

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS A.C.



IMPACTO DE DIFERENCIALES DE PRODUCTIVIDAD EN EL TIPO DE
CAMBIO REAL: UN ENFOQUE EMPÍRICO PARA MÉXICO

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA

GERARDO SEBASTIÁN DÍAZ MURO

DIRECTOR DE LA TESINA: DR. DANIEL VENTOSA-SANTAUÀRIA

CIUDAD DE MÉXICO

AGOSTO 2019

*Para mami, papi y nany,
por la fuerza en la distancia.*

Agradecimientos

Quiero agradecer al Centro de Investigación y Docencia Económicas, el CIDE, por la alta calidad y exigencia en mi formación académica como economista. Un orgullo ser cideíta.

También quiero agradecer mucho al asesor de esta tesina, Daniel Ventosa-Santaulària, por acceder a trabajar conmigo en este proyecto, por su orientación durante el proceso y su disposición por enseñarme en todo momento. A mis lectores, Arturo Antón y Juan Manuel Torres, por el interés y sus comentarios que esclarecieron el mensaje de esta tesina. De igual forma, a todos los profesores de los que tuve la fortuna de aprender dentro y fuera del salón de clases.

A mis compañeros por haber compartido apuntes, exámenes, consejos, tareas, recuerdos y experiencias.

A Torreón, a toda su gente, por darme aliento para alcanzar este logro en mi carrera profesional. De la Laguna para el mundo.

A César, por subirse al tren, por leer mi tesis n veces y por ser el laboratorista hijo de El Depa.

A Chococris, por aguantar mis ocurrencias, mis corajes, compartir conmigo innumerables experiencias, momentos, sentimientos y desveladas.

Por último y siempre más importante, a mi familia por su apoyo incondicional durante estos cuatro años, su confianza y su cobijo después de exhaustivos semestres. A Nany, por motivarme a dar la mejor versión de mí todos los días. A Mami, por ser mi luz en tiempos de consolación y desolación, mi ejemplo a seguir. A Papi, por ser mi soporte y mi voz guía en la distancia, mi ídolo. ¡Los quiero mucho!

Resumen

A pesar de los esfuerzos de políticas económicas estructurales, el problema del estancamiento en la productividad total de los factores en México persiste. El estancamiento de la productividad en México junto al bajo, pero constante, crecimiento productivo de Estados Unidos tiene un impacto en el nivel de precios relativo y, en consecuencia, en la depreciación sostenida del tipo de cambio real en la relación de equilibrio de largo plazo. Mediante la estimación de un modelo de corrección de errores de vectores cointegrados, esta tesina prueba la existencia del efecto Balassa-Samuelson en México y encuentra que el diferencial entre la productividad del sector comerciable y no comerciable entre México y EE.UU. son determinantes de la variación del tipo de cambio real. Por su parte, los términos de intercambio tienen un efecto importante en esta relación, ya que el deterioro de esta razón de precios puede contrarrestar las ganancias conseguidas por el aumento en la productividad del sector comerciable en México.

Palabras Clave: Tipo de Cambio Real, Productividad, Sector Comerciable, Sector No Comerciable, Términos de intercambio.

Índice general

Lista de Figuras	I
Lista de Tablas	II
1. Introducción	1
2. Revisión de Literatura	2
3. Marco Teórico	6
3.1 Modelo Básico de Balassa-Samuelson	6
3.2 Modelo con Especialización en Producción	9
4. Estimación del Sector Comerciable y No Comerciable	13
5. Productividad Estancada: una descripción	17
5.1 Estimación de México	17
5.2 Estimación de Estados Unidos	21
6. Estrategia Empírica	25
7. Resultados	27
7.1 Pruebas de Estacionalidad	27
7.2 Pruebas de Cointegración	28
7.3 Interpretación del vector cointegrante	30
8. Conclusiones	35
Bibliografía	36
Apéndices	39

Índice de figuras

1.	Tipo de Cambio Real y Productividad Total de los Factores en México	18
2.	Tipo de Cambio Real y Productividad Total de los Factores por sectores en México	19
3.	Tipo de Cambio Real y Diferencial de productividad entre el sector comerciable y no comerciable en México	20
4.	Tipo de Cambio Real y Productividad Total de los Factores en EE.UU.	21
5.	Tipo de Cambio Real y Productividad Total de los Factores por sectores en EE.UU.	23
6.	Tipo de Cambio Real y Diferencial de productividad entre el sector comerciable y no comerciable en EE.UU.	24
7.	Respuesta de TCR ante un choque en el diferencial de productividades de México	32
8.	Respuesta de TCR ante un choque en el diferencial de productividades de EE.UU.	33
9.	Descomposición de la varianza del Tipo de Cambio Real	34
10.	Raíces Inversas del VEC en relación con el círculo unidad	40
11.	Funciones Impulso Respuesta ante choque de una desviación estándar .	41
12.	Mecanismo de Corrección de Errores	42

Índice de cuadros

1.	Cuadro 1. Valores de parámetros α y δ en la función de producción e inventarios perpetuos	16
2.	Cuadro 2. Pruebas de Raíz Unitaria con detalle de resultados	28
3.	Cuadro 3. Prueba de Cointegración de Johansen	29
4.	Cuadro 4. Pruebas de normalidad, autocorrelación y heterocedasticidad	29
5.	Cuadro 5. Velocidad de ajuste	31
6.	Cuadro 6. Fuentes de datos	39
7.	Cuadro 7. Dinámicas de corto plazo del modelo VEC	43
8.	Cuadro 8. Descomposición de la varianza de \widehat{TCR}	44

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es identificar los causales de la tendencia de depreciación en el tipo de cambio real (TCR)¹ a través del análisis de los diferenciales de productividades entre el sector comerciable y el sector no comerciable de México y de Estados Unidos. Para ello, el trabajo parte de la premisa desarrollada por Balassa (1964) y Samuelson (1964) quienes hipotetizan que un aumento en la productividad en el sector comerciable implicaría una apreciación del tipo de cambio real en el largo plazo. Aunque hay abundante literatura que explora la presencia de este efecto, la mayoría está referida a países desarrollados y pocos trabajos estudian el efecto en economías en desarrollo. El principal motivo del escaso estudio del tema es la poca disponibilidad de datos desagregados y confiables para la variedad de actividades económicas. La contribución de este trabajo es la introducción de un estimador de la productividad en el sector comerciable y el sector no comerciable basado en el residual de Solow (1957).

Uno de los resultados importantes de este trabajo es la existencia del efecto de Balassa-Samuelson en México. En otras palabras, un aumento en la productividad del sector comerciable en términos del sector no comerciable de México está asociado con una apreciación del tipo de cambio real de 0.16 % en el largo plazo. Dicho aumento en la productividad del sector comerciable explica alrededor del 25 % de la variación del tipo de cambio real. En contraste, un aumento análogo en la productividad del sector comerciable de Estados Unidos en términos del sector no comerciable de dicho país está asociado con una depreciación de 0.56 % del tipo de cambio real. Este último efecto llega a explicar más del 15 % de la variación del TCR después de ocho años. Además, de acuerdo con de Gregorio y Wolf (1994) y con Bordo, Choudhri, Fazio y MacDonald (2017), los términos de intercambio son un factor importante en la relación porque pueden generar un efecto que contrarresta o hasta elimina el efecto Balassa-Samuelson.

¹El tipo de cambio real está definido, teóricamente, por la ley de un solo precio como $TCR \equiv e \frac{P^*}{P}$ donde e es el tipo de cambio nominal USD-MXN, P^* es el nivel de precios para EE.UU. y P para México. Para más información de las fuentes y de la construcción del tipo de cambio real, consulte la sección 4 de la tesina o el apéndice A.

2. Revisión de Literatura

La productividad de un país es sumamente importante en la búsqueda de su desarrollo económico. El aumento en la productividad total de los factores generaría mayores ingresos para la empresa, misma que hipotéticamente revisaría los salarios pagados al alza debido al aumento en la productividad. En este sentido, si los recursos utilizados por una empresa son asignados eficientemente, la combinación de éstos permite al trabajador alcanzar la mayor productividad posible y, así, su salario le permitiría una mayor canasta de consumo. Sin embargo, muchas empresas al igual que una economía abierta al comercio con otros países también dependen de los factores externos en la coyuntura internacional. Por un lado, las firmas pueden utilizar insumos provenientes de otros países y, por otro lado, la canasta de consumo de las familias está compuesta por bienes nacionales y por bienes importados desde el extranjero. La globalización ha eliminado las fronteras y distancias entre países y ha ofrecido acceso a una gran variedad de bienes y productos que mejoran el bienestar general de la población. No obstante, la comercialización de bienes y servicios entre países depende de precios internacionales y nacionales ajustados por la tasa de cambio respectiva. Esta idea está definida por el concepto de paridad de poder de compra (o bien, PPP por sus siglas en inglés) la cual expone que la relación entre precios nacionales y extranjeros ajustados por una tasa de cambio nominal debe converger, en teoría, a una constante.

Como ya fue mencionado, los primeros autores en estudiar la relación entre las diferencias en productividad entre dos economías y el tipo de cambio real fueron Balassa (1964) y Samuelson (1964), mismos que explican el comportamiento de largo plazo del tipo de cambio real en términos de productividad en el sector comerciable relativo al sector no comerciable. Estos autores argumentan que, si un país es más productivo en el sector comerciable en términos de productividad del sector no comerciable, el tipo de cambio real tendería a apreciarse en el largo plazo. Entiéndase que los bienes comerciables son todos los bienes que son producidos en el país y, como su nombre lo expresa, pueden ser comercializados con otros países. Solo como ejemplo, bienes comerciables pueden ser máquinas, productos agrícolas, bienes manufacturados, entre otros. En cambio, los bienes no comerciables son más específicos dentro del país y, en su mayoría, son construcciones y servicios como un corte de cabello, la provisión de agua, luz o hasta los servicios gubernamentales. Este tipo de bienes solo son producidos

dentro del país y no pueden ser comercializados al extranjero.

La teoría de Balassa-Samuelson es relativamente aceptada en la literatura y ha sido probada con una amplia variedad de metodologías (Tica y Družić, 2006). Entre ellas son usados los precios relativos entre sectores o los precios relativos de bienes comerciables entre países. De igual forma, esta teoría es estudiada a través de diferenciales de productividad entre sectores o entre países. No obstante, en la mayoría de los casos, la productividad es medida por el producto per cápita de cada economía o solo por el diferencial de precios.

La teoría fue sustentada matemáticamente a partir de los años 90. Rogoff (1992) propone un modelo de competencia perfecta y con perfecta movilidad de factores entre economías y explica que, por ley de un solo precio, cambios en los precios relativos en el sector no comerciable están en función de cambios relativos de la productividad entre sectores. Asimismo, de Gregorio y Wolf (1994) relajan el supuesto de competencia perfecta dentro del modelo para poder introducir el efecto de los términos de intercambio en dicha relación. Además, los autores explican la importancia del diferencial de productividad del sector comerciable y no comerciable como factores determinantes del tipo de cambio real. Los autores estiman la productividad con base en el residual de Solow y argumentan que utilizar el producto per cápita puede generar desviaciones sustanciales respecto al nivel preciso de la productividad total de los factores debido a los cambios en el empleo agregado. Como resultado, estos autores demuestran que el crecimiento de la productividad del sector comerciable y una mejora en los términos de intercambio generan una apreciación del tipo de cambio real. Khan y Choudhri (2005) buscan explicar si el efecto Balassa-Samuelson persiste en la dinámica de largo plazo del tipo de cambio real en economías emergentes. Con base en la producción promedio, estos autores encuentran que el diferencial de productividades entre bienes comerciables y no comerciables es determinante para definir los precios relativos de los bienes no comerciables, mientras que el precio relativo, junto con los términos de intercambio, tienen un efecto importante en el tipo de cambio real. Bordo, Choudhri, Fazio y MacDonald (2017) estiman el efecto de la productividad sobre el tipo de cambio real en el largo plazo y entre diferentes regímenes monetarios. Estos autores concluyen que cambios en los costos de intercambio pueden afectar el impacto de productividad en el tipo de cambio real en el tiempo y, por tanto, el modelo de Balassa-Samuelson no es

consistente a través de diferentes regímenes.

Los trabajos previos indican la importancia de la productividad y los términos de intercambio al momento de explicar la variabilidad del tipo de cambio real; sin embargo, no parece haber un consenso en la estimación de la productividad. Por un lado, utilizar el producto promedio o el ingreso promedio podría ser una estimación más sencilla. Sin embargo, esta variable crece a una tasa mayor en ciclos de recuperación de una economía y puede tener mayor volatilidad, ya que asume que la producción de un bien depende solamente del trabajo. Por otro lado, estimar la productividad total de los factores puede ser más precisa y cercana a la realidad; no obstante, esta estimación depende de supuestos previos en los parámetros y la disponibilidad de los datos es limitada.

De los trabajos antes descritos, solo Khan y Choudhri (2005) incluyen a México dentro de su análisis. Aunque ha habido gran interés sobre el tema, pocos han sido los estudios para México. Mendoza (2005) es un estudio específico para México y argumenta que 70% de la variabilidad del tipo de cambio real es explicado por la variabilidad de precios de bienes no comerciables en términos de bienes comerciables; sin embargo, cabe mencionar que en su análisis incluye datos de deuda extranjera y rigideces en el mercado crediticio. Urrutia y Meza (2011) desarrollan un modelo teórico de equilibrio general para estudiar la dinámica del tipo de cambio real USD-MXN. Estos autores encuentran que hay dos fuerzas predominantes en la variación del TCR: el crecimiento del diferencial de productividad intrasectorial y la disminución de costos de deuda en mercados internacionales a partir de la apertura económica de México. Estos dos mecanismos explican la disminución del precio relativo de bienes comerciables y explican gran parte de una reasignación de recursos de trabajo entre sectores. No obstante, no encuentran efectos significativos al incluir los términos de intercambio ni otras variables. Una observación a este trabajo es que los autores incluyen en su obra solo el diferencial intrasectorial en México, sin considerar el correspondiente a Estados Unidos. Lo anterior muestra que la literatura normalmente incluye términos relativos entre países y a nivel intrasectorial, por lo que esta técnica puede no ser completa. Sin embargo, el artículo de Urrutia y Meza (2010) estima la calibración de parámetros en su planteamiento teórico que, posteriormente, servirá para la estimación de la productividad explicada en la siguiente sección. Por último, López-Marmolejo y

Ventosa-Santaulària (2018) estudian la relación del tipo de cambio nominal y los diferenciales de productividad entre México y Estados Unidos con la premisa de que el principal factor de depreciación en el largo plazo es la pérdida de productividad en México. Dicho trabajo estima esta relación con un análisis de cointegración para estimar la dinámica en el largo plazo y, además, estima un modelo de corrección de errores de vectores cointegrados (VEC). No obstante, a diferencia de esta tesina, estos autores estiman el diferencial relativo entre México y Estados Unidos con base en la razón del ingreso agregado per cápita de cada país, como proxy del diferencial de productividad total. Esta tesina continúa con este tema de investigación enfocándose en el tipo de cambio real y, además, extiende el análisis al incluir los diferenciales de productividades del sector comerciable en términos del sector no comerciable entre México y Estados Unidos.

3. Marco Teórico

Bordo, Choudhri, Fazion y MacDonald (2017) desarrollan teóricamente el Modelo Balassa-Samuelson básico y proponen una variante al modelo en la que cada país se especializa en la producción de un conjunto de bienes comerciables en los que tienen una ventaja comparativa. Bajo esta versión, los autores consiguen redefinir el tipo de cambio real en función de los diferenciales de productividad entre los sectores comerciable y no comerciable, tanto de la economía interna como del extranjero.² Además, incluyen a los *términos de intercambio*, cuyo efecto puede compensar el efecto Balassa-Samuelson causado por los diferenciales de productividad.

3.1 Modelo Básico de Balassa-Samuelson

Bordo, Choudhri, Fazion y MacDonald (2017) describen que el modelo básico de Balassa-Samuelson supone una economía pequeña y abierta llamada Casa y una economía grande y abierta llamada el Resto del Mundo. Para el propósito de este trabajo, nos centramos en México como la economía pequeña y definimos a Estados Unidos como el resto del mundo. Lo anterior debido al hecho de que, en los últimos 20 años – de junio de 1999 hasta junio de 2019 –, alrededor del 68% del comercio internacional total de México se realiza con este país.³ En principio, la economía consiste en un hogar representativo, dos tipos de firmas que producen bienes comerciables y bienes no comerciables, respectivamente. Existe comercio entre Casa y el Resto del Mundo. Ambos países tienen ecuaciones simétricas y, para la notación del modelo, todas las variables extranjeras se indicarán con un asterisco.

Suponga que en ambas economías el hogar representativo que vive para siempre ofrece trabajo a las firmas productoras y consumen una canasta constituida por bienes comerciables y bienes no comerciables. Este agente representativo maximizará su

²Para hacer más elocuente la lectura, el diferencial de productividad entre el sector comerciable y no comerciable puede ser citado como el diferencial de productividad intrasectorial o solo diferencial intrasectorial.

³Datos de exportaciones e importaciones fueron consultados del sistema de información económica del Banco de México.

función de utilidad de por vida

$$U_t = \sum_{s=1}^{\infty} \delta^{s-1} C_s \quad (1)$$

donde δ es el factor de descuento para cualquier periodo y que toma valores entre 0 y 1. En este sentido, este factor de descuento implica que el hogar preferirá consumir en el presente más que consumir en el futuro. C_s es el índice de consumo agregado del hogar en el periodo s con una forma funcional Cobb Douglas.

$$C_s = \frac{C_N^\gamma C_T^{1-\gamma}}{\gamma^\gamma (1-\gamma)^{1-\gamma}}, \quad (2)$$

donde $\gamma \in (0, 1)$ es la ponderación de bienes no comerciables en la canasta de consumo. C_T y C_N son la canasta de bienes comerciables y no comerciables dentro de los conjuntos continuos Ω_T y Ω_N , respectivamente.

Bordo, Choudhri, Fazion y MacDonald (2017) explican, además, que las firmas productoras viven en un contexto de competencia perfecta. Por un lado, existen firmas productoras de bienes comerciables y, por otro, firmas productoras de bienes no comerciables con las siguientes funciones de producción

$$Y_N(i) = A_N L_N(i)^{1-\alpha}, \quad (3)$$

$$Y_T(j) = A_T L_T(j)^{1-\alpha}, \quad (4)$$

donde $Y_N(i)$ y $Y_T(j)$ es la producción individual para cada tipo de bien; L_N y L_T son los insumos de trabajo de los que depende cada función de producción; y, por último, A_T y A_N representan la productividad total de los factores (PTF) de cada sector. Es importante remarcar que la PTF también absorbe la productividad marginal del capital la cual es considerada como si fuera exógena en el corto plazo.

Cada sector de la economía determina su propio nivel de precios. P_T y P_N son los precios del bien comerciable i y del bien no comerciable j en unidades de consumo.

$$P_N = \left[\int_{i \in \Omega_N} p_N(i)^{1-\sigma} di \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}, \quad P_T = \left[\int_{j \in \Omega_T} p_T(j)^{1-\sigma} di \right]^{\frac{1}{1-\sigma}},$$

La composición de los dos índices de precios, ponderados por el parámetro γ , conforma el índice de precios agregado.

$$1 = P_N^\gamma P_T^{1-\gamma} \quad (5)$$

Cabe mencionar que el salario real tiene que ser igual en ambos sectores, de tal forma que los trabajadores de un sector no tengan incentivos a moverse hacia el otro sector. En este sentido, después que las firmas resuelven su problema de maximización de beneficios bajo competencia perfecta, los trabajadores reciben un salario real en función a la productividad de su trabajo. Cabe mencionar que el salario real de equilibrio es tal que los trabajadores no tengan incentivos de cambiarse de un sector a otro. Así, los precios en la economía se determinan por las condiciones

$$P_N(i) = w/A_N \quad (6)$$

$$P_T(j) = w/A_T \quad (7)$$

Dado que ambas economías comercian bienes, la ley de un solo precio tiene que ser tal que los precios de Casa, o en nuestro caso de México, deben de ser iguales a los precios en el Resto del Mundo ajustados por el tipo de cambio real.

$$qp_T^*(j) = p_T(j) \quad (8)$$

Dicho todo esto, las condiciones de equilibrios quedan de la siguiente forma. Primero, en Casa, el consumo de bienes no comerciables tiene que igualarse a la producción de éstos, puesto que no es posible importar o exportar estos bienes.

$$C_N(i) = Y_N(i) \quad (9)$$

En segundo lugar, el total de trabajadores en la economía es la suma de todos los trabajadores dentro del sector comerciable y los trabajadores pertenecientes al sector no comerciable.

$$L = \int_{i \in \Omega_N} L_N(i) di + \int_{j \in \Omega_T} L_T(j) dj, \quad (10)$$

La condición de equilibrio para la cuenta corriente debe cumplir que el su-

perávit/déficit en dicha cuenta debe ser igual al total de activos extranjeros que poseen los hogares de Casa, b , en términos de unidades de consumo C .

$$\int_{j \in \Omega_T} p_T(j) [C_T(j) - Y_T(j)] dj = bC \quad (11)$$

Con base en este contexto, al usar las ecuaciones (5) a (8) para Casa y las análogas para el Resto del Mundo, transformadas con una aproximación log-lineal, es posible llegar a una nueva expresión para el tipo de cambio real. Así, una expresión general del modelo básico para el tipo de cambio real depende del diferencial de productividades entre el sector comerciable y no comerciable tanto en Casa como en el Resto del Mundo. En caso de que exista un efecto Balassa-Samuelson, es de esperarse que el diferencial en Casa tenga una relación negativa con el TCR como lo muestra la ecuación (12). O bien, si Casa se hace relativamente más productivo en el sector comerciable que en el no comerciable, el tipo de cambio real tendería a apreciarse en el tiempo.

$$\hat{q} = \gamma^*(\hat{A}_T^* - \hat{A}_{NT}^*) - \gamma(\hat{A}_T - \hat{A}_{NT}) \quad (12)$$

La modificación a este marco teórico es relajar el supuesto asumido por Bordo, Choudhri, Fazion y MacDonald (2017), respecto a usar el salario per cápita como un proxy para la productividad de cada sector. En este trabajo, esta suposición no es necesaria dado que la productividad sectorial de cada país será estimada con base en la metodología usada por Ventosa, Hernández y Villagómez (2019) para estimar el residual de Solow.

3.2 Modelo con Especialización en Producción

Posterior al modelo básico, Bordo, Choudhri, Fazion y MacDonald (2017) proponen una variante al modelo donde suponen que cada país se especializa en la producción de un conjunto de bienes comerciables en los que tienen ventajas comparativas. Además, suponen que la productividad de cada grupo de bienes comerciables varía en cada país. Entonces, la función de producción de comerciables es modificada de la siguiente forma

$$Y_T(j) = \begin{cases} A_H L_T(j), & \text{si } j \in \Omega_H \\ A_F L_T(j), & \text{si } j \in \Omega_F \end{cases} \quad (13)$$

donde la primera línea es la función de producción de bienes comerciables que se producen en Casa dentro del conjunto de bienes Ω_H y la segunda línea es la análoga para el Resto del Mundo dentro del conjunto de bienes Ω_F . Si Casa tiene ventaja comparativa en los bienes dentro del conjunto Ω_H tiene que ser el caso que $\frac{A_H}{A_H^*} > \frac{A_F}{A_F^*}$. Esta condición conduce a un equilibrio donde cada país escogerá qué clase de bienes comerciables producir.

Igualmente, Bordo, Choudhri, Fazion y MacDonald (2017) modifican el consumo de bienes comerciables en los hogares de la siguiente forma

$$C_T = \left[\left(\chi_H C_H \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \left(\chi_F C_F \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}}, \quad (14)$$

donde η es la elasticidad de sustitución entre bienes extranjeros y bienes internos, los parámetros χ_H y χ_F definen las preferencias hacia cada bien. Así, la ecuación (14) permite que existan preferencias y elasticidades asimétricas entre bienes dentro de las canastas y entre bienes producidos internamente y en el extranjero.

Además, los autores introducen el parámetro $\tau > 0$ el cual está definido como los costos de intercambio de importar un bien del Resto del Mundo. En otras palabras, para exportar un bien es necesario utilizar τ unidades de otros bienes. En este orden de ideas, el nivel de precios agregados para bienes comerciables en Casa depende del nivel de precios interno del bien j producidos en el país y del nivel de precios interno del bien j^* producidos en el extranjero.

$$p_T = \left[\left(\frac{p_H}{\chi_H} \right)^{1-\eta} + \left(\frac{\tau p_F}{\chi_F} \right)^{1-\eta} \right]^{\frac{1}{1-\eta}}, \quad (15)$$

$$p_H = \left[\int_{j \in \Omega_H} C_H(j)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \quad \tau p_F = \left[\int_{j^* \in \Omega_F} C_F(j^*)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} dj^* \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}},$$

Con la nueva función de producción y después del problema de maximización de las empresas bajo competencia perfecta, la productividad marginal del trabajo debe ser igual al precio de los bienes en Casa.

$$p_H(j) = \frac{w}{A_H} \quad (16)$$

Al igual que el modelo anterior, existe una ley de un solo precio para bienes producidos en Casa y bienes producidos en el Resto del Mundo tal que el precio en Casa es igual que el precio en el Resto del Mundo ajustado por el tipo de cambio real.

$$qp_H^*(j) = p_H(j), \quad (17)$$

$$qp_F^*(j^*) = p_F(j^*), \quad (18)$$

En equilibrio, la condición (10) para el mercado laboral se mantiene, solo con la consideración de que $L_T(j) = 0$ for $j \in \Omega_F$. Es decir que no habrá trabajadores produciendo bienes comerciables j , el cual pertenece al conjunto de bienes que solo se producen en el extranjero. Además, la cuenta corriente debe seguir en equilibrio para el superávit/déficit de la demanda de bienes extranjeros en Casa menos la demanda extranjera de bienes internos con el total de activos extranjeros que poseen los hogares en Casa.

$$p_F C_F - p_H C_H^* = bC \quad (19)$$

La innovación de Bordo, Choudhri, Fazion y MacDonald (2017) en el modelo basado en especialización en producción permite definir a los términos de intercambio en Casa como $z \equiv \frac{p_H}{p_F}$, la razón de precios de exportaciones e importaciones. Por último, suponga que la condición inicial es $p_H = p_F = 1$. Al utilizar las expresiones (7), (8), (15), (16) para Casa y las correspondientes para el Resto del Mundo, es posible llegar a una versión modificada de la ecuación (12) entre el tipo de cambio, los diferenciales intrasectoriales de cada país y los términos de intercambio, \hat{z} . Esta relación está expresada por la ecuación (20), donde $\theta = (\chi_H)^{\eta-1} = 1 - (\frac{\chi_F}{\tau})^{\eta-1}$ es la ponderación de bienes internos en la canasta consumida en Casa, y $\theta^* = (\frac{\chi_H^*}{\tau})^{\eta-1} = 1 - (\chi_F^*)^{\eta-1}$ es la ponderación de bienes internos en la canasta del Resto del Mundo. Cuando existen costos de intercambio, los hogares en casa prefieren bienes internos aun cuando $\chi_H = \chi_H^*$

$$\hat{q} = \gamma^*(\hat{A}_T^* - \hat{A}_{NT}^*) - \gamma(\hat{A}_T - \hat{A}_{NT}) + [\gamma(1 - \theta) + \gamma^*\theta^* + \theta - \theta^*] \hat{z} \quad (20)$$

Note que, si los costos de intercambio aumentan, θ aumenta, θ^* disminuye y el efecto de depreciación de los términos de intercambio en el tipo de cambio real tiene

una mayor magnitud. En este sentido, ante un deterioro en los términos de intercambio, el canal de transmisión de comercio depreciaría el TCR y podría contrarrestar el efecto Balassa-Samuelson clásico.

Como bien fue mencionado anteriormente, para fines de esta tesina no es necesario asumir el supuesto de Bordo, Choudhri, Fazion y MacDonald (2017) donde el ingreso real per cápita es un proxy de la productividad, pues ésta última fue previamente estimada.

4. Estimación del Sector Comerciable y No Comerciable

Una parte importante de este trabajo es la agregación y estimación de las variables del sector comerciable y el sector no comerciable. Para generar las series necesarias para el estudio, los datos abarcan el periodo de 1994-2019 con periodicidad trimestral e incluye información para México y Estados Unidos. Para ambos países, se recabó información sobre el valor agregado bruto a precios corrientes, los índices de precios implícitos del valor agregado, el número de empleados, las series de formación bruta de capital fijo para estimar el acervo de capital físico, los términos de intercambio para México específicamente, el tipo de cambio nominal bilateral (USD-MXN) y los respectivos índices de precios al consumidor para cada país.⁴

Una de las fuentes más importantes en la recopilación de información es la base de datos STAN (STructural ANalysis) publicada por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y es de libre acceso. La ventaja de esta fuente de datos es que tiene información de forma desagregada para las múltiples industrias que conforman la actividad económica de un país. Sin embargo, la periodicidad de esta base de datos es anual y, por ello, las series provenientes de esta base fueron desagregadas por medio de interpolación lineal entre observaciones por el método de Litterman (1983). Más adelante será explicado qué series de la base STAN fueron utilizadas para el cálculo de la productividad.

Para cada país, el valor agregado a precios corrientes de las industrias que forman parte del sector comerciable y del no comerciable fueron sumados para construir el valor agregado a precios corrientes de cada sector. Con base en Tica, J., y Družić, I. (2006), la mayoría de los anteriores trabajos en la literatura, aunque con algunas variaciones, establecen que el sector comerciable es la suma de las industrias correspondientes a agricultura, minería y manufacturas; en cambio, el sector no comerciable es la suma de todas las demás industrias que conforman la producción, principalmente, industrias de servicios y la industria de construcción.

De forma similar, los índices de precios implícitos de las industrias pertenecientes

⁴Para los Términos de Intercambio de México, la literatura comúnmente lo define como la razón del nivel de precios de bienes de exportación sobre el nivel de precios de los bienes de importación. Para más información sobre los datos y sus fuentes, consulte el apéndice A.

a cada sector fueron promediados para construir el índice de precios implícitos agregado para el sector comerciable y su contraparte. Así, el valor agregado a precios corrientes de cada sector fue deflactado con su correspondiente índice de precios implícitos para construir el valor agregado a precios constantes (base 2013). Para México, las series de cada industria fueron obtenidas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Por su parte, las series correspondientes a Estados Unidos fueron consultadas del Buró de Análisis Económico (Bureau of Economic Analysis o BEA, por sus siglas en inglés).

De igual forma, para los datos de empleo se sumó el total de trabajadores en cada industria correspondiente a cada sector y, así, tener el empleo total en el sector comerciable y no comerciable. Las series más recientes de empleo para México, con detalle para cada industria, fueron recopiladas de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) cuya serie inicia en el 2005. Para prolongar la serie de empleo hacia atrás, ésta se encadenó con su serie análoga dentro la base de datos STAN. Para Estados Unidos, las series más recientes y más largas de empleo – con gran detalle para cada industria –, pueden ser consultadas del Buró de Estadísticas Laborales (Bureau of Labor Statistics, BLS, por sus siglas en inglés). Ambas series de empleo – la serie de la ENOE y del BLS – tienen periodicidad mensual y fueron agregadas trimestral con promedios simples. Los índices de precios al consumidor para cada país tienen periodicidad mensual y también fueron agregados trimestralmente por promedios simples. Para México, el índice de precios es consultado del INEGI y, para Estados Unidos, de la Reserva Federal de St. Louis (FRED). La serie del tipo de cambio nominal tiene origen en Bloomberg, cuyo acceso es restringido por suscripción, y es de periodicidad diaria. Para emparejar la periodicidad con las cuentas nacionales, esta serie fue agregada, igualmente, a observaciones trimestrales usando promedios simples.

Por último, la serie del acervo de capital físico de cada sector en cada país es construida a partir de la formación bruta de capital fijo. Para México, fue sumada la formación bruta de capital fijo más la variación de existencias en cada industria y, luego, sumada para cada sector. Estos datos pueden ser encontrados en el INEGI, mientras que los datos correspondientes para Estados Unidos fueron recabados solamente de la base STAN. En línea con Ventosa-Santaulària, D., Hernández, L., y Villagómez, A. (2019), la serie de acervo de capital físico puede ser estimada siguiendo el método de

inventarios perpetuos representada por la ecuación (21)

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta)K_t \quad (21)$$

donde I_t es la inversión bruta y δ es la tasa de depreciación del capital físico. Dicho esto, la serie de formación bruta de capital fijo más la variación de existencias toma el lugar de la inversión bruta y, siguiendo la metodología de estos autores, para definir el valor inicial del capital $K_0 = I_{ss}/\delta$. Estos autores estiman I_{ss} , la inversión bruta en estado estacionario, como el promedio de un periodo donde la inversión bruta es relativamente estable. En este caso, este indicador fue estimado como el promedio de los años 1993 y 1994 – periodo en que la formación bruta de capital en México y en Estados Unidos se mantuvo constante. Por su parte, de acuerdo con Bergoeing et al. (2002), δ es igual a 0.06 en México y, según Escribá-Pérez et. al. (2019), para Estados Unidos es igual a 0.11.

Consecuentemente, continuando con la metodología de Ventosa-Santaulària, D., Hernández, L., y Villagómez, A. (2019), el siguiente paso sería realizar estimación de la productividad total de los factores, también llamado como el residual de Solow, para los sectores comerciable y no comerciable. A partir de la función de producción propuesta en Solow(1957):

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (22)$$

donde, Y_t es el valor agregado, L_t es el trabajo, K_t es el stock de capital, A_t es la productividad total de los factores (PTF) y α representa la elasticidad producto del capital. De esta manera, con todas las series disponibles, es posible estimar el residual de Solow para cada sector como

$$A_{ti} = \frac{Y_{ti}}{K_{ti}^\alpha L_{ti}^{1-\alpha}} \quad (23)$$

donde $i = T, N$ y, con base en la calibración hecha por Urrutia, C., y Meza, F. (2011), y Valentinyi, Á., y Herrendorf, B. (2008), el parámetro α tiene diferentes valores dependiendo de la función de producción de cada sector y de cada país. De esta forma, la variabilidad que pudiera tener la productividad A_{ti} al estimar solo por productividad laboral promedio es reducida al incluir en la estimación la serie de capital y su respectiva ponderación en la función de producción. Los valores están descritos en

la siguiente tabla.

Cuadro 1. Valores de parámetros α y δ en la función de producción e inventarios perpetuos

México		
α^T	Elasticidad del Capital en Sector Comerciable	0.48
α^N	Elasticidad del Capital en Sector No Comerciable	0.35
δ	Tasa de depreciación	0.06
Estados Unidos		
α^{T*}	Elasticidad del Capital en Sector Comerciable	0.37
α^{N*}	Elasticidad del Capital en Sector No Comerciable	0.32
δ^*	Tasa de depreciación	0.11

Fuente: Urrutia, C., y Meza, F. (2011), Bergoeing et al. (2002),
Valentinyi, Á., y Herrendorf, B. (2008), y Escribá-Pérez, et. al(2019).

5. Productividad Estancada: una descripción

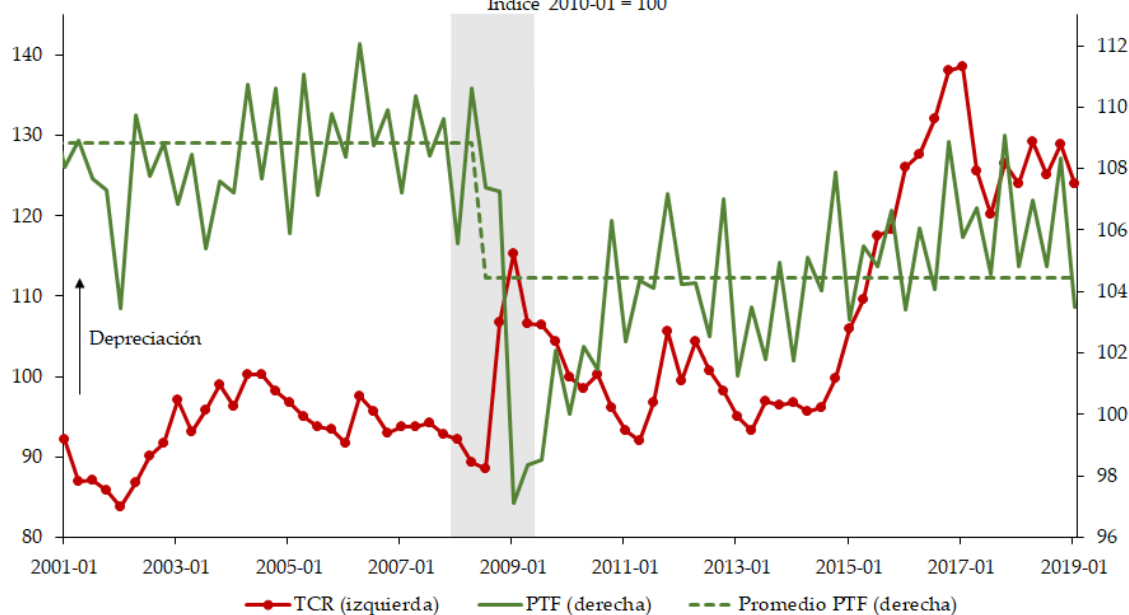
5.1 Estimación de México

Las recientes reformas estructurales, con el objetivo de acelerar el crecimiento económico en México, no han podido revertir la tendencia de depreciación del tipo de cambio real, ni impulsar la productividad total de los factores (PTF). El tipo de cambio real es una de las principales variables macroeconómicas, pues ésta absorbe los cambios en los precios relativos del Casa en términos del Resto del Mundo. Además, es la variable de ajuste de una economía abierta como México. Como puede observarse en la Figura 1, la serie roja y con puntos ilustra la dinámica del tipo de cambio real en los últimos 19 años. Esta variable ha acumulado una depreciación de 24 % desde el primer trimestre del 2010 hasta el primer trimestre del 2019. Cabe mencionar que, si bien este dato indica que la variable ha perdido casi un cuarto de su valor hasta inicios del 2019, ésta llegó a alcanzar su punto más alto con una depreciación acumulada de 38 % a principios del 2017, respecto a su valor en el 2010.

La productividad total de los factores puede ser interpretado como el porcentaje del producto que no está explicado por los recursos con los que cuenta una economía. Otra interpretación es el nivel de eficiencia (productividad) con la que los agentes utilizan los recursos en el proceso de producción. De la misma manera, en la Figura 1, la línea verde y continua, representa la productividad total de los factores. Esta serie toma una dinámica distinta a la del tipo de cambio. Previo a la crisis financiera, la PTF estaba estancada persistentemente alrededor de un nivel, en promedio, 8.83 % mayor al valor correspondiente a inicios del 2010. Durante la Gran Recesión (el área sombreada en gris), la productividad sufrió un cambio estructural que, desde ese episodio hasta el primer trimestre del 2019, no solo mantuvo la productividad estancada, sino que su nivel promedio se redujo a solo 4.45 % mayor al nivel en el 2010.⁵ Esta desalentadora cifra indica el rezago productivo de México, mismo que podría ser interpretado como si el país fuera improductivo porque destruye recursos o capital, los cuales podrían ser asignados a la producción de bienes o servicios. Es claro que el país tiene un problema de asignación de recursos que traba el crecimiento de la productividad y, al parecer, el tipo de cambio real absorbe las repercusiones en el largo plazo.

⁵Estimaciones propias con información de INEGI y OECD. Consulte la sección 4 para más información de la metodología.

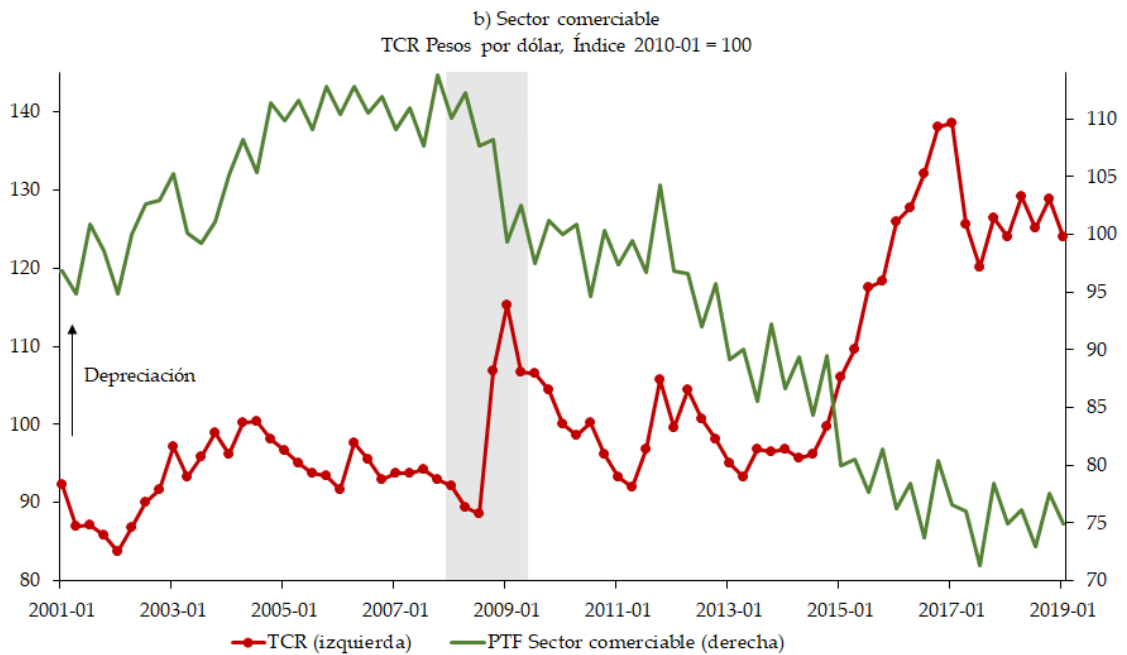
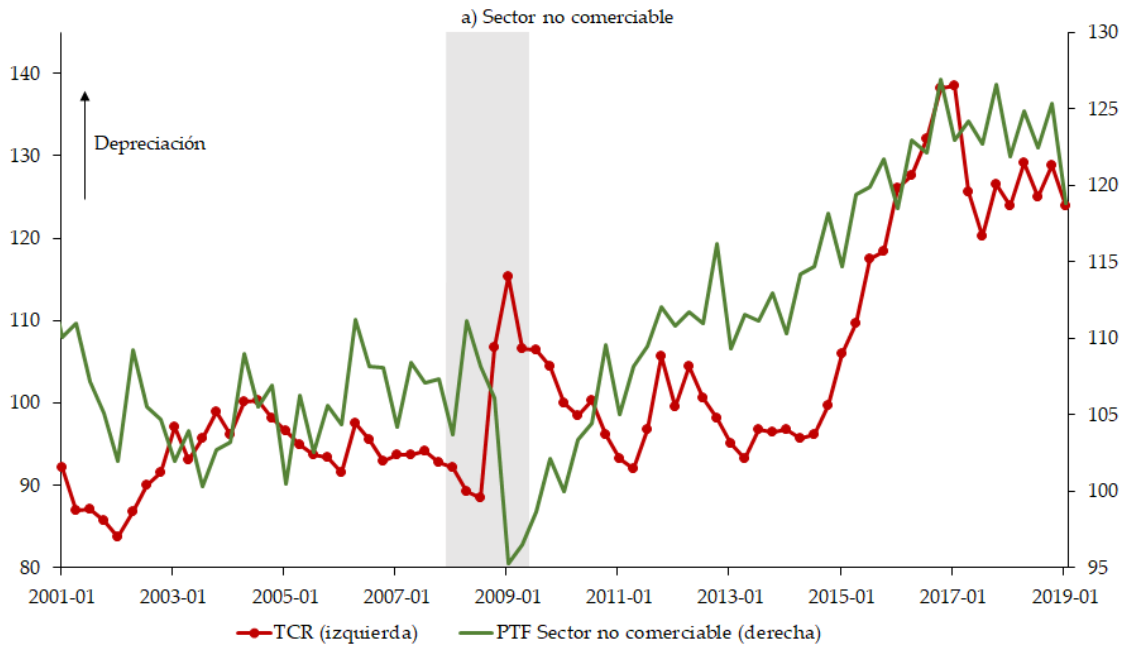
Figura 1
Tipo de Cambio Real y Productividad Total de los Factores en México
 Índice 2010-01 = 100



Nota: Estimación propia de la Productividad Total de los Factores (PTF) por medio del residual del Solow. Para mayor información sobre la estimación y la metodología, consulte la sección 4 de la tesina. El tipo de cambio real está construido por el tipo de cambio nominal (pesos por dólar) ajustado por la razón de precios entre Estados Unidos y México. El periodo sombreado en gris - Dic. 2007 a Jun 2009 - indica la crisis financiera del 2008-2009 de acuerdo con el ciclo económico definido por el Buró Nacional de Investigación Económica (NBER).
 Fuente: Bloomberg, INEGI y OECD.

Al analizar la gráfica anterior podría surgir la pregunta sobre cuáles son los determinantes de dicho estancamiento productivo y su relación con la depreciación real. Para responder este cuestionamiento, vale la pena estudiar a detalle cómo está conformada la productividad total de los factores de los sectores comerciable y no comerciable. En línea con Balassa (1964) y Samuelson (1964), la productividad del sector comerciable debe tener mayor incidencia en la dinámica del tipo de cambio real. La Figura 2 presenta, respectivamente, la productividad de cada sector con el mismo formato que la Figura 1 — la línea roja en puntos es el TCR y la línea verde es la productividad en cada sector. En el panel a), es posible notar que si bien la PTF del sector no comerciable parecía estancada antes de la Gran Recesión; después de este episodio, la PTF de este sector toma una tendencia al alza. Concretamente, durante el primer trimestre del 2019, este sector es 18.83% más productivo de lo que fue en el primer trimestre del 2010. En términos más precisos, la productividad del sector no comerciable sí ha crecido en los últimos nueve años.

Figura 2
Tipo de Cambio Real y Productividad Total de los Factores por sectores en México
 Índice 2010-01 = 100



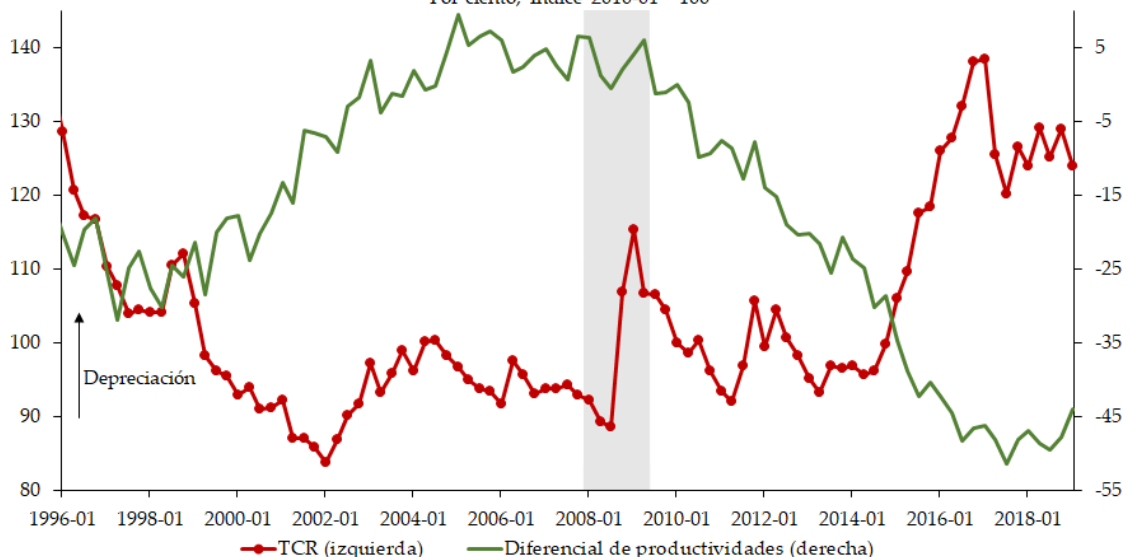
Nota: De la misma forma, la productividad total de los factores para cada sector fue estimada con base en el residual de Solow. El sector comercial esta conformado por las industrias de agricultura, caza, pesca, minería y manufacturas. El sector no comercial lo conforman todas las demás industrias como construcción y, mayormente, servicios. Consulte la sección 4 para mayor información de la estructuración de cada sector.
 Fuente: Bloomberg, INEGI y OECD.

Ahora bien, el sector no comerciable ha crecido en términos productivos, y la productividad agregada permanece estancada. Por lo tanto, es de esperarse un movi-

miento opuesto en la productividad del sector comerciable en los últimos años. El panel b) ilustra esta situación. Pevio al 2008, la productividad del sector comerciable crecía sostenidamente, no obstante, el tipo de cambio real parecía mantenerse constante en el tiempo. Desafortunadamente, la tendencia se revirtió después del periodo recesivo: mientras la productividad total de los factores en este sector caía, este fenómeno se transmitía hacia el tipo de cambio al provocar una depreciación sostenida. Como referencia, en el primer trimestre del 2019, la PTF del sector no comerciable está ubicada en un nivel 25 % más bajo que el nivel del 2010. Dicho de otra forma, el sector comerciable es mucho menos productivo.

Ante este contraste, solo queda preguntarse cuál dinámica entre ambas productividades es la que predomina. Para ello, la Figura 3 presenta el diferencial de productividades (productividad total de los factores del sector comerciable menos la del no comerciable) frente al tipo de cambio real. Dicha gráfica exhibe que el sector comerciable se ha vuelto 45 puntos porcentuales menos productivos en términos del sector no comerciable: el diferencial de productividades de México ha estado disminuyendo dramáticamente.

Figura 3
Tipo de Cambio Real y Diferencial de productividades entre el sector comerciable y no comerciable en México
 Por ciento, Índice 2010-01 = 100

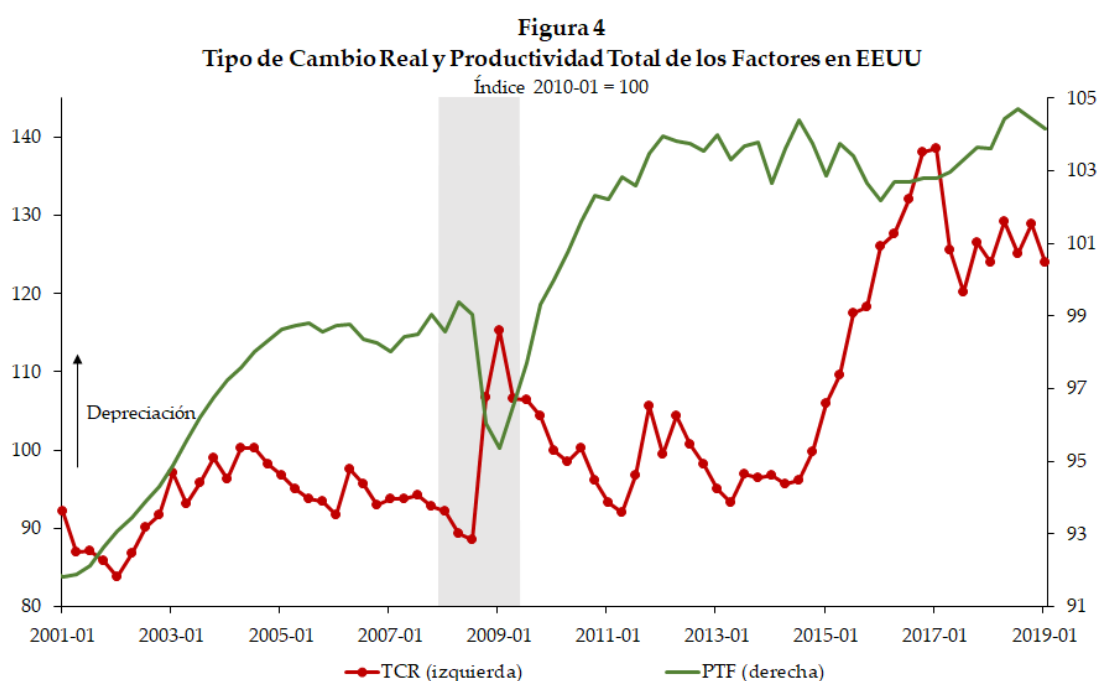


Nota: El diferencial de productividades es considerado como la diferencia entre la productividad total de los factores del sector comerciable menos la respectiva productividad del sector no comerciable. En la gráfica, la serie correspondiente al diferencial ilustra cuántos puntos porcentuales menos ha crecido la productividad del sector comerciable en relación al sector no comerciable, considerando el trimestre base. Una caída en el diferencial de productividad implica que el sector comerciable es menos volviendo menos productivo en términos del sector no comerciable.

Fuente: Bloomberg, INEGI y OECD.

5.2 Estimación de Estados Unidos

En Estados Unidos, la historia parece tomar otro sentido. La Figura 4 es análoga a la Figura 1, muestra la productividad total de los factores para Estados Unidos frente al tipo de cambio real. En este caso, hay dos observaciones interesantes. La primera es que la tendencia de la PTF ha sido al alza a lo largo del tiempo, solo con excepción de la fuerte caída en el periodo recesivo del 2008-2009. La segunda es la distinguible desaceleración del crecimiento de la productividad en los últimos. No obstante, el nivel de la PTF en el primer trimestre del 2019 es 4.14% más alto que su respectivo nivel en el 2010.

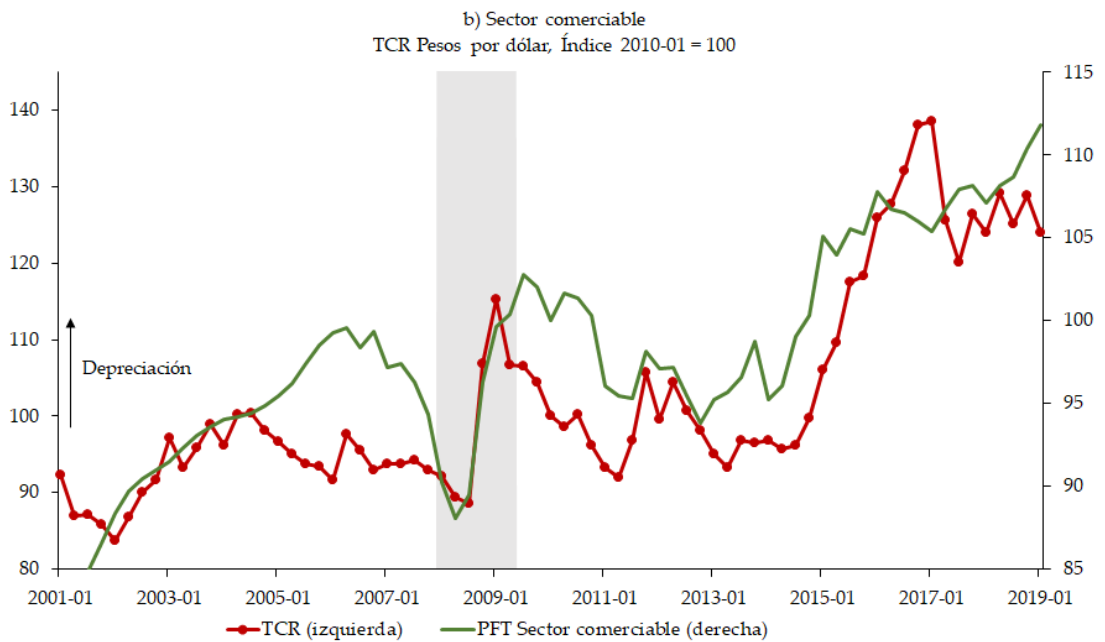
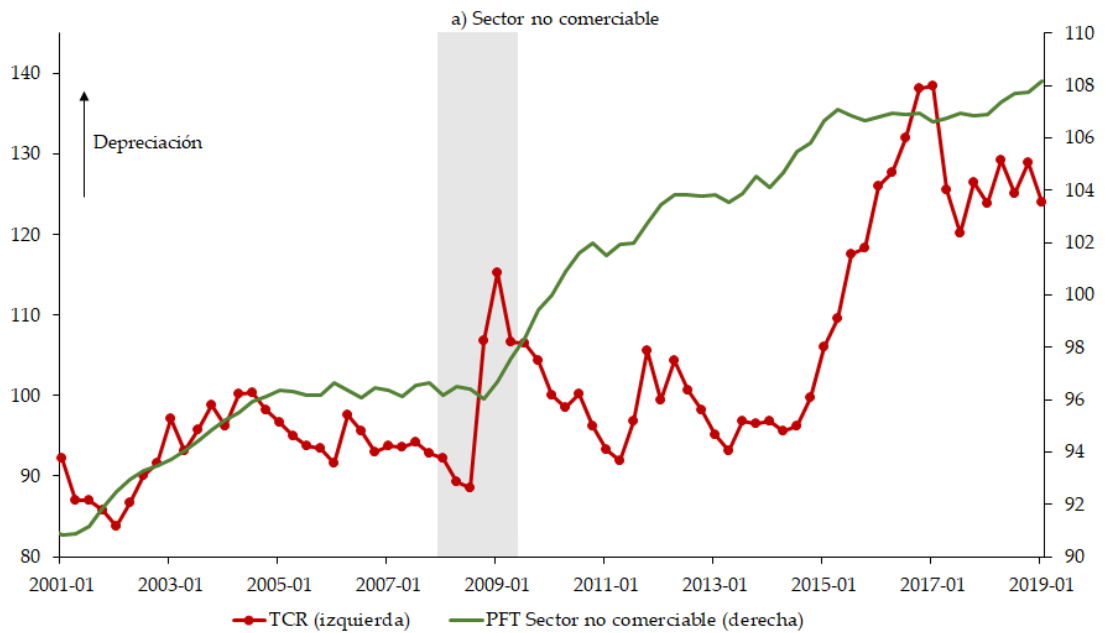


Nota: Estimación propia de la Productividad Total de los Factores (PTF) por medio del residual del Solow. Para mayor información sobre la estimación y la metodología, consulte la sección 4 de la tesina. El tipo de cambio real está construido por el tipo de cambio nominal (pesos por dólar) ajustado por la razón de precios entre Estados Unidos y México. El periodo sombreado en gris - Dic. 2007 a Jun 2009 - indica la crisis financiera del 2008-2009 de acuerdo con el ciclo económico definido por el Buró Nacional de Investigación Económica (NBER).
Fuente: Bloomberg, INEGI y OECD.

La Figura 5 hace la misma comparación por sectores que la Figura 2 para el caso de Estados Unidos. Por un lado, la PTF del sector no comerciable en este país ha tenido un crecimiento sostenido, aunque no tan acelerado. Cabe mencionar que aún en el periodo de crisis, su caída no fue tan abrupta y salió resiliente de este episodio. Si bien muestra indicios de haberse desacelerado desde el 2015, el dato en el primer trimestre del 2019 indica que el nivel de productividad está en un nivel 8.18% más alto de lo

que fue en el primer trimestre del 2010. Este último dato es completamente opuesto al último dato del sector comerciable en México. Es en este sector donde recae la diferencia entre México y su país vecino. Mientras que en México el sector comerciable ha tenido una caída fuerte y prolongada; el respectivo sector de Estados Unidos ha crecido a pesar de los periodos de volatilidad. Por el otro lado, en los últimos años, la PTF del sector comerciable muestra periodos de mayor volatilidad. No obstante, la serie sigue manteniendo su tendencia al alza que hasta se puede comparar cercanamente con la dinámica del tipo de cambio real. A pesar de los altibajos, en el primer trimestre del 2019, la PTF del sector comerciable alcanzó un nivel 11.77% más alto que el correspondiente al trimestre base.

Figura 5
Tipo de Cambio Real y Productividad Total de los Factores por sectores en EEUU
 Índice 2010-01 = 100

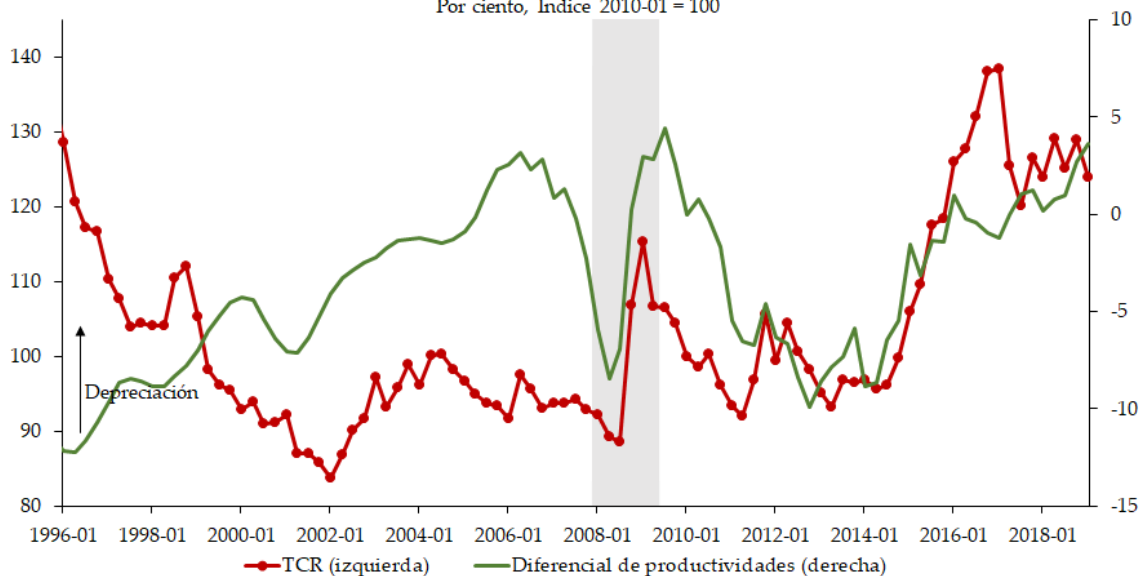


Nota: De la misma forma, la productividad total de los factores para cada sector fue estimada con base en el residual de Solow. El sector comercial esta conformado por las industrias de agricultura, caza, pezca, minería y manufacturas. El sector no comercial lo conforman todas las demás industrias como construcción y, mayormente, servicios. Consulte la sección 4 para mayor información de la estructuración de cada sector.
 Fuente: Bloomberg, INEGI y OECD.

Por último, la Figura 6 ilustra el diferencial entre las productividades de ambos sectores. En los últimos años, la recuperación de la productividad del sector comercial

en relación con el sector no comerciable es importante. El último dato indica que el sector comerciable es 3.59 puntos porcentuales más productivo que el sector no comerciable. Comparado con el último dato del diferencial de México, vale la pena recordar que éste ubica al sector comerciable 45 puntos porcentuales menos productivo que el sector no comerciable. Es esta gráfica donde es posible notar que momentos de alzas en el diferencial estadounidense están asociados con depreciaciones del tipo de cambio real. Otra observación que vale la pena recalcar es que el diferencial de Estados Unidos, en comparación con el de México, se ha mantenido relativamente más estable y no ha tenido caídas durante lapsos largos de tiempo.

Figura 6
Tipo de Cambio Real y Diferencial de productividades entre el sector comerciable y no comerciable en EEUU
 Por ciento, Índice 2010-01 = 100



Nota: El diferencial de productividades es considerado como la diferencia entre la productividad total de los factores del sector comerciable menos la respectiva productividad del sector no comerciable. En la gráfica, la serie correspondiente al diferencial ilustra cuántos puntos porcentuales menos ha crecido la productividad del sector comerciable en relación al sector no comerciable, considerando el trimestre base. Una caída en el diferencial de productividad implica que el sector comerciable es menos volviendo menos productivo en términos del sector no comerciable.
 Fuente: Bloomberg, INEGI y OECD.

6. Estrategia Empírica

Este trabajo busca explorar la relación de equilibrio en el corto y largo plazo entre el tipo de cambio real (TCR) y los diferenciales intrasectoriales de México y Estados Unidos. Dicho esto, con base en el modelo teórico explicado anteriormente, la ecuación a estimar es (21) y los signos esperados en la ecuación a largo plazo están presentados en la siguiente ecuación:

$$\widehat{TCR} = \underset{(-)}{\beta_1} (\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT}) + \underset{(+)}{\beta_2} (\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*) + \underset{(+)}{\gamma_3} (\widehat{TOT})$$

Un aumento en la productividad del sector comerciable en relación con el sector no comerciable en México — es decir, un aumento en el diferencial de productividades en este país — apreciaría el tipo de cambio real. Por su parte, un aumento similar en la productividad del sector comerciable en Estados Unidos tendría como resultado una depreciación de la tasa de cambio real.

Por un lado, debido al efecto Balassa-Samuelson convencional, si México se vuelve relativamente más productivo en el sector comerciable, la producción de este sector aumentaría utilizando la misma cantidad de recursos. Consecuentemente, las ganancias en productividad estarían reflejadas en un aumento de los salarios reales de los trabajadores de este sector. No obstante, para mantener el salario nominal de equilibrio en el sector laboral — tal que los trabajadores no tengan incentivos de cambiarse de un sector a otro—, los precios de los bienes comerciables deben de caer debido al aumento en su producción (tome como referencia las ecuaciones (6) y (7)). En este sentido, los bienes nacionales serían más competitivos y, por tanto, para sostener la ley de un solo precio, el tipo de cambio tomaría una dinámica de apreciación en el mediano-largo plazo.

En contraste, si Estados Unidos se vuelve relativamente más productivo en el sector comerciable, este país también experimentaría el mecanismo antes descrito y modificaría el precio relativo entre bienes comerciables. Así, los bienes de Casa se vuelven menos competitivos en relación con los bienes del Resto del Mundo (Estados Unidos) y, para abaratar los bienes comerciables de Casa, denotaría una depreciación del tipo de cambio real para regresar al equilibrio por ley de un solo precio (la ecuación 8).

Por último, un deterioro en los términos de intercambio – es decir un aumento en precios de exportaciones en relación con los precios de importaciones en México – implicaría una depreciación del TCR. Más detalladamente, un aumento en la productividad tendría como resultado una apreciación del TCR. Si el TCR se aprecia, el ingreso de los hogares en Casa tiene mayor poder adquisitivo en el Resto del Mundo. Por esta razón, el costo de las importaciones caería en relación con el precio de las exportaciones, las familias tienen incentivos para importar bienes deteriorando, así, los términos de intercambio. Otra perspectiva podría ser que si los costos de producción aumentaran en México – o bien, los costos de intercambio en el modelo teórico –, el precio de los bienes exportables aumentaría relativo al precio de los bienes importables. Esto deterioraría los términos de intercambio y acentuaría el canal de comercio en el tipo de cambio real. En este sentido, dicho desbalance de precios provocaría una depreciación del tipo de cambio real para volver competitiva a la economía nacional, en cuestión de comercio, en el largo plazo. Dicho canal de comercio, o efecto de términos de intercambio, puede disminuir o, incluso hasta contrarrestar, el mecanismo convencional de PPP (Paridad de Poder de Compra) o efecto Balassa-Samuelson.

Dicho lo anterior, el modelo utilizado para estimar la relación de largo plazo es un modelo de corrección de errores de vectores cointegrados (VEC, por sus siglas en inglés). En este sentido, el vector cointegrante incluye, en logaritmos, al tipo de cambio real (\widehat{TCR}), el diferencial de productividades entre el sector comerciable y no comerciable en México ($\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT}$), para Estados Unidos, ($\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*$), y los Términos de Intercambio (\widehat{TOT}). Para denotar los coeficientes de las variables cointegradas, es usado el parámetro β_i . El coeficiente γ_i está asociado a los términos de intercambio, los cuales están considerados como variable exógena $I(1)$ restringida a dicho vector. Además, para la relación a corto plazo son considerados ocho retardos que equivaldrían a dos años.

7. Resultados

7.1 Pruebas de Estacionalidad

Definida la metodología econométrica, es necesario estudiar la estacionalidad de las series de tiempo para después corroborar la cointegración entre las variables. El cuadro 2 presenta tres diferentes pruebas para definir si las variables tienen raíz unitaria: la prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF), Phillip-Perron (PP), Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Las pruebas ADF y la Phillip-Perron tratan de contrastar la hipótesis nula que la serie tiene una raíz unitaria frente a la hipótesis alternativa que la serie es no estacionaria. En estas pruebas, no se encontró evidencia de la existencia de autocorrelación entre errores bajo la prueba Q-Ljung-Box. Por esta razón, la prueba ADF mantiene su validez al probar no estacionalidad en las variables. En contraste, la prueba KPSS toma como hipótesis nula que la serie de tiempo es estacionaria mientras que la hipótesis alternativa es la existencia de al menos una raíz unitaria. Cabe mencionar que el número entre paréntesis es el número de rezagos óptimo, por el criterio Perrón y Qu (2007) BIC-modificado, con el cual la prueba de raíz unitaria es ejecutada. Para todas ellas, las pruebas son realizadas incluyendo la constante y constante con tendencia.

En línea con la ecuación de largo plazo a estimar, las variables de mayor interés son el TCR, los dos diferenciales de productividades y los términos de intercambio. Las pruebas ADF y Phillip-Perron revelan que todas las variables son no estacionarias bajo los casos con constante y constante con tendencia. Por su parte, la prueba KPSS rechaza la hipótesis nula de estacionariedad, por tanto, es posible concluir una vez más que todas las series son no estacionarias, aun al incluir ambas variables determinísticas. Dicho todo esto, sin mayor problema, se comprueba que las variables consideradas en la prueba de cointegración son integradas de orden uno.

Cuadro 2. Pruebas de Raíz Unitaria con detalle de resultados

Variable	ADF(GLS)		Phillip-Perron		KPSS	
	const	const + tend	const	const + tend	const	const + tend
\widehat{TCR}	-1.2906(2)	-2.0607(2)	-2.4755(1)	-2.5719(1)	0.4417(4)***	0.3179(4)***
USD/MXN	1.3998(0)	-1.9212(0)	-1.0724(1)	-2.5026(1)	1.8394(4)***	0.2030(4)**
\widehat{CPI}_{US}	1.2722(5)	-0.0731(0)	-0.26228(1)	-2.1157(1)	2.1272(4)***	0.2266(4)***
\widehat{CPI}_{MX}	0.52916(5)	-2.0284(6)	-1.2832(1)	-2.0209(1)	2.0712(4)***	0.2984(4)***
$\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT}$	-1.1886(4)	-1.3391(2)	-0.3932(1)	-0.8556(1)	0.7459(4)***	0.4638(4)***
$\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*$	-0.2865(0)	-1.8278(0)	-1.9875(1)	-2.4004(1)	0.9451(4)***	0.2779(4)***
\widehat{TOT}	-1.5804(2)	-1.7258(2)	-2.1668(1)	-1.9562(1)	0.4271(4)*	0.3614(4)***

Fuente: Estimación propia con información de INEGI, BEA, BLS, FRED, Banxico y Bloomberg.

Nota: Paréntesis denota el número de retardos óptimo por criterio Perron and Qu (2007), BIC-

modificado. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$ indican el nivel del significancia al que se

rechaza la hipótesis nula. Máximo número de retardos = $12(T/100)^{1/4}$.

7.2 Pruebas de Cointegración

Para definir la especificación fueron considerados los siguientes criterios. Primero, con base en la prueba de cointegración de Johansen (1991), debe haber evidencia de que las variables cointegran y que, preferentemente, sea solo un vector cointegrante. Además, la relación a largo plazo debe de tener sentido económico, es decir que los coeficientes asociados con las variables tengan el signo correcto al esperado y estadísticamente significativos en la especificación. El número de retardos fue estudiado; aunque, con un número bajo de retardos, el comportamiento de los residuos no cumple del todo con las pruebas de interés presentadas más adelante.

En segundo lugar, después de haber encontrado el vector cointegrante, las ecuaciones de corto plazo deberían de cumplir algunos requisitos en sus respectivos residuales. Idealmente, los residuales de cada ecuación de corto plazo no deben presentar evidencia de autocorrelación, heterocedasticidad y, principalmente, deben de comportarse de manera normal. De todas estas pruebas mencionadas, la de mayor importancia es la prueba de normalidad, pues admite la posibilidad de hacer inferencia estadística con los parámetros estimados. Con base en estas consideraciones, los resultados de la prueba de Johansen fueron los siguientes:

Cuadro 3. Prueba de Cointegración de Johansen

Hipótesis Nula	Eigenvalor	Estad. Traza ¹	p-value
0 vectores cointegrantes	0.23132	34.030**	0.0309
1 vectores cointegrantes	0.07793	8.7736	0.5606
2 vectores cointegrantes	0.01020	0.9843	0.7913

Fuente: Estimación propia con información de INEGI, BEA, BLS, FRED, Banxico y Bloomberg. ¹p-value está condicionado en una variable I(1) y controles para una muestra pequeña. Especificación sin constante, orden de retardo: 8. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

En este caso, hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que no hay cointegración entre las variables (p-value<0.01), lo cual corrobora el modelo propuesto. Consecuentemente, la prueba no logra rechazar la hipótesis nula de la existencia de solo un vector cointegrante con suficiente significancia (p-value>0.10). Dados estos resultados, es posible concluir que existe solo un vector cointegrante que, además, cumple con los supuestos de normalidad y con la mayoría de las pruebas de autocorrelación y heterocedasticidad en los residuales del modelo.

Cuadro 4. Pruebas de normalidad, autocorrelación y heterocedasticidad

Modalidad	Normalidad [†]		Autocorrelación [‡]			Heterocedasticidad*		
	Syst.	Eq. 1	Eq. 2	Eq. 3	Eq. 1	Eq. 2	Eq. 3	
Univariado(a)	-	4.8625	8.6184*	0.2601	0.7313	2.0365	14.4745***	
Univariado(b)	-	5.9551	15.9711**	1.03591	2.1367	3.3643	15.0213*	
Multivariado(a)			1.795***			138.909		
Multivariado(b)	9.6467		1.731***			307.751		

Fuente: Estimación propia con información de INEGI, BEA, BLS, FRED, Banxico y Bloomberg.

[†], Prueba Doornik-Hansen Multivariado. [‡], Prueba Univariada: Ljung-Box Q; Prueba Multivariada Rao.

*, Prueba uni/multi-variada: Prueba ARCH LM; (a) cuatro rezagos, (b) ocho rezagos.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

De acuerdo con las pruebas presentadas en el cuadro 4, los residuos del VEC parecen comportarse de manera normal; por tanto, es posible hacer inferencia estadística sin mayor problema con los resultados del modelo. Las pruebas de autocorrelación y de

heterocedasticidad presentan resultados mixtos. A excepción de la ecuación 3 (el diferencial de Estados Unidos), en el modelo univariado con cuatro rezagos no es posible rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación y no heterocedasticidad en los residuos en todas las ecuaciones. Resultados similares son obtenidos en el modelo univariado con ocho rezagos, a excepción de la presencia de autocorrelación en los residuos de la ecuación 2 (el diferencial de México). Para los modelos multivariados con cuatro y ocho rezagos, las pruebas arrojan que hay evidencia de autocorrelación en los residuos en cualquiera de los casos. No obstante, en ambos casos multivariados no es posible rechazar que no hay heterocedasticidad en los residuos. De cualquier forma, la normalidad en los residuos es el principal interés en esta sección.

7.3 Interpretación del vector cointegrante

La relación de largo plazo queda de la siguiente forma:

$$\widehat{TCR} = \underset{(0,0664)}{-0,1615}(\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT}) + \underset{(0,2399)}{0,5656}(\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*) + \underset{(0,0941)}{0,5179}(\widehat{TOT})$$

Un aumento en el diferencial de productividad de México de un punto porcentual estaría asociado con una apreciación de 0.16% en el largo plazo, este resultado es estadísticamente significativo. Por tanto, es posible concluir que sí existe el efecto Balassa-Samuelson en México: un aumento en la productividad en el sector comercial relativo al sector no comercial produciría una tendencia de apreciación en el tipo de cambio real. Desafortunadamente, a pesar de las buenas intenciones del gobierno en la aplicación de reformas estructurales y políticas públicas, en términos productivos no se ha observado un impacto benéfico. En este sentido, los datos muestran evidencia de que la sostenida depreciación del tipo de cambio real está justificada por la fuerte caída de la productividad del sector comerciable en relación con el sector no comerciable en México.

En contraste, un aumento en el diferencial de Estados Unidos de un punto porcentual implicaría una depreciación del 0.57% en el TCR. Cabe mencionar que, el crecimiento del sector comerciable de Estados Unidos en los últimos cinco años (véase las gráficas 5 y 6) han contribuido a la depreciación observada.

Por último, como era de esperar, el deterioro en los términos de intercambio está

asociados con un aumento en la depreciación de 0.51 % en el largo plazo. En el caso de un impulso en términos productivos en México el canal comercial, a través de los términos de intercambio, sí puede nulificar las ganancias en productividad sobre del tipo de cambio real.

El cuadro 5 presenta el mecanismo de corrección de errores – o también puede ser interpretado como la velocidad de ajuste – en la relación de corto plazo. Ante un choque exógeno que afecte el equilibrio en la relación de largo plazo, la principal variable de ajuste es el tipo de cambio real. De igual manera, la productividad entre sectores de Estados Unidos se ajusta frente al desequilibrio; sin embargo, su regreso al equilibrio es menos rápido que el del tipo de cambio real. En contraste, el diferencial intrasectorial en México no presenta evidencia de ajustarse ante estos cambios.

Cuadro 5. Velocidad de ajuste

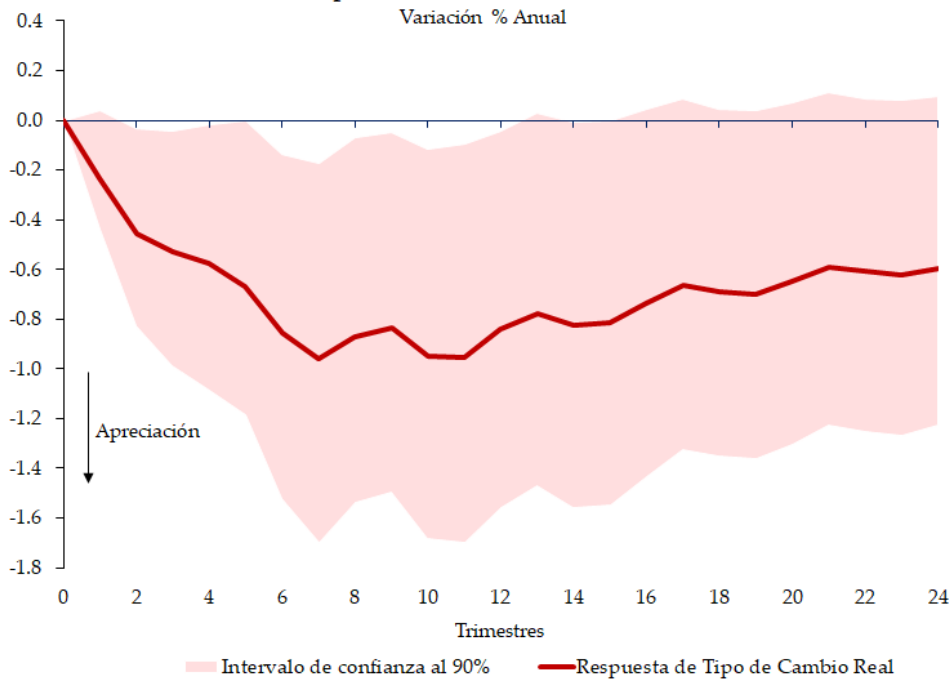
Parámetro	Eq. 1: $\Delta \widehat{TCR}_t$	Eq. 2: $\Delta(\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT})_t$	Eq. 3: $\Delta(\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*)_t$
ECM1	-0.10571***	0.02345	0.0631**
R-cuadrado	0.33014	0.54091	0.28191
R-cuadrado Adj	0.12826	0.40255	0.06549
DW	1.69641	1.83383	2.02919

Fuente: Estimación propia con información de INEGI, BEA, BLS, FRED, Banxico y Bloomberg.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Las figuras 7 y 8 presentan las funciones impulso-respuesta del tipo de cambio real ante choques en el diferencial de productividad de cada país, respectivamente. La gráfica 7 expone la respuesta del TCR ante un choque positivo en el diferencial intrasectorial de México. En este escenario, el tipo de cambio real tiene una respuesta estadísticamente significativa en la que se aprecia hasta 1 % durante los siguientes tres años y medio ante un choque de esta especie.

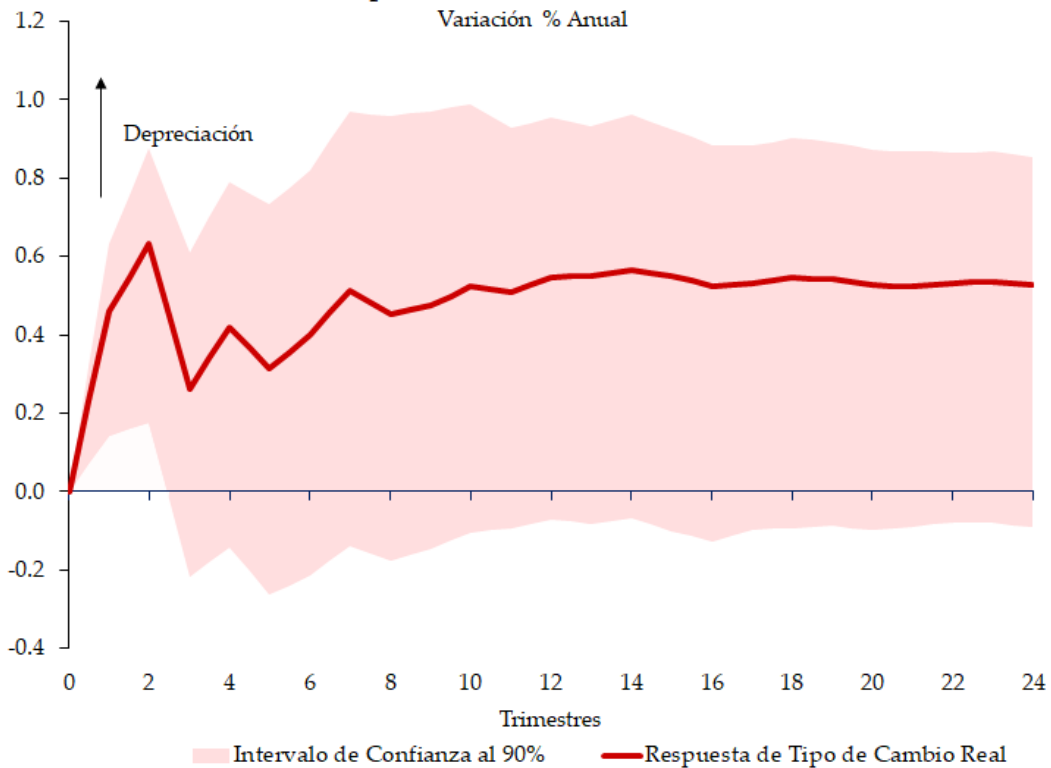
Figura 7
Respuesta de TCR ante un choque en el diferencial de
productividades de México



Fuente: Estimación propia con información de Bloomberg, INEGI y OECD.

La figura 8 presenta la respectiva respuesta del tipo de cambio real ante un choque positivo en el diferencial de Estados Unidos. A diferencia del caso mexicano, el tipo de cambio real solo responde durante los siguientes seis meses. En este lapso, el efecto en el tipo de cambio real es estadísticamente significativo y alcanza una depreciación del 0.6%.

Figura 8
Respuesta de TCR ante un choque en el diferencial de
productividades de EEUU

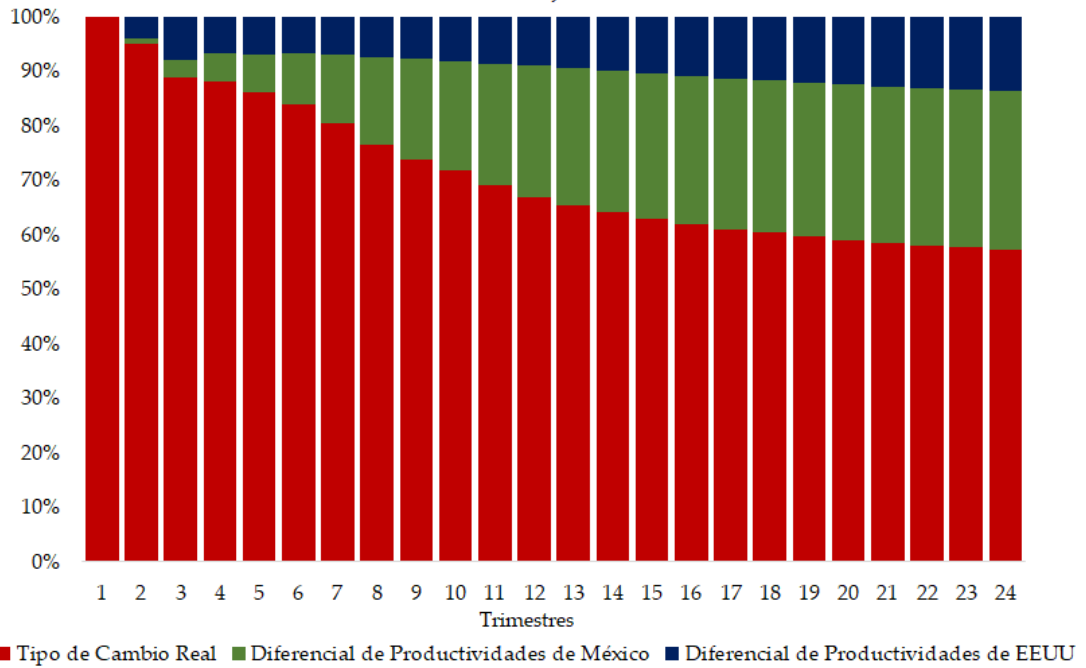


Fuente: Estimación propia con información de Bloomberg, INEGI, BEA, BLS y OECD

Por último, la figura 9 presenta la descomposición de la varianza del tipo de cambio real. Los movimientos del tipo de cambio real en el siguiente trimestre están completamente explicados por sí mismos. Consecuentemente, desde el segundo trimestre hacia adelante, el diferencial de productividad en México abarca mayor poder explicativo. Después de cuatro años (12 trimestres), el diferencial de México explica 25 % de la varianza en el tipo de cambio real, evidencia que refuerza la presencia del efecto Balassa-Samuelson en México. Por su parte, el diferencial de Estados Unidos explica alrededor del 10 % de la varianza del TCR, un porcentaje relativamente constante en el tiempo.⁶

⁶Para mayor detalle de los porcentajes de cada variable, el lector puede recurrir al apéndice F.

Figura 9
Descomposición de la varianza del Tipo de Cambio Real
 Porcentaje



8. Conclusiones

Este trabajo demuestra empíricamente que el diferencial de productividad – entre el sector comerciable y no comerciable – en México y Estados Unidos tienen un poder explicativo en la tendencia del tipo de cambio real. Para explorar el tema, la tesina desarrolla, con base en el residual de Solow, un ejercicio para estimar la productividad del sector comerciable y no comerciable en México y EE.UU.

Además, la tesina presenta evidencia de que el efecto Balassa-Samuelson está presente en la actividad económica del México: un aumento en la productividad del país implicaría una tendencia de apreciación del tipo de cambio real. No obstante, a pesar de los esfuerzos de políticas económicas estructurales, el problema del estancamiento de la productividad total de los factores persiste. Si la productividad en México permanece estancada o decrece en un periodo prolongado, ésta tendrá un impacto en los precios relativos entre México y Estados Unidos y, en consecuencia, sería de esperarse la depreciación sostenida del tipo de cambio real en la relación de equilibrio de largo plazo. En otras palabras, el efecto Balassa-Samuelson existe con una dinámica en sentido contrario.

En la metodología empírica, con el modelo de corrección de error de vectores cointegrados (VEC) se demuestra que la productividad en México tiene un efecto importante y se comprueba que los términos de intercambio son un control exógeno importante en la relación a explorar. Por un lado, un aumento en la productividad en México está asociada con una apreciación del tipo de cambio real; sin embargo, ésta puede ser contrarrestada por un deterioro en los términos de intercambio. Cabe mencionar que un aumento en el diferencial de productividad de Estados Unidos tiene un efecto que deprecia el tipo de cambio real. Otra conclusión interesante de la tesina es que casi toda variación del tipo de cambio real es causada por factores productivos internos más que por el efecto productivo de Estados Unidos.

Estos resultados presentan evidencia de que las políticas económicas del país deberían enfocarse principalmente a impulsar la productividad del país — específicamente en la productividad del sector comerciable.

Bibliografía

- Balassa, B. (1964). The Purchasing-Power Parity Doctrine: A Reappraisal. *Journal of Political Economy*, 72(6), 584-596. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1829464>.
- Banco de México. (2018). Informe Trimestral Julio – Septiembre 2018, Recuadro 1, pp. 19-23, Noviembre 2018.
- Bergoeing, R., Kehoe, P. J., Kehoe, T. J., and Soto, R. (2002). A Decade Lost and Found: Mexico and Chile in the 1980s. *Review of Economic Dynamics*, 5(1):166–205.
- Bordo, M. D., Choudhri, E. U., Fazio, G., y MacDonald, R. (2017). The real exchange rate in the long run: Balassa-Samuelson effects reconsidered. *Journal of International Money and Finance*, 75, 69–92. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2017.03.011>.
- De Gregorio, J y H. C. Wolf, (1994). Terms of Trade, Productivity, and the Real Exchange Rate. *NBER Working Papers* 4807, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Enders, W. (2003). *Applied Econometric Time Series*. London, UK: John Wiley & Sons Inc.
- Escribá-Pérez, F. J., Murgui-García M. J. y Ruiz-Tamarit, J. R. (2019). “Capital Stock and Depreciation: Theory and an Empirical Application,” *Discussion Papers (IRES - Institut de Recherches Economiques et Sociales)* 2019004, Université catholique de Louvain, Institut de Recherches Economiques et Sociales (IRES).
- Hamilton, J. D. (1994) *Time Series Analysis*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Khan, M. S. y Choudhri, E. U. (2005). Real Exchange Rates in Developing Countries: Are Balassa-Samuelson Effects Present? *IMF Working Papers*, 04(188), 1. <https://doi.org/10.5089/9781451859591.001>
- Kwiatkowski, D., P. C. B. Phillips, P. Schmidt y Y. Shin (1992). Testing the null 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: 159-178.
- Isard, P. (2014). Uncovered Interest Parity. *IMF Working Papers* 91 (51). International Monetary Fund (IMF): i. [doi:10.5089/9781451847017.001](https://doi.org/10.5089/9781451847017.001).
- Johansen, Soren (1991), Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models, *Econometrica*, 59, (6), 1551-80.
- Litterman, R. (1983), A random walk, Markov model for the distribution of time

- series, No 84, *Staff Report*, Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- López-Marmolejo, A., y Ventosa-Santaulària, D. (2018). Why does the peso-dollar exchange rate show a depreciation trend? The role of productivity differentials. *Economic Modelling*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.11.004>
- Ng, S. and P. Perron (2001) "Lag length selection and the construction of unit root tests with good size and power. *Econometrica* 69(6): 1519-1554.
- Mendoza, E. G. (2007). Real Exchange Rate Volatility and the Price of Nontradable Goods in Economies Prone to Sudden Stops. *Economía*, 6(1), 103–148. <https://doi.org/10.1353/eco.2006.0008>
- Meza, F. y Urrutia, C. (2011). Financial Liberalization, Structural Change, and Real Exchange Rate Appreciations. *Journal of International Economics* 85 (2): 317–28. doi:10.1016/j.jinteco.2011.06.001.
- OECD (2017), Mexico Policy Brief: Raising Productivity in Small traditional Enterprises, OECD Publishing. <http://www.oecd.org/mexico/mexico-raising-productivity-in-small-traditional-enterprises.pdf>
- Perron, P. and Z. Qu (2007) A simple modification to improve the finite sample properties of Ng and Perron's unit root tests. *Economics Letters* 94(1): 12-19.
- Rogoff, K. (1992). Traded goods consumption smoothing and the random walk behavior of the real exchange rate. *Monetary and Economic Studies*, 10(2), 1–29. Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w4119>
- Romer, D. (1996). *Advanced Macroeconomics*. McGrawMHill Companies. Inc. Singapore.
- Samuelson, P. (1964). Theoretical Notes on Trade Problems. *The Review of Economics and Statistics*, 46(2), 145-154. doi:10.2307/1928178.
- Sánchez, M. (2012). Mexico: How to Tap Progress, Federal Reserve Bank of Dallas, November 1, 2012.
- Solow, R. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320. doi:10.2307/1926047.
- Tang, B. (2015). Real Exchange Rate and Economic Growth in China: A Cointegrated VAR Approach. *China Economic Review* 34 (July). Elsevier: 293–310. doi:10.1016/j.chieco.2014.12.002.
- Tica, J. y Družić, I. (2006). The Harrod-Balassa-Samuelson Effect: A Survey

of Empirical Evidence. *University of Zagreb, Faculty of Economics and Business, Working Paper*.

- Valentinyi, Á. y Herrendorf, B. (2008). Measuring Factor Income Shares at the Sectoral Level. *Review of Economic Dynamics* 11(4): 820–35. doi:10.1016/j.red.2008.02.003.
- Vegh, C. (2013). *Open Economy Macroeconomics in Developing Countries* (Vol. 1). The MIT Press.
- Ventosa-Santaulària, D. y Gómez-Zaldívar, M. (2010). Testing for a deterministic trend when there is evidence of unit root. *Journal of Time Series Econometrics*, 2(2), <https://doi.org/10.2202/1941-1928.1013>.
- Ventosa-Santaulària, D., Hernández-Román, L. G. y Villagómez Amézcua, A. (2019). Recessions and their impact on potential GDP: The Case of México, 1–26.

Apéndices

Apéndice A: Fuentes de datos

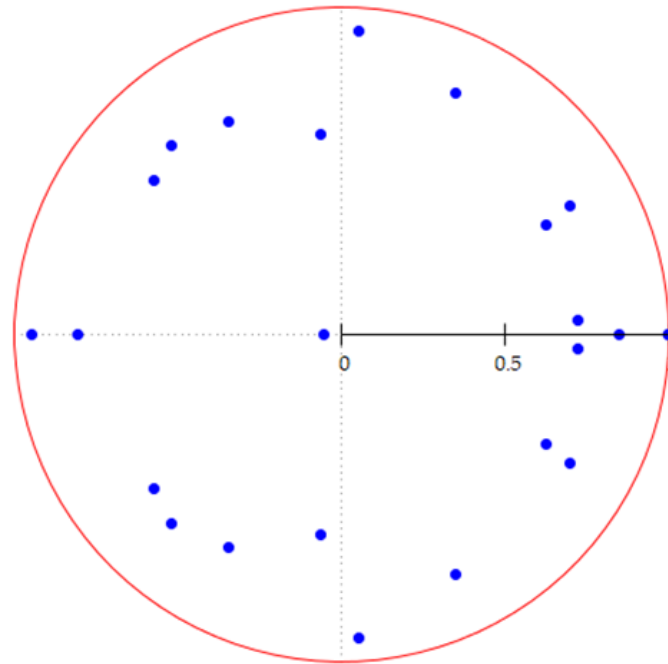
Cuadro 6. Fuentes de datos

Variable	Fuente
Producto y Deflactor del PIB Y_t	México: INEGI y STAN (Structural Analysis Database) de la OECD. USA: Bureau of Economic Analysis (BEA) y STAN. Deflactor (2013=100)
Capital K_t (Formación Bruta de Capital Fijo)	México: INEGI. USA: STAN. La información proveniente de la base STAN fue desagregada por medio de interpolación lineal por método de Litterman (1983). La serie de formación bruta de capital fijo de ambas fuentes representa el parámetro de inversión en la ley de inventarios perpetuos. La serie de acervo de capital fue construida con base en este concepto y se consideró $K_0 = I_0/\delta$, en línea con la metodología utilizada por Ventosa-Santaulària, D., Hernández-Román, L. G. y Villagómez Amézcuca, A. (2019)
Trabajo L_t	México: STAN y ENOE (Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo) - Población ocupada. *Desagregada por interpolación lineal por método de Litterman (1983). USA: Bureau of Labor Statistics (BLS) - Empleo
Tipo de Cambio USD-MXN	Bloomberg
Índice de Precios (2013=100)	México: INEGI. USA: Reserva Federal de St. Louis (FRED).

*Sector comercial formado por las industrias relacionadas a agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca, caza, minería e industrias manufactureras. Sector comercial abarca demás industrias asociadas a construcción y servicios.

Apéndice B: Raíces Inversas

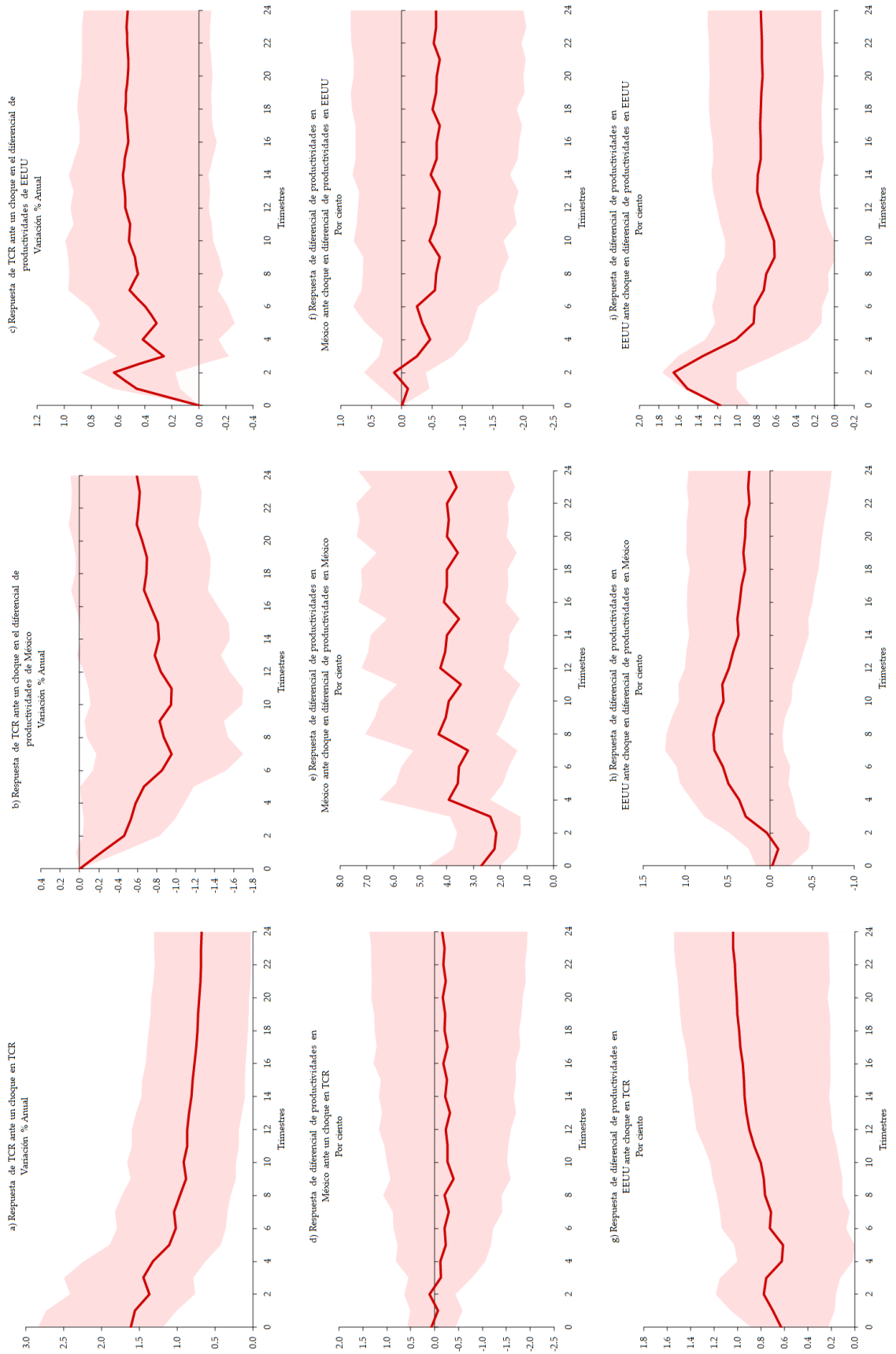
Figura 10
Raíces inversas del VAR en relación con el círculo unidad.



Fuente: Estimación propia con base en el modelo de corrección de errores de vectores cointegrados.

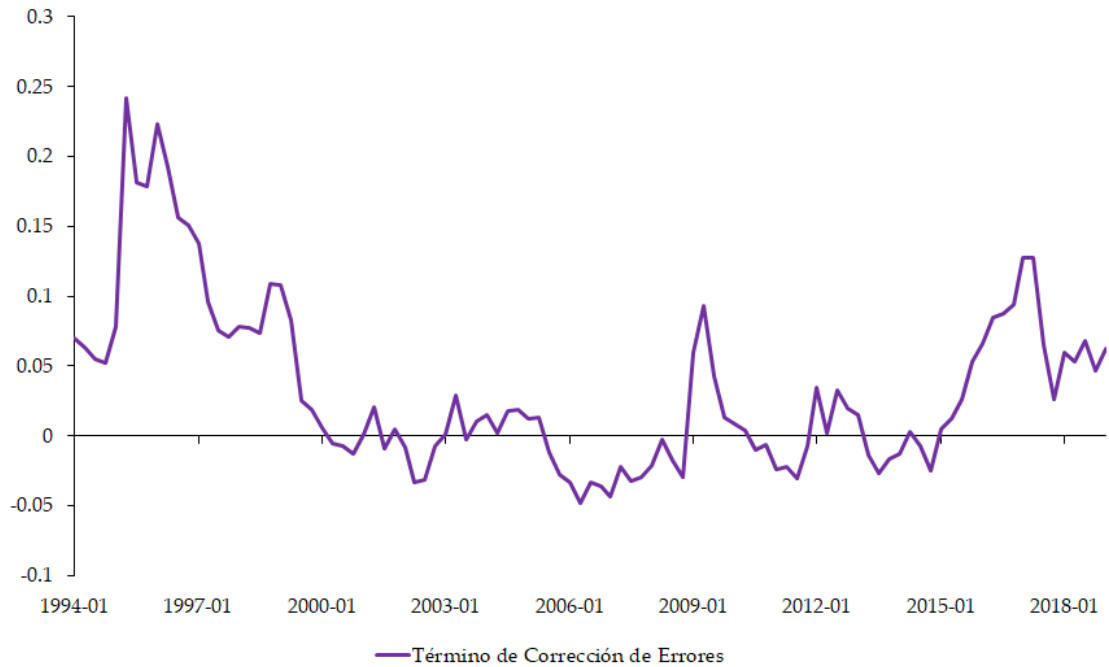
Apéndice C: Funciones Impulso-Respuesta

Figura II
Funciones Impulso Respuesta ante choque de una desviación estándar



Apéndice D: Mecanismo de Corrección de Errores

Figura 12
Mecanismo de Corrección de Errores



— Término de Corrección de Errores

Nota: El término de corrección de errores está vinculado con las desviaciones del equilibrio de largopalzo en la dinámica de corto plazo de las variables cointegradas. En este sentido, esta variable estima la velocidad en la que cada variable dependiente regresa al equilibrio después de algún choque en cualquiera de las otras variables dependientes del modelo.

Fuente: Estimación propia con base en el modelo de corrección de errores de vectores cointegrados.

Apéndice E: Dinámicas de corto plazo del modelo VEC

Cuadro 7. Dinámicas de corto plazo del modelo VEC

Parámetro	Eq. 1: \widehat{TCR}_t	Eq. 2: $(\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT})_t$	Eq. 3: $(\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*)_t$
$\Delta\widehat{TCR}_{t-1}$	-0.0780446	-0.0730162	-0.13034*
$\Delta\widehat{TCR}_{t-2}$	-0.079832**	-0.00806153	-0.0595874
$\Delta\widehat{TCR}_{t-3}$	0.222277	-0.0348093	0.0169756
$\Delta\widehat{TCR}_{t-4}$	-0.0585887	0.0204793	-0.0477073
$\Delta\widehat{TCR}_{t-5}$	0.00339155	-0.131133	-0.0356779
$\Delta\widehat{TCR}_{t-6}$	-0.085646	-0.0394335	0.00678196
$\Delta\widehat{TCR}_{t-7}$	-0.00208185	0.0122221	-0.0124308
$\Delta(\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT})_{t-1}$	-0.0647961	-0.191328*	-0.0354177
$\Delta(\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT})_{t-2}$	-0.085443	-0.0623259	0.0398297
$\Delta(\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT})_{t-3}$	-0.0805731	0.0631853	0.0683508
$\Delta(\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT})_{t-4}$	-0.0720878	0.586566***	0.00221565
$\Delta(\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT})_{t-5}$	0.00831741	0.0924648	0.0522129
$\Delta(\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT})_{t-6}$	-0.0325351	0.0462713	0.0147723
$\Delta(\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT})_{t-7}$	-0.0470903**	-0.217861**	0.0127692
$\Delta(\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*)_{t-1}$	0.333163	-0.0703173	0.326686***
$\Delta(\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*)_{t-2}$	0.0383737**	0.235254	0.0969484
$\Delta(\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*)_{t-3}$	-0.345105	-0.333524	-0.254323**
$\Delta(\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*)_{t-4}$	0.153453	-0.177922	-0.173769
$\Delta(\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*)_{t-5}$	-0.0586873	0.230502	0.07242
$\Delta(\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*)_{t-6}$	0.0862913	-0.0316022	0.0758846*
$\Delta(\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*)_{t-7}$	-0.0284952***	-0.123076	-0.216229**
ECM1	-0.10571***	0.02345	0.0631**
R-cuadrado	0.33014	0.54091	0.28191
R-cuadrado Adj	0.12826	0.40255	0.06549
DW	1.69641	1.83383	2.02919

Fuente: Estimación propia con información de INEGI, BEA, BLS, FRED, Banxico y Bloomberg.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Apéndice F: Descomposición de la Varianza de TCR

Cuadro 8. Descomposición de la varianza de \widehat{TCR}

Variación en porcentajes (%)

Period	Std. Dev.	\widehat{TCR}_t	$(\widehat{A}_T - \widehat{A}_{NT})_t$	$(\widehat{A}_T^* - \widehat{A}_{NT}^*)_t$
1	0.016195	100.0000	0.0000	0.0000
2	0.0230818	95.0160	1.0131	3.9709
3	0.027934	88.7777	3.3894	7.8329
4	0.0320295	88.0778	5.2951	6.6272
5	0.0353746	86.1605	7.0065	6.8330
6	0.0377993	84.0561	9.2677	6.6763
7	0.040273	80.4408	12.6965	6.8627
8	0.0429903	76.4503	16.0985	7.4512
9	0.0451407	73.8954	18.3344	7.7702
10	0.0469892	71.7509	20.0580	8.1911
11	0.0490789	69.2315	22.1277	8.6407
12	0.0510101	67.0090	23.9944	8.9966
13	0.0527074	65.4771	25.0219	9.5009
14	0.0542322	64.2985	25.6928	10.0087
15	0.0557374	62.9863	26.5092	10.5044
16	0.0571572	61.8525	27.2316	10.9159
17	0.0583817	61.0360	27.6912	11.2728
18	0.0594719	60.3967	27.9397	11.6636
19	0.0605674	59.7078	28.2361	12.0561
20	0.0616338	59.0371	28.5498	12.4131
21	0.0626021	58.5127	28.7446	12.7427
22	0.0634785	58.1068	28.8225	13.0707
23	0.0643565	57.6623	28.9370	13.4007
24	0.0652365	57.2124	29.0696	13.7180

Fuente: Estimación propia con información de INEGI, BEA, BLS, FRED,

Banxico y Bloomberg.