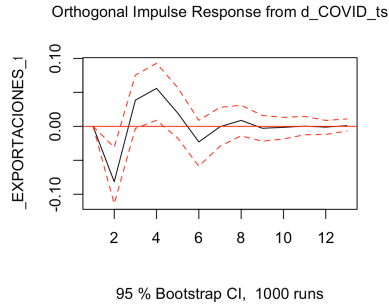
7.- Siderurgia



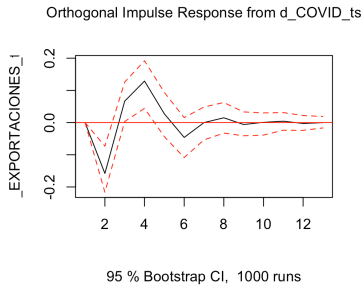
8.- Minerometalurgia



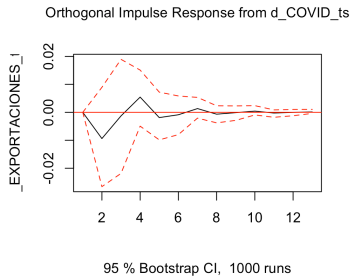
9.-Maquinaria y equipo



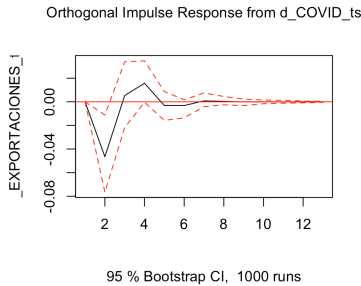
10.-Automotrices



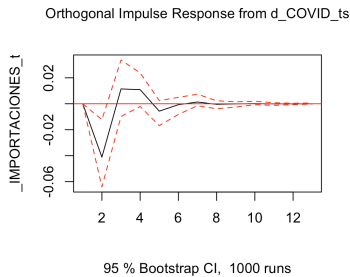
11.-Químico



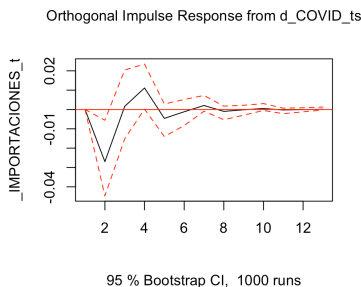
12.- Otras industrias manufactureras



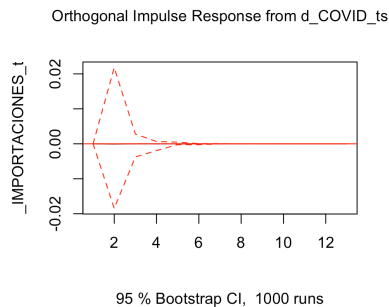
0.- Globales



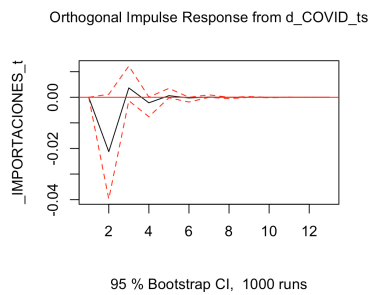
1.-Alimentos Bebidas y tabaco



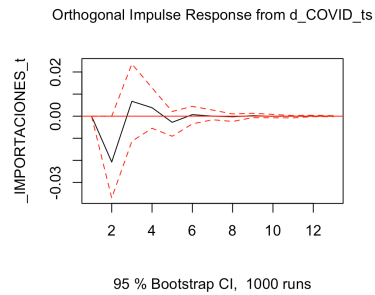
2.- Textiles



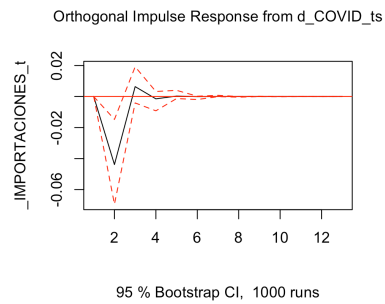
3.-Industria de la madera



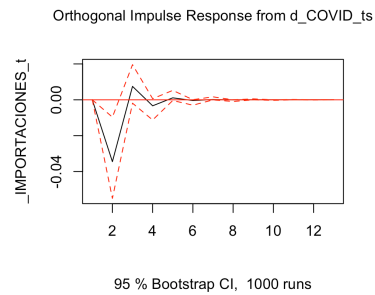
4.- Papel



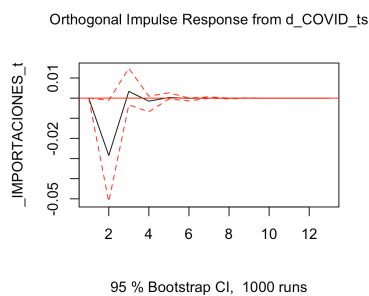
5.-Plásticos y Caucho



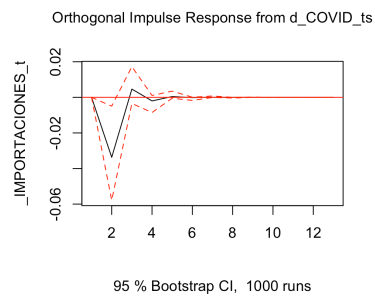
6.-Productos Minerales no metálicos



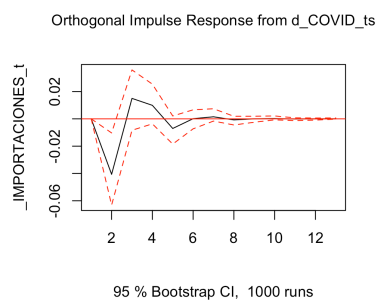
7.-Siderurgia



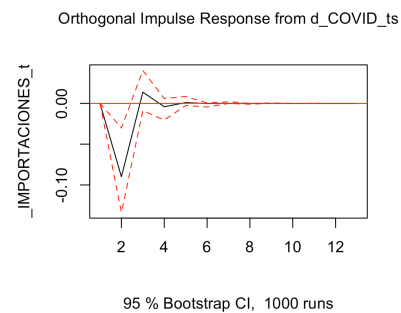
8.-Minerometalurgia



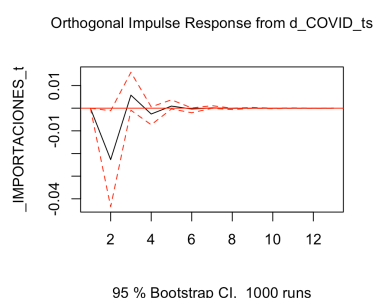
9.- Maquinaria y equipo



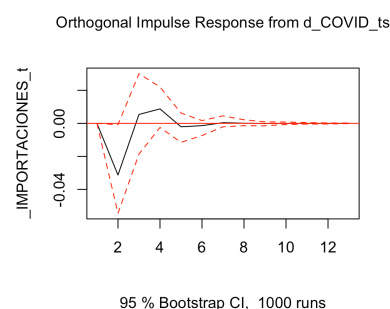
10.- Automotriz



11.- Químicas



12.- Otras industrias manufactureras



Con el propósito de sistematizar la interpretación de las funciones de impulso-respuesta, se construyó un criterio de resiliencia sectorial de carácter ordinal, el cual clasifica la capacidad de adaptación de los sectores manufactureros frente al choque ocasionado por la pandemia de COVID-19.

La clasificación se fundamenta en tres criterios derivados del análisis dinámico: la magnitud de la caída inicial provocada por el choque, el tiempo requerido para que las variables regresen a su trayectoria de equilibrio y la persistencia de los efectos en el sistema. De esta manera, los sectores clasificados con bloque 1 corresponden a aquellos con alta resiliencia, al presentar reducidas afectaciones iniciales, una rápida recuperación y baja persistencia del choque; los sectores con bloque 2 exhiben una resiliencia media, caracterizada por impactos moderados y una recuperación relativamente rápida; mientras que los sectores con bloque 3 representan una baja resiliencia, al registrar las mayores contracciones iniciales, una recuperación más lenta y una elevada persistencia de los efectos adversos.

Tabla 7.6. Criterios de resiliencia

Numero De Bloque	Criterios
1 = Alto	Caída inicial reducida ($\leq 2\%$), recuperación ≤ 8 meses y baja persistencia del choque.
2 = Medio	Caída moderada ($\approx 2-5\%$), recuperación entre 6 y 8 meses con impacto significativo.
3 = Bajo	Caída severa ($> 5\%$) o recuperación ≥ 9 meses y alta persistencia del choque.

El primer bloque analítico, correspondiente a los sectores de alta resiliencia estructural, identifica a aquellas industrias que demostraron un blindaje efectivo ante la perturbación exógena, al minimizar los impactos adversos sobre la actividad productiva mediante caídas iniciales acotadas o estadísticamente no significativas, junto con una rápida estabilización temporal. Dentro de este grupo destaca el Sector Químico como el de mayor capacidad de amortiguación en el modelo, puesto que sus exportaciones absorbieron el choque de forma marginal (-0.8%, no significativa) y, a pesar de que sus importaciones contrajeron un -2.0% (altamente significativa), la estructura de rezagos del VAR forzó el retorno al equilibrio en un plazo de apenas 6 a 7 meses. En un sentido similar, el sector de Alimentos, Bebidas y Tabaco validó su alta resistencia en el frente externo con una caída no significativa de -1.5% en sus ventas internacionales y una contracción de -2.5% en sus compras al exterior,. Por su parte, la Minerometalurgia manifestó una asimilación sobresaliente del riesgo al mitigar el impacto en sus flujos de exportación (-1.0%, no significativa) y consolidar un restablecimiento simétrico en ambos indicadores en un horizonte corto de 6 a 8 meses. Finalmente, la industria de Papel, Impresión e Industrias Afines registró un comportamiento sumamente homogéneo y moderado con contracciones de -1.5% tanto en exportaciones (no significativa) como en importaciones (altamente significativa), logrando disipar los efectos remanentes entre el séptimo y octavo mes poschoque.

El segundo bloque analítico abarca a los sectores caracterizados por una resiliencia media, los cuales exhibieron una baja capacidad de resistencia inicial al resentir el choque exógeno de forma estadísticamente significativa en el período 2 (P2), pero demostraron una elevada capacidad de adaptación gracias a que sus fuerzas dinámicas internas asimilaron la perturbación con celeridad, evitando así una crisis prolongada. En este estrato, la industria de la Siderurgia (Metálicas Básicas) ilustra de forma clara la naturaleza de un sector rígido ante el impacto inmediato, pero altamente flexible en su recuperación; a pesar de recibir un golpe directo por la parálisis de la construcción que contrajo sus exportaciones en un -2.5% y sus importaciones en un -3.0% (ambas altamente significativas), la estimación del VAR destaca a esta rama por consolidar el retorno al equilibrio más veloz de todo el aparato manufacturero, siendo el sector que más rápido se recuperó al diluir el choque por completo en un horizonte de apenas 6 meses.

Con un comportamiento dinámico homólogo se posicionó el sector de Madera y Productos de Madera, el cual acusó caídas iniciales significativas de -4.0% en sus ventas al exterior y de -2.0% en sus compras internacionales, logrando sin embargo neutralizar los efectos de la fluctuación para el mes 6 o 7 de la simulación. Finalmente, las industrias de Plástico y Productos de Caucho, junto con la de Productos Minerales No Metálicos, reflejaron la vulnerabilidad compartida por los proveedores de cadenas de suministro intermedias al registrar severas contracciones de hasta un -5.0% en P2; no obstante, la estructura autorregresiva del modelo constata que su proceso de readaptación comercial fue lineal y eficiente, guiando a ambos sectores de regreso hacia sus trayectorias estables de equilibrio en un plazo seguro de 6 a 7 meses poschoque.

El tercer y último bloque analítico agrupa a las industrias caracterizadas por una baja resiliencia, al manifestar una nula capacidad de resistencia inicial mediante desplomes severos en el período 2 (P2), a la par de una baja velocidad de adaptación que arrastró la inestabilidad en el sistema por un tiempo prolongado debido a su compleja dependencia externa. En este estrato, la Industria Automotriz se consolidó como el sector menos resiliente de todo el aparato productivo mexicano, registrando el colapso más violento del estudio con una contracción de -15.0% en sus exportaciones y de -8.5% en sus importaciones (alcanzando peores escenarios de hasta -22.0% en las bandas de confianza); si bien experimentó un efecto rebote explosivo de +13.0% en sus ventas externas durante P4, la estructura de rezagos del VAR mantuvo al sector oscilando de forma inestable, requiriendo un horizonte de hasta 11 meses para recuperar su equilibrio debido a su ultra especialización y a la escasez global de microcomponentes.

De igual forma, el sector de Maquinaria y Equipo acusó la vulnerabilidad inherente a los bienes de capital ante el freno súbito de la inversión privada, congelando sus flujos comerciales con caídas altamente significativas de -8.0% en exportaciones y -4.0% en importaciones, lo que ralentizó su velocidad de recuperación y extendió a 10 meses el plazo requerido para disipar el choque.

Por su parte, la industria de Textiles y Prendas de Vestir reflejó un escenario de vulnerabilidad pasiva, donde las exportaciones se desplomaron un -5.0% de forma significativa y las importaciones se mantuvieron congeladas en un 0.0%. Finalmente, el

bloque de Otras Industrias Manufactureras resintió el impacto regulatorio directo de haber sido catalogado como un sector "no esencial" por la política pública al inicio de la crisis sanitaria, lo que provocó contracciones significativas de -4.5% en exportaciones y -3.0% en importaciones, requiriendo entre 8 y 9 meses para lograr la estabilización de sus operaciones dinámicas de comercio exterior.

Se rechaza la hipótesis planteada originalmente, la cual sostenía que los subsectores más dinámicos presentarían una mayor competitividad y resiliencia ante el shock del COVID-19. La evidencia demuestra el comportamiento opuesto: las industrias con mayor dinamismo exportador y vinculación global sufrieron las contracciones más severas y los periodos de desequilibrio más prolongados. Lejos de actuar como un escudo, la ultra especialización y la dependencia de complejas cadenas globales de valor incrementaron la vulnerabilidad sistémica de estos sectores dinámicos, mientras que las industrias con estructuras más rígidas o tradicionales exhibieron una asimilación del riesgo y un retorno al equilibrio mucho más eficientes.

7.7. Conclusiones

El análisis empírico permite determinar que la resiliencia manufacturera de México ante el choque exógeno del COVID-19 no fue un fenómeno homogéneo, sino que estuvo condicionada de forma asimétrica por la catalogación de "esencialidad" regulatoria del sector y por su grado de inserción en las redes globales de producción.

Por un lado, las industrias orientadas a la proveeduría de bienes básicos e insumos de primera necesidad, como el sector de Alimentos y la Industria Química, manifestaron una capacidad de resistencia orgánica fundamentada en la rigidez de su demanda y el respaldo de las políticas de confinamiento. En contraposición, los sectores que constituyen el núcleo del motor exportador del país, específicamente la Industria Automotriz y la de Maquinaria y Equipo, resultaron ser las estructuras menos resilientes en el corto plazo; la elevada sofisticación tecnológica y la profunda fragmentación internacional de sus cadenas globales de valor funcionaron como canales dinámicos de transmisión que, lejos de amortiguar la perturbación externa, la amplificaron a través del sistema industrial.

Capítulo 8. Conclusiones generales

8.1. Principales hallazgos y contribuciones

Retomando la definición de competitividad. “La competitividad no debe entenderse como una ambición en sí misma, sino como un esfuerzo deliberado por conquistar y mantener mercados específicos mediante la capacidad de adaptación de los sectores productivos. Este enfoque puede resumirse en la reflexión de Condliffe (1958) sobre Baldwin (1958): “Aquellos países que se aferran demasiado tiempo a industrias en declive pierden terreno en los mercados mundiales. Aquellos que son lo suficientemente flexibles para adaptarse a los tiempos y mantenerse al día con las nuevas demandas en desarrollo mantienen y mejoran su participación en el comercio mundial”. (Mandeng, 1991)”.

Tabla 8.1. Resultados Finales

No.	Sector	g*real	TCX	TCM	g estimada	Elasticidad ingreso	Elasticidad ingreso *	Resiliencia	Marshall lerner
1	Global	2.25	9.36	7.08	3.14	1.8511	1.3575	Baja	0.9918
2	A	1.74	10.82	7.45	3.74	1.3411	2.7831	Alta	1.5782
3	B	-1.161	6.67	6.91	11.26	1.1552	1.1022	Baja	0.5969
4	C	0.143	9.68	6.9	6.41	3.4475	0.5074	Media	1.4938
5	D	1.81	4.76	3.37	2.28	0.3131	0.5358	Alta	1.0958
6	F	2.502	8.55	6.06	3.49	1.6437	1.0883	Media	1.2979
7	G	1.255	7.05	6.42	1.55	1.7918	0.8858	Media	1.2362
8	H	0.491	6.88	6.35	15.66	2.6255	3.7949	Media	3.4386
9	I	NA	6.61	9.59	NA	2.3913	0.3198	Alta	3.179
10	J	1.916	10.06	9.45	2.58	1.6379	1.2587	Baja	0.9698
11	A*	5.173	10.26	7.92	6.95	0.8403	1.411	Baja	4.0135
12	E	-0.528	5.81	5.3	1.09	1.4753	0.9295	Alta	0.3068
13	K.	5.35	9.9	10.16	3.94	5.5697	1.6621	Baja	3.4984

Nota: La variable g* representa la tasa de crecimiento del PIB manufacturero real; TCX corresponde a la tasa de crecimiento de las exportaciones; y TCM a la tasa de crecimiento de las importaciones. Por su parte, g estimado se refiere a la tasa de crecimiento compatible con el equilibrio externo obtenida mediante la Ley de Thirlwall. Asimismo. La elasticidad ingreso corresponde a la elasticidad ingreso de las importaciones, la elasticidad ingreso*corresponde a la elasticidad ingreso de las exportaciones.

Es importante señalar que las elasticidades reportadas en la tabla 8.1 no corresponden a las utilizadas en la metodología para estimar el crecimiento compatible con la restricción externa mediante la Ley de Thirlwall. Las elasticidades presentadas son las elasticidades ingreso globales, estimadas utilizando el Producto Interno Bruto (PIB) real de Estados Unidos y de México.

La razón de esta decisión radica en la disponibilidad de información estadística. En particular, no fue posible estimar la elasticidad ingreso de las exportaciones a nivel sectorial debido a la ausencia de datos del PIB sectorial de Estados Unidos para el periodo de estudio. En contraste, sí fue posible obtener información del PIB sectorial de México, lo que permitió estimar las elasticidades ingreso de las importaciones a nivel sectorial. Estas últimas fueron las utilizadas en la aplicación de la Ley de Thirlwall y en la estimación del crecimiento compatible con el equilibrio de la balanza de pagos para cada sector analizado.

Sector global de manufacturas

El sector global demostró un dinamismo exportador sobresaliente con un crecimiento del 9.36%, superando al de sus importaciones (7.08%) y logrando una expansión del PIB real del 2.25. Al evaluar su desempeño mediante la Ley de Thirlwall, se observa que su tasa de crecimiento estimada se sitúa en un 3.14, lo que confirma que el sector es capaz de generar sus propias divisas y expandirse sin enfrentar restricciones en la balanza de pagos. No obstante, el análisis estructural revela vulnerabilidades importantes: por un lado, la elasticidad ingreso de las importaciones ($\epsilon_m=1.85$) supera a la de las exportaciones ($\epsilon_x=1.35$), lo que refleja una alta dependencia de insumos externos ante incrementos del ingreso nacional; por otro lado, el sector se caracterizó por una resiliencia baja y el incumplimiento de la condición Marshall-Lerner (0.9918). Si bien el Sector Global exhibe una inserción dinámica y una notable participación exportadora en los mercados mundiales, su baja capacidad de ajuste y su sensibilidad importadora sugieren que su competitividad aún depende de factores exógenos, requiriendo un esfuerzo deliberado para fortalecer sus encadenamientos internos si pretende mantener su liderazgo a largo plazo.

Sector alimentos, bebidas y tabacos (A)

Con un crecimiento del PIB real del 1.74%, este sector destaca por una notable expansión de sus exportaciones (10.82%), la cual superó significativamente al avance de sus importaciones (7.45%). Esta dinámica se sustenta en una estructura de elasticidades altamente favorable, donde la elasticidad ingreso de las exportaciones ($\epsilon_x=2.7831$) duplica con creces a la de las importaciones ($\epsilon_m=1.3411$). La Ley de Thirlwall se sitúa en un 3.74%, confirmando de manera contundente que el sector no se encuentra restringido por la balanza de pagos y posee una capacidad endógena superior para

capturar la demanda mundial y generar divisas. Asimismo, a diferencia de otras ramas industriales, este subsector exhibe una resiliencia alta y cumple plenamente con la condición Marshall-Lerner con un indicador de 1.5782. El Sector de Alimentos, Bebidas y Tabaco se posiciona como un pilar dinámico que no solo compite con éxito en los mercados mundiales actuales, sino que posee la flexibilidad estructural necesaria para sostener y mejorar su participación en el comercio exterior a largo plazo.

Sectores textiles, artículos de vestir e industria del cuero (B)

El producto interno bruto real del sector experimentó una contracción del -1.161%, una tendencia contractiva que revela una operación deficiente e incapaz de generar sus propias divisas para sostener el crecimiento. Aunque registró un avance en sus exportaciones del 6.67%, este fue superado por el crecimiento de sus importaciones (6.91%), enmarcado en una relación de elasticidades desfavorable donde la elasticidad ingreso de las importaciones ($\epsilon_m=1.1552$) es superior a la de las exportaciones ($\epsilon_x=1.1022$). Si bien la estimación matemática de la Ley de Thirlwall arroja un PIB teórico de 11.26%, este indicador carece de validez empírica debido al signo negativo del crecimiento real observado y a que los estimadores estadísticos del modelo no resultaron significativos para este sector. Finalmente, la incapacidad de adaptación de la industria textil se corona con una resiliencia baja y un profundo incumplimiento de la condición Marshall-Lerner al situarse en apenas 0.5969, lo que demuestra que las variaciones cambiarias son ineficaces para corregir su balance comercial. Este sector se posiciona como una rama en declive estructural dentro del aparato manufacturero, cuya baja capacidad de ajuste y sensibilidad ante el entorno internacional exigen una reconfiguración urgente si se pretende evitar una pérdida permanente de competitividad en el comercio global.

Sector de Siderurgia (H)

Esta industria registró un crecimiento del PIB real sumamente bajo, ubicándose en apenas 0.491%, un comportamiento contractivo que contrasta drásticamente con la vitalidad de sus flujos comerciales, donde las exportaciones crecieron al 6.88% y las importaciones al 6.35%. Desde la perspectiva de la Ley de Thirlwall, la estimación matemática arrojó una tasa teórica de 15.66%; sin embargo, las pruebas econométricas revelaron la ausencia de cointegración para este modelo de largo plazo, lo que obligó a calcular el indicador con base en las elasticidades de corto plazo y exige descartar la validez de dicho techo potencial. Los parámetros elásticos de largo plazo denotan un

fuerte potencial competitivo, con una elasticidad ingreso de las exportaciones ($\epsilon_x=3.7948$) que supera holgadamente a la de las importaciones ($\epsilon_m=2.62$). Asimismo, el sector se distinguió por una resiliencia media, destacando cualitativamente como la industria que mostró la velocidad de adaptación más rápida ante perturbaciones del entorno. Este dinamismo se ve respaldado por un contundente cumplimiento de la condición Marshall-Lerner, cuyo indicador alcanzó un valor de 3.43, el más elevado registrado. El Sector de la Siderurgia posee una estructura comercial de alta respuesta y una velocidad de ajuste preferencial ante choques de precios relativos y variaciones cambiarias, pero el estancamiento de su producto real impide trasladar su éxito exportador hacia un crecimiento económico interno sostenido.

Sector de Maquinaria y equipo (J)

Este sector tiene un PIB real del 1.916%, impulsada por un notable dinamismo en sus flujos comerciales, donde la tasa de crecimiento de las exportaciones alcanzó el 10.06% y superó al avance de las importaciones (7.92%). Al contrastar esta dinámica con la Ley de Thirlwall, se observa que la tasa de crecimiento estimada se sitúa en un 2.58%; si bien este resultado indica que el sector opera actualmente libre de restricciones en su balanza de pagos, la estrecha distancia entre el crecimiento real y el potencial advierte que la industria está cerca de comprometer su capacidad para generar divisas de manera neta. La elasticidad ingreso del sector es ($\epsilon_m=1.6379$) es superior a la respuesta de sus exportaciones ante la demanda mundial ($\epsilon_x=1.2587$), lo que denota una alta dependencia de componentes extranjeros para sostener la producción local. Asimismo, el sector se caracterizó por una resiliencia baja ante perturbaciones del entorno internacional y un incumplimiento de la condición Marshall-Lerner al ubicarse en 0.9698. El Sector de Maquinaria y Equipo se posiciona como una industria de inserción dinámica en los mercados globales, pero su rigidez cambiaria y su asimetría elástica sugieren que su competitividad a largo plazo depende críticamente de un esfuerzo deliberado por integrar y desarrollar proveedores nacionales.

Sector Automotriz (A*)

Este sector industrial registró una notable expansión de su PIB real del 5.173%, consolidándose como un motor de crecimiento de primer orden. Este dinamismo se vio respaldado por una sólida tracción en su comercio exterior, donde la tasa de crecimiento de las exportaciones (10.26%) superó con holgura al avance de las importaciones

(7.92%). Bajo la óptica de la Ley de Thirlwall, la tasa de crecimiento potencial estimada se ubicó en un 6.95%, lo que demuestra matemáticamente que el sector genera un superávit neto de divisas y goza de un amplio margen de expansión antes de enfrentar cualquier tipo de restricción en la balanza de pagos. La clave de esta sólida posición estructural radica en la configuración de sus elasticidades ingreso: el sector exhibe una fuerte respuesta ante la demanda externa ($\epsilon_x=1.411$) combinada con una baja propensión a importar insumos frente a las variaciones del ingreso nacional ($\epsilon_m=0.8403$). El sector se caracterizó por una resiliencia baja ante el choque de la pandemia de COVID-19, lo que sugiere que su alto grado de integración global lo expone severamente a las interrupciones en las cadenas de suministro internacionales. Por otra parte, la industria registra el cumplimiento más contundente de la condición Marshall-Lerner con un indicador de 4.0135. El Sector Automotriz se posiciona como el referente de competitividad internacional de la manufactura, cuya estructura de comercio exterior es óptima, pero cuya dependencia de la logística global exige estrategias que mitiguen su vulnerabilidad ante choques exógenos.

Sector Químico (E)

Este sector experimentó una contracción en su PIB real del -0.528%, una tendencia decreciente que de entrada impide la interpretación adecuada y válida de la Ley de Thirlwall, dado que este modelo teórico no contempla trayectorias de crecimiento negativas. Si bien la estimación matemática arrojó una tasa potencial marginal del 1.09%, este parámetro carece de sustento analítico debido al signo del producto real observado. En el ámbito comercial, las exportaciones crecieron al 5.81% y las importaciones lo hicieron al 5.30%; sin embargo, el trasfondo de sus elasticidades ingreso revela una seria desventaja competitiva, donde la propensión a importar insumos y bienes del exterior ($\epsilon_m=1.47$) supera significativamente a la capacidad de respuesta de sus exportaciones frente a la demanda mundial ($\epsilon_x=0.9295$). Este sector demostró una resiliencia alta para absorber perturbaciones del entorno internacional; por el otro, registra un profundo incumplimiento de la condición Marshall-Lerner al situarse en apenas 0.3068. En conclusión, el Sector Químico se posiciona como una industria en declive productivo doméstico que, a pesar de mantener una alta capacidad de recuperación ante choques externos, enfrenta un estrangulamiento estructural debido a su debilidad exportadora y a su insensibilidad frente a los estímulos de la política cambiaria.

Otros sectores manufactureros (K)

Este agregado industrial registró una sobresaliente expansión de su PIB real del 5.35%, marchando a la par de un agresivo crecimiento en sus exportaciones del 9.90%. Sin embargo, este notable empuje hacia el exterior fue rebasado por el incremento de sus importaciones, las cuales avanzaron a una tasa del 10.16%. Al evaluar este comportamiento bajo la Ley de Thirlwall, se observa que la tasa de crecimiento potencial estimada se ubica en un 3.94%; dado que el crecimiento real observado supera con creces este límite teórico, se comprueba empíricamente que el sector opera bajo una condición de restricción externa y no está logrando generar sus propias divisas de manera neta para financiar su expansión. La elasticidad ingreso de las importaciones es críticamente elevada ($\epsilon_m=5.5697$), la cual triplica holgadamente a la elasticidad ingreso de las exportaciones ($\epsilon_x=1.6621$), reflejando que cada incremento en el ingreso nacional detona un consumo desproporcionado de insumos y bienes extranjeros. Asimismo, el sector exhibe una resiliencia baja ante choques del entorno internacional, lo que denota una alta vulnerabilidad en sus cadenas globales de valor. En contraposición, la rama registra un contundente cumplimiento de la condición Marshall-Lerner al alcanzar un indicador de 3.4984. Otros Sectores Manufactureros se posicionan como un componente de alta tracción y con una óptima respuesta a los estímulos cambiarios, su alarmante dependencia importadora estrangula su viabilidad de largo plazo, exigiendo políticas de sustitución eficiente de importaciones para romper el techo de la restricción externa.

8.2. Implicaciones de política económica

Los resultados obtenidos muestran que la competitividad del sector manufacturero mexicano no depende exclusivamente del crecimiento de las exportaciones, sino de la capacidad de cada rama para generar divisas, adaptarse a choques externos y sostener su crecimiento sin enfrentar restricciones en la balanza de pagos.

Los resultados evidencian una marcada heterogeneidad entre sectores manufactureros. Mientras ramas como Alimentos, Bebidas y Tabaco, y el Sector Automotriz presentan estructuras comerciales favorables, cumplimiento de la condición Marshall-Lerner, capacidad para generar sus propias divisas y elevadas tasas de crecimiento compatibles con la Ley de Thirlwall, otros sectores, como Textiles y Químicos, muestran debilidades estructurales caracterizadas por una elevada dependencia importadora, bajo desempeño

productivo o ausencia de evidencia estadística suficiente para sostener un crecimiento de largo plazo.

En consecuencia, la política económica no debería orientarse a otorgar apoyos homogéneos a toda la manufactura, sino implementar una política industrial selectiva, priorizando aquellos sectores que han demostrado mayor competitividad estructural y mayor capacidad para impulsar el crecimiento económico mediante la generación de divisas. Este enfoque permitiría incrementar el rendimiento de los recursos públicos y fortalecer las ramas con mayor potencial para sostener la inserción internacional de México.

Al mismo tiempo, los sectores con elevada elasticidad ingreso de las importaciones requieren políticas dirigidas al fortalecimiento de proveedores nacionales, al desarrollo de cadenas de suministro internas, al incremento del contenido nacional y a la innovación tecnológica, con el objetivo de reducir la dependencia de insumos importados. De esta manera, se disminuiría la vulnerabilidad asociada a la restricción externa y se fortalecería la capacidad de crecimiento de largo plazo.

Los resultados también muestran que varios sectores presentan baja resiliencia frente a choques externos, particularmente aquellos altamente integrados en cadenas globales de valor, como el automotriz. En estos casos, las políticas económicas deberían orientarse hacia la diversificación de mercados de exportación, la relocalización de proveedores estratégicos, el fortalecimiento de inventarios críticos y el desarrollo de infraestructura logística que reduzca la exposición a interrupciones internacionales. Estas acciones permitirían aumentar la capacidad de adaptación del aparato productivo sin sacrificar su competitividad internacional.

El tipo de cambio, por sí solo, no constituye un instrumento suficiente para mejorar la competitividad de todos los sectores manufactureros, debido a que varias ramas no cumplen la condición Marshall-Lerner. En consecuencia, la política cambiaria debe complementarse con políticas industriales, tecnológicas, de innovación y de desarrollo de capacidades productivas que permitan elevar las elasticidades de exportación, reducir las elasticidades de importación y fortalecer la resiliencia económica de la manufactura mexicana frente a futuros choques externos.

Seguir apostando por industrias rígidas que no se adaptan al entorno internacional no es neutral; significa restar oxígeno y recursos a los verdaderos motores dinámicos que sostienen la inserción del país en el comercio global.

Por último, la competencia de las exportaciones chinas en el mercado estadounidense no constituye, por sí sola, un factor determinante de las elasticidades del comercio manufacturero mexicano. En consecuencia, las políticas públicas orientadas a fortalecer la competitividad no deberían concentrarse exclusivamente en contrarrestar la presencia de China, sino también en atender factores internos como la productividad, la innovación tecnológica, el contenido nacional, la infraestructura logística y el fortalecimiento del capital humano.

8.3. Evaluación de hipótesis de trabajo

1.- La primera hipótesis de la tesis planteó que, en México, los subsectores manufactureros de exportación más dinámicos, como vehículos y autopartes, presentan mayores elasticidades-ingreso y menor sensibilidad al tipo de cambio real, en comparación con subsectores tradicionales. Los subsectores con mayor participación en el comercio son los que presentan mayor competitividad y resiliencia frente a los shocks externos (competencia con China y COVID-19). Sin embargo, los resultados obtenidos muestran que esta relación no se cumple de manera general. Las estimaciones econométricas indican que el sector de vehículos y autopartes fue precisamente uno de los subsectores con mayor sensibilidad al tipo de cambio real, lo que contradice el supuesto de una menor dependencia de las variaciones cambiarias. De igual forma, el sector siderúrgico también presentó una elevada elasticidad respecto al tipo de cambio real, confirmando que las fluctuaciones cambiarias continúan desempeñando un papel relevante en su competitividad externa. En consecuencia, el dinamismo exportador de un subsector no implica necesariamente una menor sensibilidad al tipo de cambio; por el contrario, algunos de los sectores más integrados al comercio internacional responden con mayor intensidad a las variaciones cambiarias. Respecto a la competencia con China, los resultados muestran que los subsectores manufactureros mexicanos mantuvieron su capacidad para competir en el mercado estadounidense, ya que la mayor presencia de China no provocó una reducción significativa de las elasticidades de las exportaciones

mexicanas. Esto sugiere que, desde la perspectiva de conservar un mercado específico, los sectores manufactureros conservaron su posición competitiva.

No obstante, si la competitividad se interpreta como la capacidad de adaptación ante cambios en el entorno internacional, siguiendo la definición de Mandeng (1991), basada en Baldwin (1958), los resultados deben analizarse desde dos dimensiones complementarias. Mandeng señala que "aquellos países que se aferran demasiado tiempo a industrias en declive pierden terreno en los mercados mundiales. Aquellos que son lo suficientemente flexibles para adaptarse a los tiempos y mantenerse al día con las nuevas demandas en desarrollo mantienen y mejoran su participación en el comercio mundial. Bajo este enfoque, un sector competitivo es aquel que posee la capacidad de ajustarse a las nuevas condiciones del mercado internacional. En esta investigación, esa competitividad se evaluó mediante dos mecanismos. El primero corresponde a la condición Marshall-Lerner, la cual permite identificar si un subsector puede responder a cambios en los precios relativos internacionales. Los subsectores que satisfacen esta condición son capaces de mejorar su balanza comercial ante una depreciación del tipo de cambio, lo que refleja una mayor flexibilidad de ajuste vía precios.

El segundo mecanismo corresponde a la Ley de Thirlwall, la cual permite evaluar si el crecimiento de un subsector puede sostenerse sin generar una restricción externa. Desde esta perspectiva, un subsector competitivo es aquel cuya generación de divisas mediante exportaciones es suficiente para financiar el crecimiento de sus importaciones, evitando así una restricción sectorial derivada del déficit externo. Por el contrario, aquellos subsectores que presentan una restricción externa evidencian una menor capacidad para sostener su crecimiento en el largo plazo y, en consecuencia, pueden considerarse sectores con menor capacidad de adaptación y por lo tanto que está en declive.

Los resultados muestran que no todos los subsectores con mayor participación en el comercio internacional cumplen estas condiciones. Aunque sectores como alimentos, minerometalurgia, automotriz y maquinaria y equipo concentran una elevada participación en el comercio exterior, no todos satisfacen la condición Marshall-Lerner, por lo que no todos poseen la capacidad de mejorar su competitividad mediante ajustes en los precios relativos. Asimismo, el análisis basado en la Ley de Thirlwall indica que la mayoría de los subsectores no enfrentan una restricción externa sectorial, con

excepción del subsector de otras industrias manufactureras, cuya generación de divisas resulta insuficiente para sostener su crecimiento.

Asimismo, las funciones de impulso-respuesta muestran que algunos de los subsectores más dinámicos, como el automotriz y el de maquinaria y equipo, fueron también de los más sensibles a los shocks externos. En particular, la pandemia por COVID-19 afectó significativamente su desempeño, reflejando la vulnerabilidad derivada de su elevada integración en las cadenas globales de valor y de su dependencia de insumos y mercados internacionales. En conjunto, la evidencia empírica permite rechazar la primera hipótesis, ya que los subsectores con mayor participación en el comercio no fueron, de manera sistemática, los menos sensibles al tipo de cambio ni los más resilientes frente a los shocks externos. En consecuencia, una elevada participación en el comercio internacional no garantiza, por sí misma, una mayor competitividad.

2.- En México, durante periodos de apreciación real del tipo de cambio la balanza comercial manufacturera mejora o no se deteriora, lo que sugiere una posible violación o comportamiento atípico respecto a la condición de Marshall-Lerner. Los resultados obtenidos permiten aceptar parcialmente esta hipótesis. El análisis de la condición de Marshall-Lerner para el sector manufacturero en su conjunto mostró que la suma de las elasticidades-precio de las exportaciones e importaciones no fue superior a la unidad, por lo que no se cumple la condición tradicional de Marshall-Lerner. Este hallazgo indica que las variaciones del tipo de cambio real, por sí solas, no son suficientes para generar una mejora de la balanza comercial manufacturera mediante el mecanismo previsto por la teoría. En consecuencia, el comportamiento de la balanza comercial manufacturera mexicana puede considerarse atípico respecto al planteamiento clásico de Marshall-Lerner, lo que sugiere que otros factores, como la elevada integración en cadenas globales de valor, el alto contenido importado de las exportaciones manufactureras y la especialización productiva del país, desempeñan un papel más relevante en la determinación del saldo comercial que las variaciones del tipo de cambio.

3.-La reducción de las elasticidades de exportación e importación manufactureras ocasionan un menor crecimiento económico sectorial al que se debería alcanzar en largo plazo (Ley de Thirlwall). Con base en los resultados obtenidos, esta hipótesis se rechaza.

La estimación de la Ley de Thirlwall para el sector manufacturero mostró que el crecimiento observado no se encuentra restringido por la balanza de pagos, ya que la tasa de crecimiento estimada de la manufactura supera la tasa de crecimiento compatible con la restricción externa. Este resultado difiere de lo planteado por la formulación tradicional de la Ley de Thirlwall, la cual suele encontrar que el crecimiento de largo plazo está limitado por el equilibrio de la balanza de pagos. En consecuencia, la evidencia sugiere que el desempeño de la manufactura mexicana ha estado impulsado por un fuerte crecimiento exportador, lo que impide corroborar la hipótesis de que la reducción de las elasticidades derive en un menor crecimiento económico sectorial en el largo plazo.

8.4. Aportaciones teóricas y empíricas del estudio

La contribución fundamental de este estudio radica en superar las generalizaciones de los análisis macroeconómicos tradicionales mediante una evaluación estrictamente desagregada del aparato manufacturero mexicano. En el ámbito empírico, la aportación clave consiste en el mapeo econométrico individualizado de las elasticidades y la resiliencia por subsector. Este enfoque desagregado permitió desmitificar el desempeño exportador global, revelando que detrás de las cifras agregadas coexisten industrias con una óptima generación de divisas (como la automotriz o de alimentos) junto a ramas con severas rigideces estructurales y restricciones externas (como la textil o la química). Con ello, la tesis provee una base de evidencia empírica precisa y diferenciada, indispensable para el diseño de políticas de reconversión industrial selectiva en México.

8.5. Limitaciones del análisis y restricciones metodológicas

Las principales limitaciones de este estudio están asociadas, en primer lugar, a la disponibilidad y desagregación de la información estadística. Aunque fue posible estimar los modelos propuestos utilizando diversas fuentes oficiales, la ausencia de ciertos indicadores limitó el nivel de detalle del análisis. En particular, no fue posible estimar la elasticidad ingreso de las exportaciones a nivel sectorial debido a que no existe una serie homogénea del PIB manufacturero de Estados Unidos desagregada por subsector para el periodo de estudio. De manera similar, la estimación de la elasticidad precio de las importaciones mediante el modelo de panel enfrentó restricciones derivadas de la disponibilidad de índices de precios. Mientras que la Reserva Federal de Estados Unidos publica índices de precios de importación con un elevado nivel de desagregación

sectorial, el Banco de México no dispone de una clasificación equivalente para las importaciones mexicanas, lo que limitó la precisión con la que pudo capturarse el efecto de los precios relativos en algunos subsectores.

Asimismo, la construcción de las bases de datos presentó limitaciones adicionales. En el caso de Trade Map, la información disponible no permitió elaborar series de tiempo completamente homogéneas para todas las variables consideradas, lo que restringió el nivel de desagregación alcanzado en el análisis de la competencia internacional. Del mismo modo, el índice de competencia china se construyó a partir de las principales subcuentas manufactureras de exportación hacia Estados Unidos, por lo que representa una aproximación a la presión competitiva en dichos mercados, aunque no captura la totalidad de las interacciones comerciales entre ambos países.

Por otra parte, la reciente implementación del T-MEC constituye otra limitación del estudio. Dado que el acuerdo entró en vigor en 2020, el periodo disponible para evaluar sus efectos es todavía reducido, por lo que los resultados obtenidos deben interpretarse como evidencia de corto y mediano plazo, sin que sea posible identificar plenamente sus efectos estructurales sobre la competitividad del sector manufacturero. De igual forma, el análisis no incorporó explícitamente el impacto de las importaciones provenientes de China sobre el mercado mexicano, por lo que no fue posible evaluar el posible desplazamiento de la producción o de los insumos nacionales por bienes importados de origen Chino.

Finalmente, el análisis dinámico mediante funciones de impulso-respuesta se concentró en los efectos de corto plazo. Esta decisión responde, en parte, a que la pandemia de COVID-19 representó un choque sin precedentes que afectó simultáneamente la oferta y la demanda agregadas, además de alterar las cadenas globales de suministro, lo que dificulta aislar completamente sus efectos individuales mediante un modelo econométrico. Asimismo, aunque la combinación de modelos de panel, técnicas de cointegración, VECM y la Ley de Thirlwall permitió analizar la competitividad manufacturera desde diferentes perspectivas, estos enfoques se centran principalmente en variables macroeconómicas y comerciales. En consecuencia, no incorporan de forma explícita otros factores que también influyen en la competitividad sectorial, como la innovación tecnológica, la productividad laboral, la inversión en investigación y desarrollo, la calidad del capital humano, la capacidad institucional o las estrategias empresariales.

8.6. Próximas líneas de investigación.

A partir de las limitaciones identificadas y los hallazgos econométricos de este estudio, se desprenden líneas de investigación clave para el futuro. En primer lugar, ante la evidencia empírica contemporánea que demuestra que China no constituye un obstáculo directo para las exportaciones mexicanas, es fundamental virar el enfoque hacia el análisis de las importaciones provenientes del país asiático; se sugiere investigar cómo estos flujos afectan al mercado interno y si provocan el desplazamiento o destrucción de industrias locales. En segundo lugar, se recomienda incorporar de manera central la variable del valor agregado, lo que permitiría medir con precisión cuánta riqueza e insumos nacionales se retienen realmente en cada subsector exportador frente al peso de los componentes importados. Asimismo, el análisis de choques exógenos se enriquecería al modelar y aislar escenarios donde las perturbaciones operen de forma pura, ya sea solo de oferta o de demanda. Finalmente, la maduración del T-MEC en los próximos años ofrecerá un horizonte temporal más amplio.

Anexos

Tabla 1.- Selección de rezagos IFR exportaciones

No.	Sector	Rezagos Seleccionados	AIC	HQ	SC	FPE
0	Exportaciones globales	4	10	4	2	4
1	Exportación Agropecuaria y Agroindustrial.	5	12	1	1	12
2	Exportaciones, B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	4	12	2	2	12
3	Exportaciones, C. Industria de la madera	4	12	1	1	12
4	Exportaciones, D. Papel, imprenta e industria editorial	2	2	2	2	2
5	Exportaciones, F. Productos plásticos y de caucho	4	12	2	1	2
6	Exportaciones, G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	4	12	2	1	12
7	Exportaciones, H. Siderurgia	1	2	1	1	2
8	Exportaciones, I. Minerometalurgia	2	2	2	1	2
9	Exportaciones, J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	4	10	4	2	10
10	Exportación de productos manufacturados, Total, Automotrices	4	10	4	2	4
11	Exportaciones, E. Química, fotografía, óptica y relojería	2	2	2	2	2
12	Exportaciones, K. Otras industrias manufactureras	2	11	2	1	11

Tabla 2.- Selección de rezagos IFR importaciones

No.	Sector	rezagos seleccionados	AIC	HQ	SC	FPE
0	importaciones globales	2	1	1	1	1
1	importaciones A. Agropecuaria y Agroindustrial	2	2	2	1	2
2	importaciones B. Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	1	1	1	1	1
3	importaciones C. Industria de la madera	1	1	1	1	1
4	importaciones D. Papel, imprenta e industria editorial	2	2	1	1	2
5	importaciones F. Productos plásticos y de caucho	1	1	1	1	1
6	importaciones G. Fabricación de otros productos minerales no metálicos	1	1	1	1	1
7	importaciones H. Siderurgia	1	1	1	1	1
8	importaciones I. Minerometalurgia	1	1	1	1	1
9	importaciones J. Productos metálicos, maquinaria y equipo	2	2	1	1	2
10	importaciones de productos manufacturados, Total, Automotrices	1	1	1	1	1
11	importaciones, E. Química	1	1	1	1	1
12	importaciones K. Otras industrias manufactureras	2	1	1	1	1

Referencias

- Adler, F. M. (1970). The relationship between the income and price elasticities of demand for United States exports. *The Review of Economics and Statistics*, 313–319.
- Arellano, M. (1987). Computing robust standard errors for within-groups estimators. *Oxford Bulletin of Economics & Statistics*, 49(4).
- Baltazar Escalona, J. C. (2005). Funciones de exportación e importación: El caso de México [Tesis de licenciatura publicada]. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Baltazar Escalona, J. C., & Ramos Escamilla, M. (2014, 05 09). México: Comercio Exterior, Producto y condición de Marshall-Lerner. *Tiempo Económico*, IX.
- Baltagi, B. H. (2008). *Econometric analysis of panel data*. John Wiley & Sons.
- Banco Mundial. (2024). Importaciones de bienes y servicios (% del PIB) – México (NE.IMP.GNFS.ZS).
- Banco Mundial. (2024). Tipo de cambio real efectivo (Índice) – México (PA.NUS.FCRF).
- Binatli, A., & Sohrabji, N. (2009). Elasticities of Turkish exports and imports. *Izmir University of Economics*.
- Breusch, T. S. (1978). Testing for autocorrelation in dynamic linear models. *Australian economic papers*, 17(31).
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1287–1294.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239–253.

Briguglio, L., Cordina, G., Vella, S., & Vigilance, C. (2010). Vanuatu: a profile of economic vulnerability and economic resilience.

Bueno, G. (1974, 04). La paridad del poder adquisitivo y las elasticidades de importación y exportación en México. *Fondo de Cultura Económica*, 41(162), 313–325.

Calagua, G. H. T. (2010). La metodología del vector autorregresivo: Presentación y algunas aplicaciones. *UCV-Scientia*, 2(2), 103-108.

Calderón Villarreal, C., & Hernández Bielma, L. (2024). Disparidades en el Crecimiento Económico entre China y México. *Revista mexicana de economía y finanzas*, 19(3).

Carrasco, C. A., & Tovar-García, E. D. (2021). La restricción externa de México y la composición del comercio en un enfoque bilateral. *Problemas del Desarrollo*, 52(204), 113–140.

Cermeño, R., & Rivera Ponce, H. (2016, 01). La demanda de importaciones y exportaciones de México en la era del TLCAN: Un enfoque de cointegración. *El Trimestre Económico*, LXXXIII(329), 127–147.

Chiquiar, D., & Tobal, M. (2019). Cadenas globales de valor: una perspectiva histórica (Working Paper n.o 2019-06). Banco de México.

Cuevas, V. (2010, 12). The dynamics of Mexican manufacturing exports. *CEPAL Review*, 102.

Díaz, G. A., & Ambriz, A. G. B. (2015). Ley de Thirlwall y tipo de cambio: Un análisis empírico para la economía mexicana de 2003 a 2012 mediante la metodología del modelo SVAR cointegrado. *Nóesis*, 24(47), 271–293.

Dixit, A. K., & Stiglitz, J. E. (1977). Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity.

Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of Economics and Statistics*, 80(4), 549–560.

Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.

Esquivel, G. (1992). Una nota sobre el comercio intraindustrial México-Estados Unidos.

Fox, K., Kohli, U., & Shiu, A. (2010). Trade Agreements and Trade Opportunities: A Flexible Approach for Modeling Australian Export and Import Elasticities. *Review of International Economics*, 18, 513–530.

Godfrey, L. G. (1978). Testing against general autoregressive and moving average error models when the regressors include lagged dependent variables. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1293-1301.

Greene, M., Dihel, N., Kowalski, P., & Lippoldt, D. (2006). China's Trade and Growth: Impact on Selected OECD Countries. *OECD Trade Policy Papers*, No. 44.

Grupo Banco Mundial. (n.d.). Exportaciones de bienes y servicios (% del PIB) – México.
Grubel, H. G., & Lloyd, P. J. (1975). Intra-industry trade: the theory and measurement of international trade in differentiated products (Vol. 12). Macmillan.

Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46, 1251–1271. <https://doi.org/10.2307/1913827>

INEGI. (2024). Cuentas nacionales: Producto Interno Bruto trimestral, base 2018. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1980). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics letters*, 6(3), 255-259.

- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of economic dynamics and control*, 12(2-3), 231-254.
- Kee, H. L., Nicita, A., & Olarreaga, M. (2008). Import Demand Elasticities and Trade Policy Evaluation. *World Bank Economic Review*.
- Kilian, L., & Lütkepohl, H. (2017). *Structural vector autoregressive analysis*. Cambridge University Press.
- Krugman, P. R. (1979). Increasing returns, monopolistic competition, and international trade. *Journal of International Economics*, 9(4), 469–479.
- Krugman, P. (1980). Scale Economies, Product Differentiation and the Pattern of Trade.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?. *Journal of econometrics*, 54(1-3), 159-178.
- Mandeng, O. J. (1991). International competitiveness and specialization. *CEPAL review*, 1991(45), 25-40.
- Márquez Ortiz, J. (2020). Determinantes de la Balanza Comercial en México, 2000–2014. *Management Review*, 3.
- Marshall, A. (2013). *Principios de Economía* (octava ed.). Palgrave Macmillan.
- McCombie, J., & Thirlwall, A. P. (2016). *Economic growth and the balance-of-payments constraint*. Springer.
- Mejía Reyes, P., Díaz Carreño, M. Á., & Vergara González, R. (2017). Recesiones de México en los albores del siglo XXI. *Problemas del Desarrollo*, 48(189), 57–84.

Mendoza Cota, J. (2023). Comercio intraindustrial del sector manufacturero y de los subsectores de transporte y electrónicos entre México y los EUA. *Contaduría y Administración*, 68, 404.

Mondliwa, P. (2018). An assessment of capabilities, diversification and market power in South African manufacturing, with special reference to the plastic industry. University of Johannesburg (South Africa).

Morales, A. (2022). El efecto de la crisis financiera 2008 en las exportaciones de México [Tesis de maestría]. Universidad Veracruzana.

Moreno-Brid, J. C. (1999). Mexico's economic growth and the balance of payments constraint: a cointegration analysis. *International Review of Applied Economics*, 13(2), 149–159.

Nerlove, M. (1971). Further evidence on the estimation of dynamic economic relations from a time series of cross sections. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 359–382.

Peña Cobeñas, D. C. (2023, 04). Demanda de exportaciones e importaciones en el Perú. *LAJED*, 38, 47–93.

Perrotini Hernández, I., & Cuevas Ahumada, V. M. (2024). An appraisal of Thirlwall-Hussain model. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 19(3).

Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panel data. Cambridge University Working Paper No. 0435.

Phillips, P. C., & Hansen, B. E. (1990). Statistical inference in instrumental variables regression with I (1) processes. *The review of economic studies*, 57(1), 99-125.

Porter E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, 68(2), 73-93.

- Ricardo, D. (1817). *On the Principles of Political Economy and Taxation*.
- Rich, R. (2013). *The Great Recession (2007–2009)*. Federal Reserve History.
- Sanchez, A. (2021). *Análisis de la elasticidad precio de las importaciones en México* [Tesis de licenciatura]. UNAM.
- Sastre, L. (2025). Exchange Rate, Cross Elasticities Between Exports and Imports and Current Account Sustainability: The Spanish Case. *Review of Economics & Finance*.
- Scott, M. F. G. (1975). Intra-industry Trade. *The Economic Journal*, 85(339), 646–648.
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1-48.
- Smith, A. (1794). *Investigación de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*.
- Stone, J. A. (1979). Price elasticities of demand for imports and exports. *The Review of Economics and Statistics*, 306–312.
- Tellaeché, J. R., & Rodríguez, R. A. (2019). Estimación de la demanda mexicana de importaciones (No. 2019-04). *El Colegio de México*.
- Thomas Hale, Noam Angrist, Rafael Goldszmidt, Beatriz Kira, Anna Petherick, Toby Phillips, Samuel Webster, Emily Cameron-Blake, Laura Hallas, Saptarshi Majumdar y Helen Tatlow. (2021). «Una base de datos global de panel sobre políticas de pandemia (Oxford COVID-19 Government Response Tracker)». *Nature Human Behaviour*. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01079-8>
- Thirlwall, A. (1982). *Teoría de la balanza de pagos y la experiencia de Reino Unido*. Macmillan.
- U.S. Bureau of Economic Analysis. (2025). Real Exports, Real Imports, Real GDP. FRED.

United Nations (UN). (2025). China exports / Mexico exports of electrical, electronic equipment to United States. UN Comtrade.

Vásquez, B. (2023). China: Importancia de su política monetaria en la competencia con México. El Colegio de México.

Vázquez Muñoz, J. A., & Avendaño Vargas, B. L. (2013). ¿Modelo de crecimiento exportador o estancamiento exportador? *Investigación Económica*, 71(282).

Vergara, V. (2019). Elasticidad precio de las exportaciones manufactureras [Tesis de licenciatura]. UNAM.

Vijewera, A., & Reppas, D. (2024). Sectoral Export Demand Elasticities in India. *Foreign Trade Review*.

Villarreal, M. A. (2024). The United States–Mexico–Canada Agreement (USMCA). Congressional Research Service.

Vojnovic, K. (2007). Price and Income Elasticities of Export and Import and Economic Growth. *ECONSTOR*.

Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT Press.