

**Construcción  
de un sistema  
de ecuaciones  
simultáneas  
para el pronóstico  
y simulación  
de la actividad  
económica en México:  
un enfoque  
probabilístico**

**Armando Sánchez Vargas**



**475+**  
UNIVERSIDAD  
1551 MÉXICO 2026





CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ECUACIONES SIMULTÁNEAS  
PARA EL PRONÓSTICO Y SIMULACIÓN  
DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN MÉXICO:  
UN ENFOQUE PROBABILÍSTICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

*Rector*

Dra. Patricia Dávila Aranda

*Secretaria General*

Dr. Tomás Humberto Rubio Pérez

*Secretario Administrativo*

Dr. Miguel Armando López Leyva

*Coordinador de Humanidades*



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

Dr. Armando Sánchez Vargas

*Director*

Dr. José Manuel Márquez Estrada

*Secretario Académico*

Dra. Nayeli Pérez Juárez

*Secretaria Técnica*

Mtra. Graciela Reynoso Rivas

*Jefa del Departamento de Ediciones*

# Construcción de un sistema de ecuaciones simultáneas para el pronóstico y simulación de la actividad económica en México: un enfoque probabilístico

Armando Sánchez Vargas



**Catalogación en la publicación UNAM. Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información**

**Nombres:** Sánchez Vargas, Armando, autor.

**Título:** Construcción de un sistema de ecuaciones simultáneas para el pronóstico y simulación de la actividad económica en México: un enfoque probabilístico / Armando Sánchez Vargas.

**Descripción:** Primera edición. | Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, 2026. | Serie: Problemas del desarrollo en México.

**Identificadores:** LIBRUNAM 2294810 (impreso) | LIBRUNAM 2294882 (libro electrónico) | ISBN: 978-607-642-884-9 (impreso) | ISBN 978-607-642-731-6 (libro electrónico).

**Temas:** Econometría. | Ecuaciones simultáneas. | Economía matemática. | Economía -- México.

**Clasificación:** LCC HB139.S353 2026 (impreso) | LCC HB139 (libro electrónico) | DDC 330.015195—dc23

Primera edición en versión pdf, abril 2026

D.R. © UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Ciudad Universitaria, Coyoacán,  
04510, Ciudad de México.

D.R. © INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS  
Circuito Mario de la Cueva s/n,  
Ciudad de la Investigación en Humanidades,  
04510, Ciudad de México.

ISBN: 978-607-642-731-6

Diseño de portada: Laura Elena Mier Hughes.

Cuidado de la edición: Héliida De Sales Y.

Preparación y cuidado editorial del libro electrónico: Salvador Ramírez.

Este libro es producto del Programa de Apoyo a Proyectos Innovar y Mejorar la Educación, de la Universidad Nacional Autónoma de México, PAPIIME PE 310919: “Construcción de modelos para la simulación de escenarios de política económica en México: un enfoque macro-econométrico” .

Las opiniones expresadas en cada uno de los trabajos son de exclusiva responsabilidad del autor.

Prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos de esta obra por cualquier medio o procedimiento, sin autorización escrita o expresa de la UNAM.

Hecho en México.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias por el apoyo de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM, con el PAPIIME PE310919, PE301422 y los proyectos PAPIIT IN304624 e IN301421.

Así mismo, se reconoce la colaboración técnica académica de Débora Martínez Ventura, así como la labor técnica de Lizeth Guerrero González, ambas del IIEc-UNAM. Finalmente, agradece la participación de Ruth Martínez Ventura y Dana Damaris Roy Lamadrid.



# ÍNDICE

Agradecimientos	7
Introducción	15
1. SISTEMA DE ECUACIONES SIMULTÁNEAS (SES)	21
Antecedentes del SES	21
El enfoque tradicional de la econometría y el SES	23
El enfoque probabilístico de la econometría y el SES	25
El papel del modelo estadístico en la especificación del sistema	27
Especificación del sistema	28
Estimación del sistema	30
Evaluación de los supuestos probabilísticos del sistema	34
2. MARCO TEÓRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SES PARA LA ECONOMÍA MEXICANA	37
Antecedentes	37
Los canales de transmisión de la política monetaria	38
Los bloques del SES para la economía mexicana	47
3. CONSTRUCCIÓN EMPÍRICA DE UN SES ESTADÍSTICAMENTE ADECUADO PARA LA ECONOMÍA MEXICANA	49
Una introducción al enfoque probabilístico aplicado a la construcción de un SES	49
Las etapas para la construcción de un SES para la economía mexicana en la práctica	52

La estimación del SES	71
La validación de los supuestos del SES	76
Comparación de la eficiencia del SES con otros modelos	80
Comentarios generales	82
4. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS PARA LA ECONOMÍA MEXICANA	85
Pronóstico tendencial con el SES para la economía mexicana (línea basal)	85
Simulación de escenarios con el SES	89
Comentarios generales	108
Conclusiones	113
Anexos	115
Bibliografía	131
Semblanza	143

## ÍNDICE DE FIGURAS, CUADROS Y GRÁFICAS

<i>Figura 2.1.</i> Mecanismo de transmisión de la política económica	42
<i>Figura 3.1.</i> Enfoque probabilístico para el SES	50
<i>Cuadro 3.1.</i> Variables macroeconómicas de México y Estados Unidos, 2024-2025	55
<i>Cuadro 3.2.</i> Estimación de las ecuaciones del SES de la economía mexicana, 1997Q1-2025Q1, datos trimestrales	72
<i>Cuadro 3.3.</i> Pruebas de especificación del modelo SES	76
<i>Cuadro 3.4.</i> Pruebas conjuntas de los supuestos del SES	79
<i>Cuadro 3.5.</i> Proyecciones para el PIB de México con el SES y otros modelos	80
<i>Cuadro 3.6.</i> Pronósticos del SES para la economía mexicana, 2025-2027	81
<i>Gráfica 3.1.</i> Grupo de variables endógenas usadas en la modelación del SES	58
<i>Gráfica 3.2.</i> Relación entre la tasa de crecimiento del PIB de México y el PIB de Estados Unidos, 2008-2024	66
<i>Gráfica 3.3.</i> Relación entre la tasa de crecimiento, las exportaciones de México y el PIB de Estados Unidos, 2008-2024	68
<i>Gráfica 3.4.</i> Relación entre el consumo privado y el PIB, 2008-2024	69
<i>Gráfica 3.5.</i> Relación entre la inversión privada y el PIB, 2008-2024	70
<i>Cuadro 4.1.</i> Pronóstico tendencial (línea base, LB) de variables seleccionadas, 2025-2027	86

<i>Gráfica 4.1.</i> Pronóstico de línea de base del producto interno bruto de México, 2025-2027 (variación anual, %)	87
<i>Gráfica 4.2.</i> Pronóstico de línea base del tipo de cambio nominal, 2025-2027 (pesos por dólar)	88
<i>Gráfica 4.3.</i> Pronóstico de línea base del saldo de la cuenta corriente, 2025-2027 (proporción del PIB)	88
<i>Gráfica 4.4.</i> Pronóstico de línea base de la inflación, 2025-2027 (porcentaje)	90
<i>Gráfica 4.5.</i> Pronóstico de línea base de los requerimientos financieros del sector público (RFSP), 2025-2027 (proporción del PIB)	91
<i>Gráfica 4.6.</i> Simulación del efecto de aumentos en el salario real en el PIB de México, 2026-2027 (variación anual, %)	93
<i>Gráfica 4.7.</i> Simulación del efecto de aumentos en el salario real en el consumo privado, 2026-2027 (variación anual, %)	94
<i>Gráfica 4.8.</i> Simulación del efecto de aumentos en el salario real en la inflación, 2026-2027 (porcentaje)	96
<i>Gráfica 4.9.</i> Simulación del efecto de aumentos en el PIB de Estados Unidos en el PIB mexicano, 2026-2027 (variación anual, %)	98
<i>Gráfica 4.10.</i> Simulación del efecto de aumentos en el PIB de Estados Unidos en las exportaciones mexicanas, 2026-2027 (variación anual, %)	99
<i>Gráfica 4.11.</i> Simulación del efecto de aranceles a las exportaciones en el PIB mexicano, 2026-2027 (variación anual, %)	102
<i>Gráfica 4.12.</i> Simulación del efecto de reducciones de la tasa de interés en el PIB mexicano, 2026-2027 (variación anual, %)	105

<i>Gráfica 4.13.</i> Simulación del efecto de una mayor participación de la inversión privada en el PIB mexicano, 2026-2027 (variación anual, %)	107
<i>Gráfica 4.14.</i> Simulación del efecto de un mayor nivel de crédito al consumo privado en el PIB, 2026-2027 (variación anual, %)	109
<i>Cuadro A.1.</i> Listado de variables que componen el modelo SES	116
<i>Cuadro A.2.</i> Prueba de raíces unitarias para variables seleccionadas del modelo SES	118
<i>Cuadro A.3.</i> Prueba de cointegración de Engle y Granger para las ecuaciones del SES	121
<i>Cuadro A.4.</i> Error porcentual medio absoluto (MAPE) de las ecuaciones estimadas	130
<i>Gráfica A.1.</i> Pruebas de cambio estructural (Cusum)	123



## INTRODUCCIÓN

En los libros de texto de econometría clásicos, el sistema de ecuaciones simultáneas (SES) es definido como un sistema de ecuaciones determinísticas establecidas por la teoría económica al que se le agrega un vector de errores estocásticos [Maddala, 1992; Greene, 2019; Wooldridge, 2013]. Otros textos lo definen como un modelo dinámico y lo presentan como un sistema de ecuaciones en diferencias finitas, complementado con un vector de errores estocástico [Enders, 2014; Hamilton, 1989; Judge *et al.*, 1998]. Es decir, se asume que el componente sistemático del SES es un conjunto de ecuaciones estáticas o dinámicas determinadas principalmente por la teoría económica, mientras que el componente no sistemático —el vector de errores estocásticos— captura la influencia de una serie de factores que no son modelados.

Así, en el enfoque tradicional de la econometría, la especificación de un SES depende casi exclusivamente de la teoría económica, sin considerar las características probabilísticas de los datos observados, tales como su distribución empírica conjunta, su estructura temporal de rezagos y su heterogeneidad temporal (tendencias estocásticas y determinísticas). En consecuencia, el enfoque tradicional suele conducir a los econométricos aplicados a estimar de manera directa el SES sugerido por la teoría económica, omitiendo la validación de los supuestos probabilísticos sobre el comportamiento conjunto de los datos con una batería de pruebas de diagnóstico [Spanos, 1986, 1990; Spanos y Papadopoulou, 2013; Do y Spanos, 2024]. Sin embargo, la ausencia de la validación de los supuestos de un SES

es problemática, ya que el incumplimiento de los supuestos probabilísticos subyacentes podría afectar todas las inferencias estadísticas realizadas con dicho modelo.

Las consideraciones anteriores no son recientes. El enfoque tradicional del SES ha sido criticado desde la década de 1970 por ignorar las características probabilísticas de las series económicas al especificar los modelos, lo que conduce a resultados estadísticos espurios [Baltagi, 2021; Granger y Newbold, 1976; Mizon, 1995; Owen, 2018; Spanos, 2021]. Otras críticas se han dirigido a la práctica común de imponer restricciones teórico-económicas poco creíbles al estimar un SES con los datos observados, lo que conduce a un mal desempeño en el pronóstico y la simulación [Sims, 1980; Sukhanovaa *et al.*, 2016; Spanos, 2015, 2021]. Esta última postura fue revolucionaria, pues dio origen al desarrollo de los modelos de vectores autorregresivos (VAR), los cuales dependen de la estructura de rezagos de las series de tiempo para el pronóstico y la simulación y consideran la teoría económica.

A partir de la década de 1980 surgieron enfoques más equilibrados, los cuales sugieren asegurar la validez de los supuestos probabilísticos del SES mediante pruebas de diagnóstico para obtener inferencias estadísticas confiables, sin dejar de considerar la guía de la teoría económica en todas las etapas de la modelación empírica [Spanos, 1986; Hendry *et al.*, 1988; Pesaran y Smith, 1995; Seddighi, 2012]. Estos enfoques probabilísticos han sido relevantes para el trabajo de pronóstico y simulación de los econométricos aplicados durante las últimas dos décadas, dado que el incumplimiento de los supuestos del SES no sólo afecta la credibilidad de las estimaciones, sino también las propiedades óptimas de los estimadores y de todos los estadísticos asociados al pronóstico.

Entre los enfoques probabilísticos que buscan un balance entre el componente teórico-económico y el probabilístico de los SES se encuentran los siguientes: 1) el de reducción probabilística de Spanos [1986, 1990, 2025] y Spanos y Papadopolou

[2013] y 2) el enfoque de modelación de lo general a lo específico de Hendry y Mizon [1993], Hendry y Doornik [1994], Castle, Doornik y Hendry [2021] y Hendry [2024]. Ambos conceptualizan el SES de una forma reducida en la que, de acuerdo con la teoría económica, las variables endógenas son una función de las exógenas, como un modelo estadístico conformado con supuestos sobre el comportamiento probabilístico y muestral de los datos. Esta formulación tiene la ventaja de considerar tanto la estructura teórico-económica del modelo como la estructura probabilística de los datos (distribución, dependencia y heterogeneidad). Los dos enfoques son completamente compatibles con la teoría económica, ya que establecen claramente su papel a lo largo de todo el proceso de modelación empírica. Por ejemplo, en la etapa de especificación del SES, es posible elegir el conjunto de variables a utilizar y así modelar el SES en su forma reducida, con variables clasificadas como endógenas, exógenas y predeterminadas. Posteriormente, cuando el SES ha sido estimado y validado estadísticamente, es posible reparametrizarlo para generar un modelo estructural (teórico-económico).

De manera más específica, si consideramos el SES en su forma reducida como un modelo estadístico, entonces, para especificarlo, estimarlo y validarlo, deben tomarse en cuenta los siguientes supuestos probabilísticos de las variables económicas: 1) aquellos asociados con la distribución de probabilidad conjunta de los datos (como la normalidad conjunta); 2) los relativos a la dependencia temporal (la estructura de rezagos temporales), y 3) la heterogeneidad temporal de los datos (tendencias estocásticas y determinísticas, estacionalidades, etcétera). Al especificar un SES, estos componentes deben ser evaluados cuidadosamente mediante el uso de técnicas gráficas, ya que aparecen como regularidades empíricas en los datos [Do y Spanos, 2024]. Una vez determinados dichos componentes, se puede estimar el SES y, finalmente, evaluar los supuestos del mismo para determinar su validez estadística. Así, los supuestos probabilísticos del SES más simple serían:

normalidad, homocedasticidad, no autocorrelación y parámetros constantes.

En este contexto, la hipótesis de este libro es que un SES construido con un enfoque probabilístico, cuyos supuestos probabilísticos y muestrales se validan de manera estricta con pruebas de diagnóstico —y que también es consistente con la teoría económica—, es más eficiente en el pronóstico que un modelo macroeconómico obtenido con el enfoque tradicional. La eficiencia implica que un SES estadísticamente adecuado, que cumple los supuestos probabilísticos del modelo, generará pronósticos puntuales más precisos.

El presente libro tiene dos objetivos. En primer lugar, proponemos la utilización de un criterio probabilístico para la construcción de los SES, debido a que este método tiene mayor eficiencia para la generación de pronósticos macroeconómicos en comparación con el enfoque tradicional. Así, en este texto se presenta el enfoque según el cual un SES en su forma reducida es considerado un modelo estadístico y, como tal, debe ser estadísticamente adecuado antes de ser utilizado para realizar inferencias estadísticas, como pronósticos o simulaciones. Un SES en su forma reducida es estadísticamente adecuado cuando muestra un cumplimiento estricto de los supuestos sobre el comportamiento probabilístico de los datos, los cuales se verifican mediante una batería de pruebas de diagnóstico para cada ecuación del SES. Se enfatiza que el papel de la teoría económica sigue siendo primordial, ya que es la guía para la elección inicial de las variables relevantes y la especificación general del modelo estadístico [Sims, 1980; Spanos, 1990, 2010; Low y Meghir, 2017; Stock y Watson, 2017]. A lo largo del presente documento, describimos cada una de las etapas del enfoque probabilístico en la construcción de un SES estadísticamente adecuado: 1) especificación, 2) estimación y 3) validación.

En segundo lugar, estimamos un SES para la economía mexicana a partir de datos trimestrales de 1997 a 2025, de acuerdo con el enfoque probabilístico, con la finalidad de pronosticar

y simular escenarios macroeconómicos, con énfasis en la validación de los supuestos de cada uno de los modelos que componen el SES. Asimismo, comparamos el desempeño del pronóstico del SES estimado con el enfoque probabilístico, dentro de la muestra, con respecto a los pronósticos de los modelos del Fondo Monetario Internacional (FMI) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) para México, todos estimados en el mismo periodo. La conclusión es que los pronósticos con un SES estadísticamente adecuado son más precisos que las proyecciones de los modelos macroeconómicos realizados con un enfoque tradicional. Esta estrategia empírica nos permite validar la hipótesis de la mayor eficiencia del pronóstico cuando el SES cumple de manera estricta los supuestos del modelo estadístico. Finalmente, llevamos a cabo los pronósticos de algunas variables de la economía mexicana para el periodo 2025-2027 y los usamos como línea base para ejecutar simulaciones sobre diferentes choques exógenos en la economía mexicana. Cabe destacar que el SES de la economía mexicana que usamos incorpora los principales bloques de la economía: el sector monetario, el sector real y el sector externo.

La exposición se organiza de la siguiente manera: la primera sección describe el SES tanto en su formulación tradicional como en la basada en el enfoque probabilístico; adicionalmente, se describen las etapas para la modelación del SES: 1) especificación, 2) estimación, 3) validación y 4) uso del modelo para pronósticos. La segunda sección presenta la teoría económica relevante para la elección de las variables de los principales bloques del SES y que permiten elegir la especificación del mismo en su forma reducida. La tercera sección describe la metodología en la práctica; se establecen los pasos para construir un SES estadísticamente adecuado para la economía mexicana y se describen los datos y algunos hechos estilizados sobre las principales variables macroeconómicas incluidas en él. Este apartado enfatiza las pruebas de diagnóstico del SES y la

comparación de los pronósticos, dentro de la muestra, del SES estadísticamente adecuado con los pronósticos de los modelos tradicionales, lo cual confirma la mayor eficiencia del enfoque probabilístico y el mejor desempeño del SES. En la cuarta sección, se presentan varias simulaciones de choques exógenos relevantes para la economía mexicana construidas con base en el pronóstico del SES estadísticamente adecuado. La última sección contiene algunos comentarios finales y las futuras rutas de investigación sobre los SES.

## 1. SISTEMA DE ECUACIONES SIMULTÁNEAS (SES)

### ANTECEDENTES DEL SES

El concepto de simultaneidad en los modelos econométricos fue planteado inicialmente por Haavelmo [1943] y también fue desarrollado por los autores de la llamada comisión Cowles, quienes contribuyeron a estimar los primeros SES, Tinbergen [1937], Koopmans [1950], Klein [1947, 1950] y Klein y Goldberger [1955]. Los SES tuvieron cierto éxito en el cálculo de pronósticos y simulaciones durante las décadas de 1950 y 1960, con lo que consiguieron diferenciar la econometría de otras áreas de la estadística aplicada. Sin embargo, después de 1970, los SES fueron criticados a partir de la mayor eficiencia de los modelos de series de tiempo univariados para el pronóstico, basados en la metodología Box Jenkins (ARIMA), a lo que se sumaron otras críticas, como las vertidas en Granger [1969] o Granger y Newbold [1974] sobre el manejo inadecuado de las propiedades probabilísticas de las series de tiempo en la modelación econométrica estructural, por ejemplo, el inapropiado tratamiento de la no estacionariedad de las series de tiempo, que conduce a regresiones espurias.

La crítica al enfoque tradicional de los SES se profundizó a partir de un documento publicado por Sims [1980], en el cual se cuestiona el uso de supuestos teóricos inverosímiles para identificar dichos sistemas. Aún más, Sims propuso la metodología de vectores autorregresivos (VAR) que depende exclusivamente de la estructura de rezagos temporales de las variables, un modelo en su forma reducida donde cada variable es explicada por su propio rezago y el de otras variables para

llevar a cabo predicciones temporales más precisas. Sin embargo, por su diseño, los VAR asumen que las series son estacionarias (con media y varianza constantes en el tiempo), por lo que las estimaciones de este modelo en presencia de series no estacionarias también podrían resultar sesgadas. El problema de la no estacionariedad de las series de tiempo (heterogeneidad temporal) se pudo resolver con el surgimiento de los modelos de corrección de error (ECM) [Engle y Granger, 1987], que originalmente fueron uniecuacionales y aprovechaban la existencia de la propiedad de cointegración entre series no estacionarias y que pueden obtenerse como una reparametrización de un modelo dinámico de rezagos distribuidos estadísticamente adecuado (ADL). Un ECM muestra la dinámica de corto plazo de un modelo autorregresivo e incluye una relación de equilibrio de largo plazo, la que se modela mediante un vector de cointegración. Un conjunto de modelos de rezagos distribuidos puede constituir un SES dinámico, el cual se puede reparametrizar como un SES compuesto de múltiples ECM cuando las series incluidas en el sistema no son estacionarias y existe la propiedad de cointegración entre dichas series.

En la actualidad, hay un interés renovado por los modelos estructurales, como el SES; en consecuencia, el problema de la simultaneidad de las variables económicas vuelve a estar presente en la discusión econométrica [Han, 2020; Imbens y Newey, 2002; Imai *et al.*, 2011; Matzkin, 2008]. Sin embargo, estos desarrollos más modernos sólo hacen mejoras en los métodos de estimación, lo que resulta en algoritmos más sofisticados para la identificación de los efectos causales entre las variables económicas. Sin embargo, es evidente que en los actuales desarrollos, al igual que en el enfoque tradicional del SES, no se hace énfasis en la validación de los supuestos sobre la estructura probabilística de los datos [Spanos, 1986, 1990, 2003, 2015, 2021, 2025; Spanos y Papadopolou, 2013], lo cual conduce a inferencias estadísticas no confiables y sesgadas.

En las siguientes dos secciones de este capítulo, describimos la formulación del SES tanto en el enfoque tradicional de la modelación econométrica como en el enfoque probabilístico, con fines comparativos [Castle *et al.*, 2021; Hendry, 2024; Spanos, 1989, 2015, 2021; Hendry *et al.*, 1989]. En el resto del capítulo, describimos cada una de las etapas de la modelación en el enfoque probabilístico [Spanos; 1999]: 1) la especificación; 2) la estimación, y la 3) validación y uso del SES para el pronóstico y la simulación de escenarios.

#### EL ENFOQUE TRADICIONAL DE LA ECONOMETRÍA Y EL SES

El planteamiento clásico en la literatura econométrica generalmente establece el SES en dos formas: 1) el modelo en su forma estructural, con ecuaciones que plantean las relaciones causales establecidas por la teoría económica, y 2) el modelo en su forma reducida (modelo estadístico), una forma funcional estimable que expresa todas las variables endógenas en función de las variables exógenas. Una vez estimado el modelo en su modalidad reducida, se pueden identificar los parámetros estructurales al imponer supuestos que identifique el SES estructural. Sin embargo, en el enfoque tradicional no se enfatiza la necesidad de validar los supuestos en el SES reducido antes de identificar el modelo estructural (teórico-económico).

Más específicamente, en primer lugar, en el modelo tradicional, se plantea la especificación del SES, sugerido por la teoría económica, en su forma estructural:

$$\Gamma' y_t + \Delta' x_t = \varepsilon_t \quad (1.1),$$

donde  $y_t$  y  $x_t$  son las matrices que contienen las variables endógenas y exógenas en el modelo, respectivamente. Por otra parte,  $\Gamma'$  y  $\Delta'$  son las matrices con los parámetros estructurales, los cuales están sujetos a las restricciones asociadas con la

teoría económica. Así, el modelo estructural no sólo sugiere las variables teóricas a incluir en el modelo econométrico, sino también una serie de restricciones sobre los parámetros. En segundo lugar, la literatura econométrica clásica propone una especificación del SES en su forma reducida, en la que todas las variables endógenas están explicadas por las que se consideran exógenas, sin ninguna restricción sugerida por la teoría económica:

$$y_t = \Pi' x_t + u_t \quad (1.2),$$

donde,  $\Pi' = \Delta\Gamma^{-1}$ ,  $u_t = (\Gamma^{-1})'\varepsilon_t$ . En esta forma reducida del SES,  $\Pi$  es una matriz de parámetros desconocidos, considerados puramente estadísticos sin ninguna interpretación económica.

Finalmente, en el SES el objetivo fundamental es identificar los parámetros del modelo estructural (1.1) ( $\Gamma'$  y  $\Delta'$ ), construyendo ecuaciones que los relacionen con los parámetros del modelo en su forma reducida (1.2) ( $\Pi$ ). Cuando la resolución de esas ecuaciones tiene solución única, se dice que el modelo SES está completamente identificado. Cuando existe solución múltiple o no hay solución, se concluye que el SES está sobreidentificado o subidentificado, respectivamente. Así, la estimación de los parámetros estructurales del SES, en el enfoque tradicional, se puede plantear como un problema exclusivamente teórico y matemático que se resuelve sin necesidad de recurrir a los patrones empíricos en los datos reales, sólo implica mapear los parámetros estadísticos a los teóricos. De manera específica, cuando se encuentra la resolución matemática del problema de identificación, se cuenta con un conjunto de ecuaciones que permite mapear los parámetros de la forma reducida a los parámetros estructurales. Así, los econométristas casi siempre estiman el SES estructural directamente y pocas veces se preocupan por estimar su forma reducida y verificar que se cumplan los supuestos del mismo.

Así, el planteamiento clásico del SES puede ser teórico en su totalidad y aplicarse de modo directo a los datos sin tomar en cuenta las características probabilísticas de los mismos. Desde un enfoque probabilístico, la principal debilidad de este criterio es la ausencia de la verificación de los supuestos probabilísticos del SES en su forma reducida (1.2), lo que conduce a inferencias estadísticas sesgadas de los valores de los parámetros estructurales, de las pruebas de hipótesis, de los intervalos de confianza, etcétera.

En la siguiente sección, desarrollamos el enfoque probabilístico en el contexto del modelo SES, el cual conduce a un mejor modelo y a una inferencia estadística confiable.

#### EL ENFOQUE PROBABILÍSTICO DE LA ECONOMETRÍA Y EL SES

##### *Antecedentes*

En la literatura econométrica tradicional, las especificaciones (1.1) y (1.2) se asumen como supuestos del comportamiento de las variables económicas, sin ninguna referencia explícita a los datos observados ni a su estructura probabilística (dependencia temporal, heterogeneidad de los momentos de la distribución en el tiempo y, finalmente, la distribución de probabilidad que gobierna los datos). Lo anterior es problemático, ya que si el SES (1.1) en su forma reducida está incorrectamente especificado, entonces las propiedades estadísticas de los estimadores (como las del teorema de Gauss-Markov) y de las pruebas estadísticas no serían válidas, lo que a su vez afectaría la validez de las estimaciones y también la identificación adecuada de los parámetros del SES en su forma estructural (1.2). Así, una deficiencia de este enfoque es que, al construir un SES, no se requiere considerar las propiedades probabilísticas presentes en los datos; más bien, sugiere estimar el modelo teórico estructural de manera directa sin validar las pruebas de diagnóstico.

En cambio, en el enfoque probabilístico, el SES considera los patrones empíricos en los datos sin dejar de tomar en cuenta la teoría económica desde la primera hasta la última etapa de la modelación econométrica: 1) especificación; 2) estimación; 3) validación, y 4) utilización del SES.

Básicamente, primero se analizan los patrones probabilísticos en los datos (distribución conjunta, dependencia temporal y heterogeneidad temporal) para determinar un modelo estadístico, el cual es un SES en su forma reducida especificado en la ecuación. Con la especificación estadística del SES, se procede a estimar los valores de los parámetros desconocidos mediante un método de estimación como máxima verosimilitud. Después, se verifica que el SES sea estadísticamente adecuado; es decir, es necesario constatar que las pruebas de diagnóstico de los supuestos del modelo sean adecuadas y las identidades necesarias se incorporen como ecuaciones de cierre del modelo. Finalmente, se puede utilizar el SES, en su forma reducida, para realizar toda clase de inferencias estadísticas y reproducir el comportamiento de todas las series dentro y fuera de la muestra. Se comprueba que los errores de pronóstico sean lo más pequeños posible, mediante el uso de los estadísticos clásicos, como el error medio de pronóstico (MAPE) y el coeficiente de Theil. Al final, se utiliza el SES para hacer simulaciones de posibles escenarios cuando el objetivo de estimar un SES es el pronóstico, lo cual es un objetivo de este libro.

### *La especificación de un SES*

Para especificar el SES, se debe iniciar por el sistema visto como un modelo estadístico, tal y como se desarrolla a continuación. La teoría económica sugiere el conjunto de variables a incorporar en el modelo y es una guía al modelar el sistema. El componente sistemático de un sistema de ecuaciones no restringido en términos de variables teóricas, pero observables, y usando la distribución condicionada de las variables a explicar

$(y_t)$  y las variables explicativas  $(z_t, X_0, x_1, \dots, x_{t-1})$ , puede expresarse como:

$$E[y_t \mid z_t, X_0, x_1, \dots, x_{t-1}] = p_0 z_t + \sum_{i=1}^h p_i x_{t-i} \quad (1.3),$$

donde  $x'_t = (y'_t : z'_t)$  es el vector de variables teóricas involucradas en el sistema y  $X_0$  denota el conjunto de condiciones iniciales. Entonces, el componente no sistemático del modelo multivariado se puede expresar:

$$v_t = y_t - E[y_t \mid z_t, X_0, x_1, \dots, x_{t-h}] \quad (1.4),$$

donde  $v_t$  son innovaciones condicionadas a la información relevante, con varianza  $E[v_t, v'_t] = \Omega_t$ . Así, es de extrema importancia llevar a cabo pruebas de diagnóstico para validar que  $v_t$  sea homocedástico y ruido blanco. Si el sistema pasa dichas pruebas, se interpreta que es congruente con la información probabilística de los datos y es candidato a ser reducido a una forma más parsimoniosa o modelo estructural) [Spanos, 1986]. Si la especificación del sistema (1.3) es estadísticamente adecuada, entonces las pruebas posteriores (como pruebas de restricciones de sobreidentificación) se pueden realizar de manera confiable, pues se está trabajando con un modelo estadísticamente válido. Enseguida, se pueden realizar pruebas de identificación para obtener la forma estructural del SES, lo cual asegura que el modelo teórico sea consistente con el modelo empírico. Esto implica reparametrizar el modelo estadístico válido para verificar su congruencia con las hipótesis teóricas [Favero y Hendry, 1992].

#### EL PAPEL DEL MODELO ESTADÍSTICO EN LA ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA

En el enfoque probabilístico, para especificar el sistema, se parte de la distribución conjunta de las variables económicas, que son consideradas variables aleatorias. Esto es, el mecanismo subyacente de generación de los datos es la distribución

$D_x(X_1^1 | X_0, \theta)$ , donde  $X_1$  es el conjunto de variables económicas,  $X_0$  son las condiciones iniciales y  $\theta \in \Theta$  es el vector de parámetros en el espacio de parámetros  $\Theta$ . Dicha distribución  $D_x(\cdot)$  se puede factorizar secuencialmente como sigue:

$$D_x(X_{T+1}^1 | X_0, \theta) = \prod_{t=1}^T D_x(x_t | X_{t-1}, \theta) \quad (1.5),$$

donde  $x'_t = (y'_t : z'_t)$ . Hay que destacar que  $y_t$  es un vector de ( $n$ ) variables endógenas y  $z_t$  es un vector de ( $q$ ) variables no modeladas. Para que  $z_t$  sea un vector de variables condicionantes válido se requiere que sea débilmente exógeno para los parámetros de interés del sistema. De otra forma, habría pérdida de información al analizar la distribución condicional (1.5) [Engle *et al.*, 1983]. Además, para asegurarse de que el sistema arroje buenos pronósticos y una simulación apropiada, es necesario verificar que las variables a explicar no causan las variables explicativas en el sentido de Granger [1969]. Si, además de la causalidad en el sentido de Granger, se cumple que el vector de variables exógenas  $z_t$  es débilmente exógeno respecto de los parámetros de la densidad, entonces se dice que  $z_t$  es súper exógeno para  $\varphi$  [Engle y Hendry, 1993].

A continuación, se desarrollan las etapas para modelar un SES —especificación, estimación, evaluación de los supuestos y uso del SES para llevar a cabo la inferencia estadística—. Es decir, se parte de un sistema no restringido, se estima, se evalúan sus supuestos y, finalmente, se utiliza para identificar un sistema restringido —el SES—. Este último ya no es un modelo exclusivamente estadístico, sino también econométrico que podemos usar para la identificación de un modelo estructural y otros ejercicios, como la simulación y el pronóstico.

#### ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA

En esta sección, especificamos el SES dinámico como modelo estadístico, el cual se establece mediante supuestos sobre:

I) el mecanismo generador de los datos; II) el modelo probabilístico, y III) el modelo muestral.

D) Supuestos sobre el mecanismo generador de los datos: suponemos que el mecanismo generador de los datos es lineal. Más específicamente, es un sistema condicional de  $n$  ecuaciones lineales:

$$y_t = \sum_{i=1}^m \pi_{1i} y_{t-1} + \sum_{j=0}^r \pi_{2j} z_{t-j} + v_t \text{ donde } v_t \sim N_n [0, \Omega] \quad (1.6),$$

donde:

[1]  $y_t \mid z_t, X_{t-1} \sim N_n [p_0 z_t + \sum_{i=1}^h p_i x_i, \Omega]$ .

[2]  $p_0 = \pi_{20}$ ,  $p_i = (\pi_{1i} ; \pi_{2i})$ ,  $\Pi = (\pi_{11}, \dots, \pi_{1m} \pi_{20} \dots \pi_{2r})$  y  $\Omega$  son los parámetros de interés.  $\Omega$  es simétrica y positiva definida;

[3]  $z_t$  es débilmente exógena para  $(\Pi, \Omega)$ .

[4] Los parámetros  $\pi_{1i}$  satisfacen la restricción:

$$(\lambda^m - \sum_{i=1}^{m-1} \alpha_i \lambda^{m-i}) = 0,$$

lo que implica que todas las raíces del polinomio son menores que la unidad en valor absoluto.

[5] El rango de la matriz de variables exógenas es completo.

II. Supuestos sobre el modelo probabilístico:

[6]  $D[y_t \mid z_t, X_0, x_1, \dots, x_{t-1}]$  es una densidad condicionada normal.

$E[y_t \mid z_t, X_{t-1}] = p_0 z_t + \sum_{i=1}^h p_i x_i$  la esperanza es lineal.

$\text{Var} [y_t | z_t, X_{t-1}] = \Omega$  es homocedástica.

[7]  $p_0 = \pi_{20}$ ,  $p_i = (\pi_{1i} \cdot \pi_{2i})$ ,  $\Pi = (\pi_{11}, \dots, \pi_{1m} \pi_{20} \dots \pi_{2r})$  y  $\Omega$  son constantes en el tiempo.

III. Supuestos sobre el modelo muestral:

[8]  $(y_t, z_t, X_0, x_1, \dots, x_{t-1})$  es una muestra independiente asintóticamente y estacionaria obtenida de  $D[y_t | z_t, X_0, x_1, \dots, x_{t-1}]$ .

En esta etapa, el requisito principal es que el SES en (1.6) debe ser una representación estadísticamente apropiada de los datos, al cumplir con los supuestos del modelo estadístico. Una vez que el sistema es estadísticamente válido por cumplir los requisitos anteriores, se puede desarrollar un modelo estructural (teórico) del sistema. Si el sistema está incorrectamente especificado (debido a la autocorrelación residual, la no constancia de los parámetros, etcétera), las restricciones adicionales sobre él no serán válidas. Un problema adicional que puede surgir con los supuestos anteriores es que se asume que las series utilizadas son estacionarias  $I(0)$  y esto no es común con series de tiempo económicas; lo más común es tener series no estacionarias,  $I(1)$ , con una propiedad de cointegración entre ellas. Discutimos el problema en las próximas secciones.

#### ESTIMACIÓN DEL SISTEMA

Para explicar la forma de estimación del sistema, iniciamos con el supuesto de que todas sus variables son estacionarias,  $I(0)$  —el caso no estacionario se discute más adelante—. Así, podemos reescribir el sistema (1.6) como sigue:

$$y_t = \Pi w_t + v_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (1.7),$$

donde:

$$E[v_t] = 0 \text{ y } E[v_t v_t'] = \Omega,$$

donde  $w$  contiene los rezagos siguientes:

$$w_t' = (y_t', \dots, y_{t-m}', z_t', \dots, z_{t-r}')$$

Por álgebra matricial, el sistema (1.7) puede escribirse de la siguiente forma:

$$Y' = \Pi W' + V',$$

donde  $Y'$  es de  $(n \times T)$ ,  $W'$  es de  $(k \times T)$  y  $\Pi$  es de  $(n \times k)$ . Se puede considerar la ecuación (1.7) como un modelo estadístico de regresión lineal dinámico multivariado [Spanos, 1986].

Para estimar los valores de los parámetros de la matriz  $\Pi$  en la ecuación (1.7), se puede utilizar el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), el cual se basa en el principio de estimar los parámetros que minimicen la suma de los cuadrados de las desviaciones entre las observaciones  $y_t$  y la ecuación de regresión buscada (1.8). Para ello, se minimiza la siguiente ecuación que representa dichas desviaciones:  $\widehat{V}' \widehat{V} = (Y' - \Pi W')'(Y' - \Pi W')$ , lo cual se realiza tomando la derivada de esta función con respecto a  $\Pi$  e igualando a cero.

Así, los estimadores de MCO de los coeficientes y de la covarianza de los residuales resultantes de este proceso de minimización son los siguientes:

$$\widehat{\Pi}' = (W', W)^{-1} W' Y \text{ y } \widehat{\Omega} = \widehat{V}' \widehat{V} / (T - k),$$

donde los residuales son:

$$\widehat{V} = Y - W \widehat{\Pi}' = M_w Y,$$

donde  $M_w$  es una matriz idempotente y simétrica.

### *Estimación de máxima verosimilitud del SES*

El método de MCO no requiere postular una distribución de probabilidad conjunta para determinar el estimador. Dado que el enfoque probabilístico asume que todas las variables involucradas en el modelo son aleatorias, es importante proponer la estimación de los parámetros de interés con un método que considere la distribución conjunta de las variables del SES.

Para ello, podemos estimar los valores de los parámetros de la matriz  $\Pi$  en la ecuación (1.7) haciendo uso del método de máxima verosimilitud (MLE), el cual se basa en el principio de encontrar los valores de los parámetros que presentan la máxima probabilidad conjunta de las  $n$  observaciones muestrales.

Bajo el supuesto de que (1.7) es el mecanismo generador de los datos  $v_t \sim IN_n [0, \Omega]$ , y de que las matrices de coeficientes  $(\Pi, \Omega | Y, W)$  son constantes, la función de verosimilitud logarítmica, que se maximiza para obtener los valores de los parámetros de la matriz  $\Pi$ , se basa en la distribución normal multivariada y se puede escribir como sigue:

$$\begin{aligned} \ell(\Pi, \Omega | Y, W) &= -\frac{Tn}{2} \log 2\pi - \frac{T}{2} \log |\Omega| - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T v_t' \Omega^{-1} v_t \\ &= K + \frac{T}{2} \log |\Omega^{-1}| - \frac{1}{2} \text{tr}(\Omega^{-1} V' V) \end{aligned} \quad (1.8).$$

Esta última función es, por definición, una versión linealizada, mediante el logaritmo, de la probabilidad conjunta de las observaciones muestrales. En otras palabras, esta ecuación es el resultado de linealizar el producto de las probabilidades de cada una de las observaciones muestrales.

El máximo se deduce a partir de la función (1.8), derivándola respecto de  $\hat{\Pi}$  y  $\Omega^{-1}$  e igualando el resultado a cero. Este procedimiento permite obtener los siguientes estimadores

de máxima verosimilitud de los valores de los parámetros y la varianza del error:

$$\widehat{\Pi}' = (W'W)^{-1} W'Y \quad \widehat{\Omega} = T^{-1} \widehat{V}'\widehat{V}$$

El estimador de  $\widehat{\Pi}$  de máxima verosimilitud coincide con el estimador obtenido mediante MCO, debido al supuesto de normalidad. En este caso, el estimador de la varianza surge de manera natural en el contexto de la función de verosimilitud y no se tiene que asumir como cuando se trabaja con MCO. La utilización del MLE tiene ciertas ventajas para estimar los parámetros del SES: mientras que el método de mínimos cuadrados surge como un estimador natural bajo el supuesto de errores distribuidos normalmente con varianza constante, el marco de estimación de máxima verosimilitud se generaliza más allá de este caso restrictivo.

La estimación de máxima verosimilitud permite incorporar la estructura probabilística exacta del proceso de generación de datos mediante la especificación de una función de verosimilitud adecuada. Así, el método es valioso cuando las distribuciones de errores se desvían de la normalidad, donde las varianzas son heterocedásticas o donde existen estructuras de dependencia entre las observaciones, circunstancias en las que los estimadores de mínimos cuadrados pueden volverse sesgados o ineficientes. Además de su generalidad, el MLE posee propiedades asintóticas deseables que justifican considerablemente su uso. De hecho, en condiciones de regularidad estadística, los estimadores de máxima verosimilitud son consistentes, asintóticamente normales y eficientes. Los estimadores de mínimos cuadrados, por el contrario, sólo disfrutaban de estas propiedades en el caso especial de modelos lineales con errores normales. En consecuencia, MLE no sólo produce inferencias válidas bajo una clase más amplia de modelos, sino que también garantiza que la información disponible en los datos se utilice con la máxima eficiencia en el sentido asintótico.

Para poder usar un SES con fines de inferencia estadística, debemos, en primer lugar, evaluar la validez estadística de los supuestos del modelo probabilístico y muestral que se establecen en el apartado “Especificación del sistema” de este capítulo. El cumplimiento de los supuestos asegura que el modelo ofrece una representación adecuada de los datos. Las pruebas de los supuestos multivariados son similares a las de una ecuación de regresión simple, pero en este caso se realizan las pruebas de diagnóstico ecuación por ecuación y para el sistema completo. Destacan las siguientes pruebas multivariadas y univariadas: 1) normalidad; 2) no autocorrelación, y 3) homocedasticidad, las cuales son pruebas  $F$ .

*Normalidad:* la suposición de que los términos de error siguen una distribución normal sustenta la validez de las pruebas de hipótesis clásicas en la regresión. La normalidad puede evaluarse formalmente mediante pruebas como la de Jarque-Bera, que evalúa la asimetría y la curtosis en relación con una distribución normal, que compara la distribución muestral de los residuos con la distribución normal. El rechazo de la hipótesis nula en estas pruebas sugiere una no normalidad, lo que puede socavar la fiabilidad de las pruebas  $t$  y  $F$ , especialmente en muestras pequeñas.

*No autocorrelación:* en series temporales, la suposición de que los residuos no están correlacionados en serie es fundamental, ya que la autocorrelación conduce a estimadores ineficientes y errores estándar sesgados. La prueba de Durbin-Watson se utiliza ampliamente para detectar la autocorrelación de primer orden, mientras que la prueba más general de Breusch-Godfrey permite la correlación de orden superior. La evidencia de autocorrelación implica que la dinámica del modelo puede estar mal especificada, lo que requiere soluciones, como la inclusión de más variables retardadas en el SES.

*Homocedasticidad*: la homocedasticidad requiere que la varianza del término de error sea constante en todos los niveles de las variables explicativas. Las violaciones de esta suposición, conocidas como heterocedasticidad, dan lugar a estimaciones ineficientes y errores estándar inválidos. Las pruebas de diagnóstico comunes incluyen la de Breusch-Pagan, que relaciona los residuos al cuadrado con las variables explicativas, y la de White, que no depende de una forma específica de heterocedasticidad. Cuando se detecta heteroscedasticidad, se recomiendan medidas, como utilizar los logaritmos de las series, y otras correctivas, como errores estándar robustos a la heteroscedasticidad o mínimos cuadrados ponderados.

#### *Las series no estacionarias y el SES*

En presencia de series con media y varianzas no constantes a lo largo del tiempo (series integradas de orden uno,  $I(1)$ ), el estimador de MCO generalmente arroja regresiones espurias y coeficientes no interpretables. Esto ocurre como resultado de que dichos estadísticos están diseñados para series estacionarias  $I(0)$ . Por ejemplo, surge el problema de que las distribuciones límite de los estimadores y las pruebas son funcionales de los movimientos brownianos y los valores críticos de las pruebas suelen ser diferentes a los estándares dados por la distribución normal y  $t$  de Student [Banerjee y Hendry, 1992]. Sin embargo, actualmente el problema de las series no estacionarias en un modelo de regresión uniecuacional y multivariado es tratable.

El teorema de representación de Granger vincula la cointegración con los modelos de corrección por el error, por lo que estos últimos modelos no necesariamente violan la racionalidad de los supuestos del modelo clásico en un mundo de series no estacionarias. Así, si las series son integradas de orden uno,  $I(1)$ , y hay relaciones de largo plazo, entonces se puede

trabajar el sistema con series en primeras diferencias, las que son  $I(0)$ , y volver a los supuestos del modelo de regresión clásico. Así en el caso de la existencia de raíces unitarias y cointegración, el SES a estimar podría quedar en su forma de corrección de error. Esto es, el sistema (1.6) se puede reparametrizar como sigue:

$$\Delta y_t = (\pi_1 + \pi_2 - \mathbf{I}_n) y_{t-1} - \pi_2 \Delta y_{t-1} + \Phi \mathbf{q}_t + v_t, \quad (1.9)$$

O, si se sustituye  $\mathbf{P}_0 = (\pi_1 + \pi_2 - \mathbf{I})$ , y  $\delta_1 - \pi$ :

$$\Delta y_t = \mathbf{P}_0 y_{t-1} + \delta_1 \Delta y_{t-1} + \Phi \mathbf{q}_t + v_t. \quad (1.10)$$

La ecuación (1.10) muestra que la matriz  $\mathbf{P}_0$  determina cómo el nivel del proceso  $y$  entra en el sistema: por ejemplo, cuando  $\mathbf{P}_0 = 0$ , la evolución dinámica no depende de los niveles de ninguna de las variables. Los supuestos del modelo se mantienen como en el apartado “Especificación del sistema”. Es decir, se debe probar la normalidad, homocedasticidad, no autocorrelación y constancia de los parámetros en su forma de corrección de error.

## 2. MARCO TEÓRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SES PARA LA ECONOMÍA MEXICANA

### ANTECEDENTES

Con la finalidad de especificar y estimar un modelo SES para la economía mexicana, se le puede enmarcar en la teoría económica según los mecanismos de transmisión de las diferentes políticas económicas, de donde pueden venir los choques exógenos que se transmiten a toda la economía. Así, en esta sección, clasificamos y describimos las diferentes ecuaciones teóricas de acuerdo con el tipo de política económica al que están asociadas. Esto permite realizar el análisis que sigue por tipo de políticas, lo que facilita la simulación de escenarios.

A nivel macroeconómico, los gobiernos pueden emplear diferentes tipos de políticas para influir en la actividad económica mediante intervenciones exógenas, esto es, a través del uso de las políticas fiscal, monetaria y cambiaria. En el caso de México, únicamente se emplean las primeras, debido a que se tiene un esquema de libre flotación del peso. El Banco de México (Banxico) es la entidad encargada de utilizar la política monetaria para mantener la estabilidad de precios. Por otro lado, el sector público se auxilia de la política fiscal para impulsar la demanda agregada mediante su gasto público y la política tributaria. Los efectos de choques en estas políticas se diluyen en la economía a través de los llamados mecanismos de transmisión, mismos que se describen de manera breve en el siguiente apartado y que están representados en nuestro modelo SES.

Antes de proceder con la descripción específica de los canales de transmisión de las políticas económicas específicas, hay que recordar cómo se compone el producto interno bruto (PIB) por el lado de la demanda, pues el modelo SES tiene este enfoque. Por el lado del gasto, el PIB se define como:

$$Y = C(Y - T) + I(Y, i) + GG + XN(Y, Y^*, e) \quad (2.1),$$

donde  $Y$  representa el ingreso o producto;  $C$  es el consumo privado, el cual depende del ingreso disponible (ingresos menos los impuestos [ $T$ ]);  $I$  es la inversión privada que depende del PIB y de la tasa de interés ( $i$ );  $GG$  corresponde al gasto público en inversión y consumo;  $XN$  representa la relación con el exterior, son las exportaciones netas, es decir, exportaciones menos importaciones ( $X - M$ ), las cuales dependen del nivel de producto extranjero ( $Y^*$ ) y nacional ( $Y$ ) y del tipo de cambio real ( $e$ ). Así, es posible observar que las intervenciones de política monetaria (tasa de interés) y fiscal (impuestos) influirán sobre los agregados macroeconómicos nacionales. Asimismo, los choques exógenos, como las tasas de interés externas, provocarán cambios en el PIB agregado de nuestro país. A continuación, se presenta una breve descripción de los principales mecanismos de transmisión de la política económica en una economía abierta como México.

#### LOS CANALES DE TRANSMISIÓN DE LA POLÍTICA MONETARIA

##### *La política monetaria*

A diferencia de otros bancos centrales, Banxico sólo tiene como objetivo la estabilidad de precios. Por ejemplo, la Reserva Federal (FED) de Estados Unidos tiene un mandato dual:<sup>1</sup> la

<sup>1</sup> La FED tiene como objetivo la estabilidad de precios y el empleo máximo. Cuando los precios son estables, las tasas de interés de largo plazo se mantienen en niveles moderados.

estabilidad de precios y el crecimiento económico [FED of St. Louis, 2025a]. Los bancos centrales comúnmente utilizan la tasa de interés de referencia como instrumento para controlar los precios. Sin embargo, para mantener estables los precios de una economía, los bancos centrales utilizan la regla de Taylor, la cual, de acuerdo con Taylor [1993, 1999], Mankiw [2012], Blanchard [2017] y Carlin y Soskice [2024], representa la relación entre el tipo de interés oficial y el objetivo, tomando en cuenta la inflación objetivo y la tasa de desempleo. Matemáticamente, se expresa de la siguiente manera:

$$i_t = i^* + a(\pi_t - \pi^*) - b(u_t - u_n) \quad (2.2),$$

donde  $i_t$  representa el tipo de interés nominal controlado por el banco central;  $i^*$  es el tipo de interés nominal objetivo (el cual corresponde al tipo de interés neutral más la tasa de inflación objetivo);  $\pi_t$  se refiere a la tasa de inflación observada y  $\pi^*$  es la tasa de inflación objetivo;  $u_t$  nos indica la tasa de desempleo observada y  $u_n$  la tasa natural de desempleo. Por último, los coeficientes  $a$  y  $b$  son elegidos por el banco central y deben ser positivos, ya que representan la importancia que éste le da a la inflación y al desempleo, respectivamente.

El comportamiento de la regla de Taylor se basa en los movimientos entre las tasas de inflación y las tasas de desempleo. Mientras  $\pi_t = \pi^*$  y  $u_t = u_n$ , la tasa de interés, determinada por el banco central deberá ser la misma que el objetivo, ya que de esta manera la economía puede seguir en la senda de crecimiento con una inflación igual al objetivo y un desempleo igual al natural.

Sin embargo, en el caso de que  $\pi_t > \pi^*$ , el banco central deberá optar por fijar la tasa de interés nominal por encima de la tasa objetivo para disminuir la tasa de inflación por

---

También en este nivel de precios se alcanza el nivel más alto de empleo o el nivel más bajo de desempleo.

medio de los canales de transmisión de la política económica. A su vez, si  $u_t > u_n$  la respuesta del banco central será reducir la tasa de interés con el objetivo de que disminuya el desempleo; del mismo modo, esta disminución se lleva a cabo en los canales de transmisión.

Por otra parte, la relación negativa entre la tasa de inflación y la tasa de desempleo se puede explicar con base en la curva de Phillips. Dicha curva se presenta de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\pi_t &= \pi_t^e + (m + z) - \alpha u_t \\ \pi_t^e &= (1 - \theta)\bar{\pi} + \theta\pi_{t-1} \\ \pi_t &= (1 - \theta)\bar{\pi} + \theta\pi_{t-1} + (m + z) - \alpha u_t\end{aligned}\tag{2.3},$$

donde las variables  $\pi_t$ ,  $\pi_t^e$ ,  $\bar{\pi}$  y  $\pi_{t-1}$  se refieren a la tasa de inflación, la tasa de inflación esperada, la tasa de inflación constante y la tasa de inflación de un periodo anterior, respectivamente. Por su parte,  $\theta$ ,  $m$ ,  $z$  y  $u_t$  representan el coeficiente de ponderación, el margen de las empresas, los factores determinantes del salario y el desempleo en el tiempo  $t$ , respectivamente.

El valor de  $\theta$  se encuentra en el rango entre 0 y 1, y está basado en las expectativas de los trabajadores y las empresas respecto a la inflación; mientras más persistente sea la inflación,  $\theta$  será más cercano a 1. Los coeficientes  $m$  y  $z$  no tienen subíndice temporal, ya que la tendencia al cambio es de largo plazo. Los hechos estilizados a nivel mundial sugieren que, a mediados de 1970, la inflación comenzó a ser más persistente, por lo que cambió la manera en la que se formaron expectativas respecto de ésta, ya que tendió a basarse en la inflación de un periodo previo. Este nuevo comportamiento trajo consigo un cambio en la curva de Phillips, se halló una

relación entre la variación de la tasa de inflación y el desempleo. Matemáticamente, se observa de la siguiente manera:

$$\pi_t - \pi_{t-1} = (m + z) - \alpha u_t \quad (2.4)$$

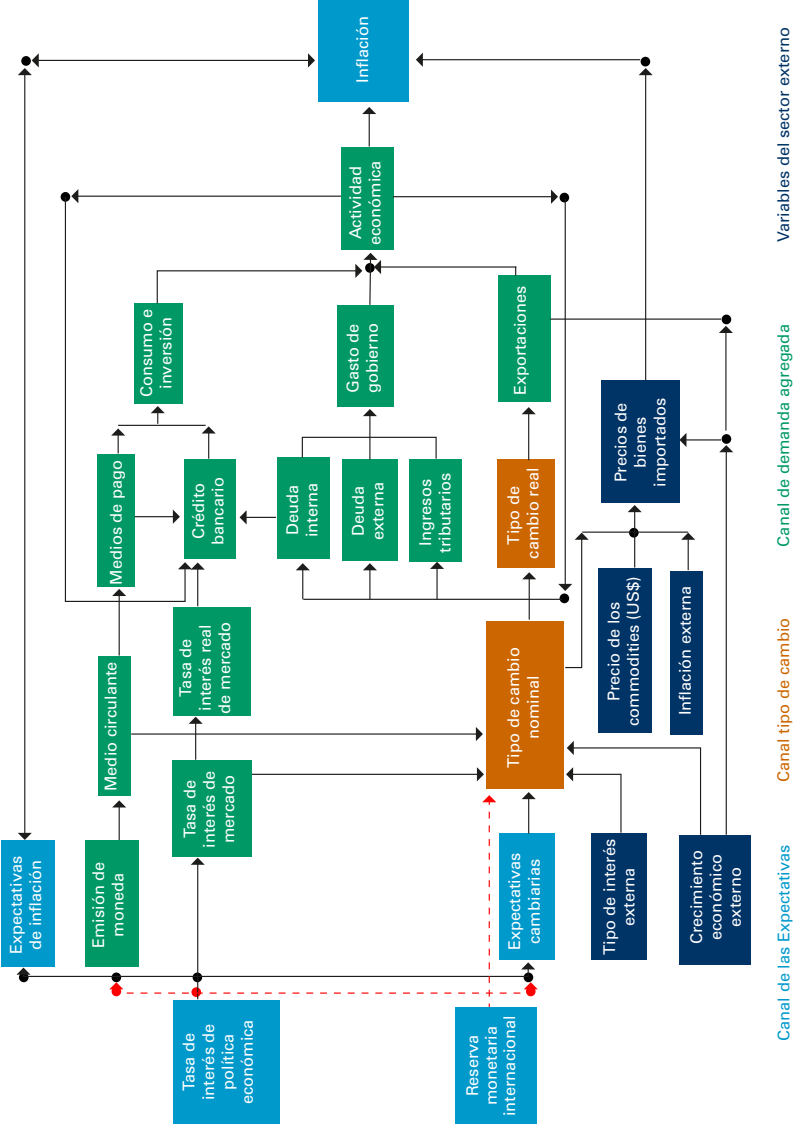
Esta nueva ecuación se conoce como curva de Phillips modificada y nos muestra que la variación de la inflación tiene una relación inversa con la tasa de desempleo. La transmisión de los efectos de la política monetaria a la actividad económica y los precios en este caso se lleva a cabo a través cuatro canales: a) el de la demanda agregada o tasa de interés; b) el del tipo de cambio; c) el de las expectativas, y d) el del sector externo (figura 2.1).

### Canal de la demanda agregada o tasa de interés

En el canal de tasas de interés, la postura del banco central incide sobre la curva de rendimientos. Las tasas de corto plazo se mueven en la misma dirección que la tasa de referencia del banco central, mientras que las tasas de mediano y largo plazos se mueven en menor medida. Como observamos en la ecuación (2.1), la tasa de interés afecta al gasto en consumo e inversión, ya que modifica el costo de oportunidad del consumo y el costo del capital para financiar nuevos proyectos [Banxico, 2016].

En particular, cuando existen altas tasas de interés, los bancos pueden restringir el otorgamiento de financiamiento a las empresas. Esta medida desincentiva la inversión y provoca una reducción en la producción. Esto sería la causa de que el consumo y, en consecuencia, el producto mismo también se redujeran. Además, cuando las tasas son bajas hay un mayor interés por acceder a un crédito, ya que el precio del dinero es menor. Esto es, los agentes sustituyen su consumo presente por su consumo futuro. Pero la tasa de interés no solamente afecta

Figura 2.1. Mecanismo de transmisión de la política económica



al mercado de bienes, sino también al mercado financiero: los cambios en las tasas de interés inciden en el precio de activos, como los valores de deuda (pública y privada), las acciones y los bienes raíces, debido a que influyen sobre el valor presente neto de los rendimientos futuros esperados.

### Canal del tipo de cambio

La paridad cambiaria es otro de los factores de suma importancia en la determinación de las exportaciones netas (ecuación 2.1 y figura 2.1). En la literatura económica, se han realizado diferentes estudios para encontrar los factores que inciden en el tipo de cambio, como los fundamentales, el precio del crudo, el balance del sector fiscal, entre otros [Beckmann y Czudaj, 2025; Fuchs, 2022; Sánchez y Perrotini, 2020; Beckmann *et al.*, 2017; Gelbard y Nagayasu, 2004]. Usualmente, las expectativas de depreciación nominal suelen modelarse con base en la *paridad descubierta de tasas de interés* (UIP, por sus siglas en inglés), donde el tipo de cambio nominal ( $E$ ) está determinado por el tipo de cambio real ( $e$ ) y la relación de tasas domésticas ( $i$ ) y externas ( $i^*$ ).

$$i_t \approx i^* - \frac{E_{t+1}^e - E_t}{E_t} \quad (2.5)$$

Cuando se presenta un aumento en las tasas de interés domésticas en relación con las externas, *ceteris paribus*, los activos financieros domésticos se hacen relativamente más atractivos. En una economía pequeña y abierta, con libre movilidad de capitales, esta medida tenderá a apreciar el tipo de cambio. Ello se debe al aumento relativo en la demanda por activos financieros denominados en moneda nacional, en relación con los denominados en moneda extranjera. Por su parte, la demanda agregada es impactada mediante un efecto-precio

sobre las exportaciones netas. En cambio, la oferta agregada se ve afectada debido al cambio en el costo de los insumos importados que se emplean en la producción nacional (traspaso cambiario). Al mismo tiempo, las presiones sobre la inflación se moderan.

### Canal de las expectativas

Autores como Lucas [1972], Rogoff [1996], Kydland y Prescott [1977], Bernanke y Mishkin [1997], Buono y Formai [2018] o Carvalho *et al.* [2023] han analizado la importancia de incluir las expectativas de inflación (racionales y adaptativas) en el mecanismo de transmisión de la política monetaria, ya que los movimientos en la tasa de interés emiten señales para anclarlas. De esta manera, las expectativas de inflación futura pueden influir sobre la inflación actual. Este canal depende de la credibilidad que los agentes económicos tengan en las acciones del banco central.

Mediante estos tres canales, las decisiones del banco central afectan la demanda agregada y el PIB y, tarde o temprano, los precios (inflación).

### Canal del sector externo

Por su parte, el sector externo es otro de los determinantes del PIB; en economías abiertas existe una relación entre la economía doméstica y las economías extranjeras. La apertura del mercado de bienes se refleja en las exportaciones netas (ecuación 2.1). Éstas se refieren a la diferencia entre las exportaciones —es decir, los bienes y servicios que son comprados por las economías extranjeras a la doméstica— menos importaciones —la compra de bienes y servicios realizada por la economía doméstica al extranjero.

En otras palabras, las exportaciones son la demanda extranjera de bienes interiores. Éstas dependen del producto exterior, ya que, ante un aumento en el nivel de renta del exterior, incrementa la demanda tanto de bienes interiores como de externos. A su vez, las exportaciones dependen del tipo de cambio, ya que, entre más alto sea el tipo de cambio real, menos exportaciones se realizarán; es decir, entre más alto sea el precio de los bienes interiores expresado en bienes extranjeros, habrá menos demanda de aquéllos [Mankiw, 2012; Blanchard, 2017; Carlin y Soskice, 2024].

Por su lado, las importaciones son la parte de la demanda interna que requiere bienes extranjeros; ésta depende del nivel de renta nacional —como las exportaciones: entre mayor sea el nivel de renta, mayor la demanda de bienes nacionales y externos— y del tipo de cambio real —si los precios de los bienes internos son más altos ante los precios de los bienes externos, mayor será la demanda de éstos.

Asimismo, podemos observar la apertura de los mercados financieros en la balanza de pagos. Esta balanza representa todas las transacciones de un país con el resto del mundo. Aquí se registran las fuentes de pago *del* y *al* resto del mundo [Mankiw, 2012; Blanchard, 2017; Carlin y Soskice, 2024].

### *La política fiscal*

El sector público influye en el comportamiento económico mediante el gasto público y la política tributaria. El sector público podría fomentar la demanda agregada mediante el gasto en capital (gasto de inversión) y el gasto en consumo (gasto corriente), a través de proyectos de infraestructura y gasto en educación, servicios de salud públicos y programas sociales que apoyan a la población en situación de alta vulnerabilidad, entre otros. De esta manera, las decisiones de política fiscal impactan al PIB por el lado de la demanda a través del fomento

del consumo privado y por el lado de la oferta mediante el aumento en las capacidades productivas y tecnológicas.

No obstante, el gasto del sector público se ve limitado por el nivel de ingresos que el gobierno obtiene. Las principales fuentes de ingresos del sector público son la recaudación de impuestos, los derechos, productos y aprovechamientos, así como la venta de bienes y servicios y el financiamiento interno y externo (contratación de deuda). Dado que los impuestos influyen directamente en el nivel de consumo y producción, el gobierno debe asegurarse de que la tasa impositiva no agrave la desigualdad de ingresos entre la población.

El balance entre los ingresos y los gastos es un indicador que refleja los requerimientos financieros del sector público (RFSP) y que podría ayudar a anticipar desequilibrios en el mediano plazo. El temor de un balance fiscal deficitario, en conjunto con una deuda creciente, es que en el corto plazo la mayor cantidad de recursos financieros que requiere el sector público presionará hacia un aumento en las tasas de interés y desplazará los recursos productivos del sector privado. En el mediano plazo, podría existir el riesgo de que se generen presiones inflacionarias y la moneda se deprecie [Heath, 2012; Brandao-Marques *et al.*, 2024].

Un déficit se puede convertir en un problema cuando es insostenible y provoca la rápida acumulación de deuda y, por consiguiente, el pago de intereses. Esta situación podría poner en riesgo al país y generar una crisis financiera. No obstante, si el déficit público se convierte en un impulso de la economía, se estarían fomentando condiciones para la capacidad de pago. Una política fiscal expansiva, ya sea por el aumento del gasto público de capital o por la disminución de los impuestos, impulsaría al crecimiento económico. Esto debido a que el gobierno estaría generando empleos, incrementando la renta disponible y provocando un mayor nivel de consumo e inversión privada. En contraparte, existe el riesgo de que el sector público impulse a la economía, pero sus esfuerzos

se vean disminuidos por un déficit comercial en la balanza de pagos.

La sostenibilidad fiscal se logra cuando el gasto público no crece por encima de los ingresos, de manera que la deuda pública no avanza más allá de la capacidad de pago del país [Blanchard, 1990; Landolfo, 2008; Talvi y Végh, 1998; Afonso y Coelho, 2024; Marín-Rodríguez *et al.*, 2023; Afonso *et al.*, 2025]. En consecuencia, la autoridad fiscal debe encontrar un balance entre la necesidad de elevar su gasto en inversión pública productiva y el requerimiento de mantener un déficit fiscal sostenible.

#### LOS BLOQUES DEL SES PARA LA ECONOMÍA MEXICANA

El marco teórico macroeconómico que fundamenta al SES incluye los mecanismos de transmisión anteriores y contiene seis bloques donde se contemplan ecuaciones de comportamiento e identidades macroeconómicas básicas, como la identidad del PIB. De manera específica, este SES se integra por seis bloques básicos y un modelo satélite de la economía estadounidense.

Los seis bloques de la economía nacional son los siguientes: a) un bloque de precios que relaciona la actividad económica con la inflación; b) un bloque del empleo donde se determina la demanda de trabajo y el salario real; c) un bloque de política monetaria en el que se miden las respuestas del banco central a las desviaciones de la inflación objetivo; d) un bloque de demanda agregada en el cual se estiman todos los componentes del gasto privado y público; e) un bloque del sector externo donde se capturan los efectos provenientes del resto del mundo, y f) un bloque fiscal enmarcado en el balance del sector público. El modelo está compuesto de 31 variables endógenas y todas las identidades de las cuentas nacionales (ver cuadro A.1 del anexo).



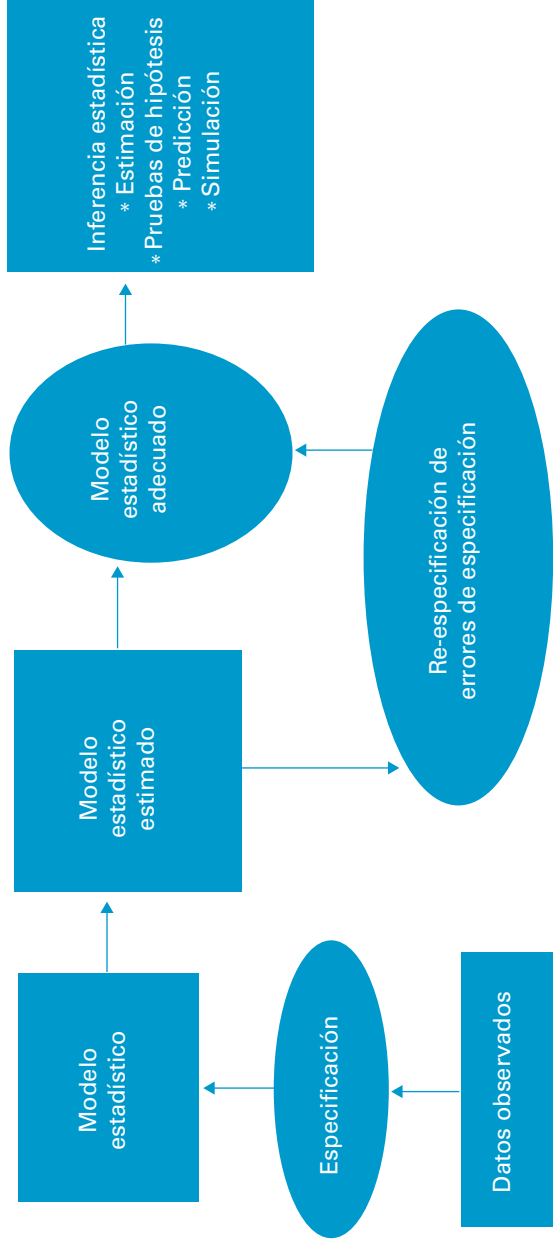
### 3. CONSTRUCCIÓN EMPÍRICA DE UN SES ESTADÍSTICAMENTE ADECUADO PARA LA ECONOMÍA MEXICANA

UNA INTRODUCCIÓN AL ENFOQUE PROBABILÍSTICO APLICADO  
A LA CONSTRUCCIÓN DE UN SES

El enfoque probabilístico para la construcción de modelos macroeconómicos se describió de manera formal en el primer capítulo de este libro. En este capítulo, aplicamos este enfoque para la construcción empírica de un SES estadísticamente adecuado para la economía mexicana. La figura 3.1 describe cada una de las etapas para la modelación del SES en la práctica [Spanos, 2019; Spanos y Papadopoulou, 2013].

Las etapas se pueden resumir como sigue: 1) se eligen las variables macroeconómicas que conforman el SES, con base en la teoría económica que se presentó en el capítulo anterior; 2) se analizan las gráficas univariadas de cada una de las series de tiempo involucradas, con la finalidad de detectar patrones empíricos, como su distribución de probabilidad individual, su estructura de rezagos y su heterogeneidad temporal (tendencias estocásticas y/o determinísticas). La inspección visual permite detectar la existencia de dichas regularidades probabilísticas, pero se puede reforzar con la ejecución de pruebas estadísticas que confirmen su existencia de manera más rigurosa. Por ejemplo, si encontramos que las series tienen tendencias en el tiempo, entonces se pueden realizar pruebas de raíces unitarias, las cuales permiten concluir si en la especificación del SES se debe considerar el supuesto de series de

Figura 3.1. Enfoque probabilístico para el SES



Fuente: Spanos [2019].

tiempo no estacionarias. Asimismo, también se puede analizar la existencia de relaciones bivariadas entre las tasas de crecimiento de las variables del SES mediante diagramas de dispersión, los cuales permiten no sólo confirmar las relaciones sugeridas por la teoría económica de manera empírica, sino también darle forma al modelo estadístico en términos de la categorización entre variables dependientes e independientes, por ejemplo, elaborar un diagrama de dispersión con la relación entre las tasas de crecimiento de las exportaciones mexicanas y del PIB de Estados Unidos, la cual debería guardar consistencia con el signo sugerido por la teoría económica.

En síntesis, el análisis descriptivo permite no sólo elegir las variables y la existencia de rezagos temporales y tendencias estocásticas, sino también asegurar la consistencia de los datos con la teoría económica y elegir la forma estadística del SES en términos de la elección de las variables exógenas y endógenas. Por ejemplo, la inspección de las series de tiempo podría llevar a especificar el SES como un modelo multivariado dinámico (como un conjunto de modelos de rezagos distribuidos). Sin embargo, cuando existe heterogeneidad temporal (en forma de raíces unitarias), el SES se podría especificar como un conjunto de modelos de corrección de error, siempre que se verifique la existencia de raíces unitarias y de la propiedad de cointegración entre las variables del modelo.

Una vez que se ha especificado el SES, continúan las etapas del proceso: 3) se procede a estimar sus parámetros mediante el método de máxima verosimilitud, asumiendo que los datos en forma conjunta están gobernados por una distribución conjunta, la que típicamente se asume como normal. El estimador de máxima verosimilitud (MLE) tiene las propiedades óptimas (insesgado, eficiencia completa, consistente) siempre que los supuestos del SES se cumplan para los datos en cuestión; 4) una vez que se estima el SES, se deben validar sus supuestos para cada ecuación y de manera conjunta; en el SES estándar se evalúan los siguientes: i) normalidad; ii) no autocorrelación,

iii) homocedasticidad, y iv) constancia de los parámetros en el tiempo, mediante la aplicación de pruebas de diagnóstico (pruebas  $F$ ); esta evaluación asegura que las estimaciones sean confiables y estadísticamente apropiadas, y 4) solamente cuando se comprueba que se ha llegado a un SES estadísticamente adecuado, el cual pasa las pruebas de diagnóstico, se puede utilizar para llevar a cabo los pronósticos y simulaciones. Las inferencias con este modelo final son confiables, pues el SES cumple con dos condiciones fundamentales: la plausibilidad teórica y la pertinencia empírica.

En este capítulo, también verificamos la hipótesis de que el SES estadísticamente adecuado, obtenido con el enfoque probabilístico, tiene mayor eficiencia que los modelos obtenidos con la metodología econométrica tradicional. Para ello, comparamos la precisión del pronóstico del SES estadísticamente adecuado con los pronósticos de los modelos del FMI y la OCDE; el resultado sugiere que los pronósticos del SES son más precisos que aquéllos en todos los periodos de la muestra, esto es, que el enfoque probabilístico tiene mayor eficiencia en el pronóstico que los modelos tradicionales.

En las siguientes páginas, desarrollamos con más detalle las etapas para la modelación del SES aplicado a la economía mexicana, el cual usaremos para el pronóstico y simulación en el siguiente capítulo.

#### LAS ETAPAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SES PARA LA ECONOMÍA MEXICANA EN LA PRÁCTICA

En las siguientes secciones, explicamos cada una de las etapas para implementar el SES en la práctica, con el ejemplo de la estimación de un SES estadísticamente adecuado para la economía mexicana, el cual será utilizado para el pronóstico y la simulación de escenarios en el último capítulo de este libro. Mientras, en el último apartado de este capítulo comprobamos

que el SES estadísticamente adecuado genera modelos econométricos más eficientes para el pronóstico que el enfoque tradicional.

### *La teoría económica y los datos*

En la primera etapa, la teoría económica juega un importante papel, ya que las variables elegidas son propuestas por la teoría en cuestión. Por ejemplo, en el caso de la estimación de la ecuación de reacción de un banco central, se requiere contar con la tasa de interés objetivo, la brecha del producto y la brecha de inflación, dado que son las variables que la teoría económica sugiere y que explican el comportamiento de la tasa de interés objetivo. Una vez elegidas estas variables, es necesario considerar que la tasa de interés debe estar condicionada al comportamiento de ambas brechas, dada la regla que establece el banco central sobre la tasa objetivo para controlar la inflación. Esta información implica que la teoría monetaria anticipa no sólo las variables y sus posibles interacciones, sino que también sugiere una potencial forma funcional del SES en términos de las variables endógenas y exógenas.

De esta manera, la teoría sugiere las variables y sus posibles asociaciones, pues muestra las variables endógenas en función de las exógenas. Sin embargo, las restricciones sugeridas por la teoría económica sobre los parámetros teóricos no pueden imponerse al comportamiento de los datos ni deben ser más prioritarias que la información empírica presente en ellos. Es decir, al modelar una ecuación de la tasa de interés, se deben contemplar también las características probabilísticas de los datos, como su distribución, dependencia y heterogeneidad. Estas características de los datos, además de la teoría, guiarán el proceso de modelado de la ecuación que quizá requiera componentes que probablemente no aparecen en aquélla. Por

ejemplo, las ecuaciones teórico-económicas pocas veces sugieren incorporar retrasos de las variables en los modelos, mientras que las series de tiempo podrían contener componentes cíclicos asociados con los rezagos de las variables dependientes e independientes, los cuales no deberían omitirse en el SES. En conclusión, para la construcción del SES, las ecuaciones teóricas —descritas en el capítulo 2— sugieren las variables a utilizar y si deben ser consideradas como dependientes o independientes en el SES, lo que da una forma particular al modelo estadístico.

### *La especificación del SES como un modelo estadístico*

En la segunda etapa, se especifica un SES en su forma reducida, como el establecido en las ecuaciones (1.2) y (1.6). Este modelo deberá capturar todas las características probabilísticas de los datos discutidas en la sección anterior, como la distribución empírica de cada una de las variables involucradas, el número de rezagos y la posible no estacionariedad de las series de tiempo, todo ello antes de estimar los valores de los parámetros del SES con el MLE, el cual es apropiado porque suponemos que existe una distribución de probabilidad conjunta que gobierna el comportamiento de las series del SES (normalidad conjunta). Esta caracterización nos llevará a una especificación muy precisa de los componentes probabilísticos que dan forma al mecanismo generador de los datos del fenómeno.

### Análisis estadístico univariado de las series para la especificación del SES

El cuadro 3.1 presenta el desempeño de algunas de las principales variables macroeconómicas de México y Estados Unidos para el periodo 2024-2025, con la finalidad de contextualizar

la especificación del SES que será utilizado para la generación del pronóstico y las simulaciones del siguiente capítulo.

Cuadro 3.1. Variables macroeconómicas de México y Estados Unidos, 2024-2025

Conceptos	2024				Anual	2025
	T1	T2	T3	T4	2024	T1
<b>Actividad económica real (tasas de crecimiento anual)</b>						
PIB real	1.78	1.16	1.49	0.41	1.21	0.57
Consumo privado	4.34	3.33	2.73	0.32	2.66	-0.83
Inversión privada	10.56	5.75	3.18	-0.57	4.59	-4.45
Exportaciones	-6.66	-2.23	8.72	12.50	2.83	12.89
Importaciones	-0.55	0.11	4.07	5.36	2.21	-1.88
<b>Precios (%)</b>						
Inflación (promedio)	4.57	4.78	5.03	4.51	4.72	3.71
Tasa de interés (TIE 1 día)	11.22	11.00	10.85	10.34	10.85	9.68
Tipo de cambio nominal (pesos por dólar, final de periodo)	16.53	18.25	19.64	20.79	20.79	20.44
<b>Sector externo (tasas de crecimiento anual)</b>						
PIB real EUA	2.90	3.04	2.72	2.53	2.80	2.06
Federal Funds Rate	5.33	5.33	5.26	4.65	5.14	4.33
Inflación EUA, CPI Core	3.82	3.42	3.27	3.26	3.44	3.08

Fuente: elaboración propia con datos de Inegi [2025], Banxico [2025] y FED of St. Louis [2025a].

La dinámica del PIB de la economía estadounidense es un determinante fundamental de la actividad económica en México y es considerada una variable exógena en el SES, y ejerce su

influencia a través del amplio comercio exterior entre ambos países. Durante 2024, Estados Unidos observó un crecimiento económico de 2.80 %, con una inflación promedio de 3.44 % y una tasa de los fondos federales promedio de 5.14 por ciento.

Por su parte, México presentó un crecimiento moderado de 1.21 % con respecto al 2023, que fue impulsado por el consumo privado 2.66 % y la inversión privada 4.59 %, en tanto que las exportaciones crecieron 2.83 % y las importaciones, 2.21 %. Asimismo, se observó un déficit comercial equivalente al 0.32 % como proporción del PIB. El sector público también presentó un déficit en el balance primario de 1.47 % como proporción del PIB. Durante 2024, Banxico continuó implementando una política monetaria contractiva para controlar la inflación al ajustar la tasa de interés de 11.22 % en el primer trimestre del año a 10.34 % al término del mismo. De esta manera, México observó una inflación promedio de 4.72 %. Respecto del tipo de cambio, el peso mexicano se depreció frente al dólar americano, al finalizar en 20.79 pesos por dólar en 2024. No obstante, durante el cuarto trimestre de 2024, la economía mexicana mostró un crecimiento débil de 0.41 % debido a una demanda interna también débil.

En los primeros meses de 2025, la economía mundial ha enfrentado un gran nivel de incertidumbre por las guerras en Europa y Medio Oriente. Asimismo, desde la llegada de Donald Trump por segunda ocasión a la presidencia de Estados Unidos, el comercio global ha enfrentado una gran volatilidad debido a la potencial implementación de aranceles de hasta 25 % en las importaciones de Estados Unidos. Estas medidas arancelarias afectarían en buena parte a las exportaciones mexicanas, ya que el 80 % de nuestras exportaciones tienen como destino ese país [Inegi, 2025]. En abril de 2025, Estados Unidos decretó un arancel de 25 % a las exportaciones mexicanas que no cumplen con las reglas de origen del Tratado de Libre Comercio entre México, Estados Unidos y Canadá (antes conocido como

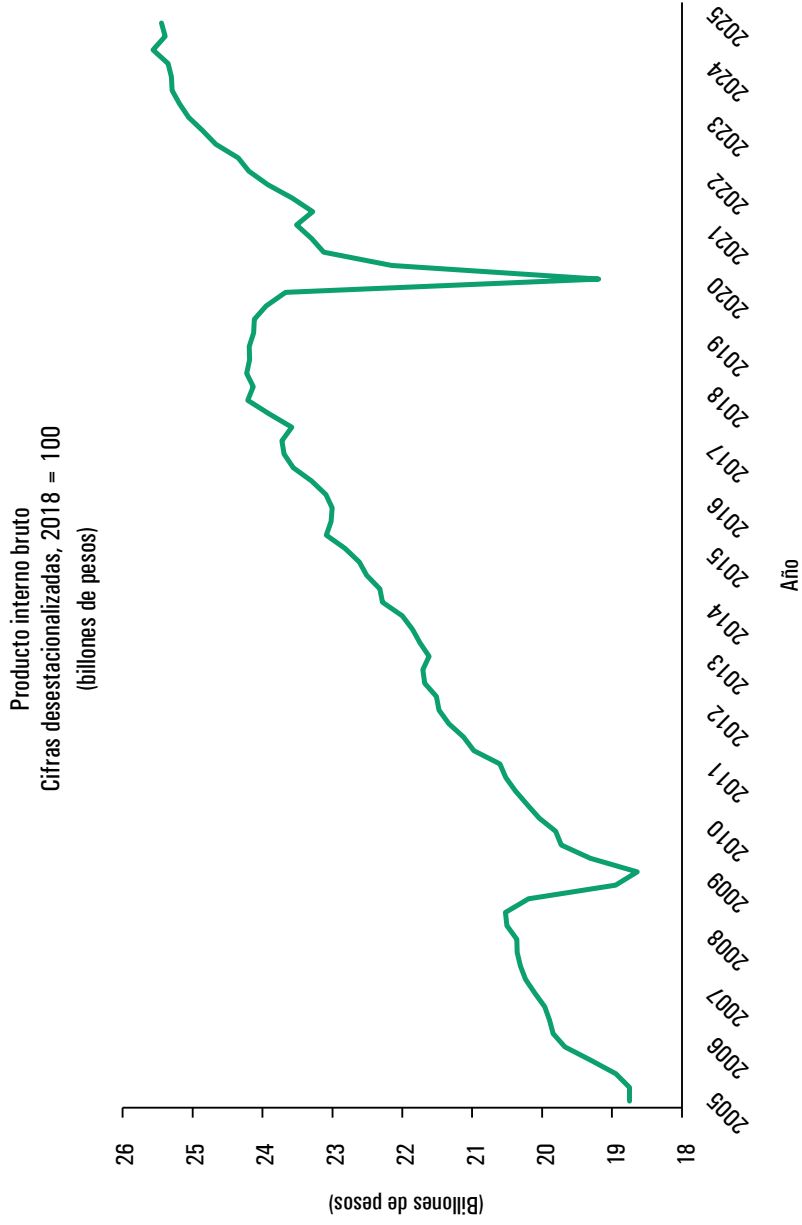
TLCAN, hoy T-MEC); además, se impuso un arancel de una magnitud similar a las exportaciones mexicanas de acero y aluminio. Esto implica que algunos sectores, como el automotriz, tendrán repercusiones mayores.

El cuadro 3.1 también muestra las principales variables macroeconómicas durante 2025. Notamos que la economía mexicana observó un crecimiento de 0.57 % el primer trimestre del año, impulsado, principalmente, por la demanda externa, ya que las exportaciones observaron un crecimiento de 12.89 % anual durante el primer semestre de 2025. Las exportaciones aumentaron por motivos precautorios ante los aranceles a las importaciones estadounidenses, mientras que las importaciones decrecieron 1.88 % en el mismo periodo. Por su parte, el mercado interno continuó con una tendencia a la baja. De hecho, el consumo privado observó una desaceleración en su crecimiento de -0.83 % y la inversión privada mostró un decrecimiento de -4.45 %. Por otro lado, la inflación fue de 3.71 %, la tasa de interés del Banxico fue de 9.68 % y el peso mexicano se apreció frente al dólar americano, ya que se pagaban 20.44 pesos por dólar. Por su parte, la economía estadounidense presentó un crecimiento de 2.06 % en el primer trimestre de 2025, con una inflación de 3.08 % y la tasa de fondos federales se situó en 4.33 por ciento.

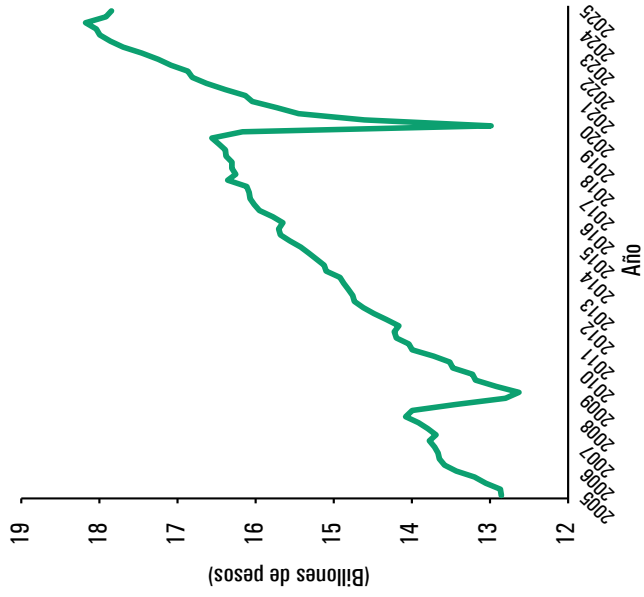
Los anteriores hechos estilizados sugieren que durante 2025 y 2026 se podría esperar un crecimiento moderado en la economía mexicana, mientras que el componente externo de la demanda agregada podría seguir expandiéndose, pero a un ritmo menor. Estas predicciones tendrían que reflejarse en los resultados de un SES estadísticamente adecuado.

En la gráfica 3.1, se muestran algunas de las series de tiempo que se usan como variables endógenas en el SES, las cuales fueron elegidas con base en la teoría económica. En todas las series utilizadas buscamos identificar los patrones empíricos que serán útiles para la especificación del SES.

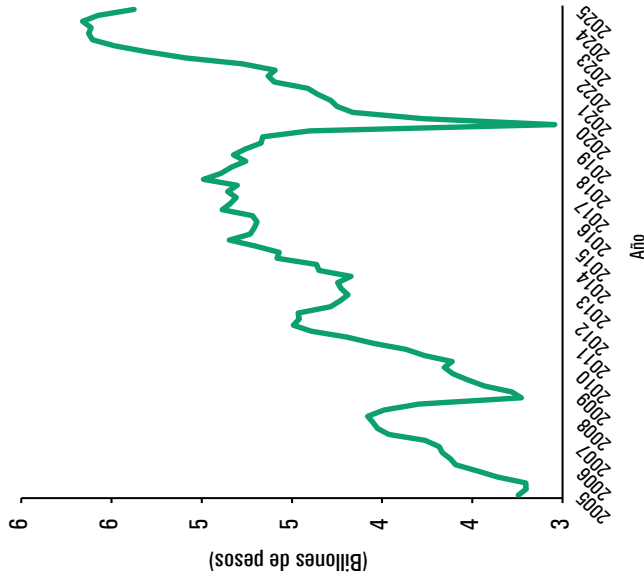
Gráfica 3.1. Grupo de variables endógenas usadas en la modelación del SES



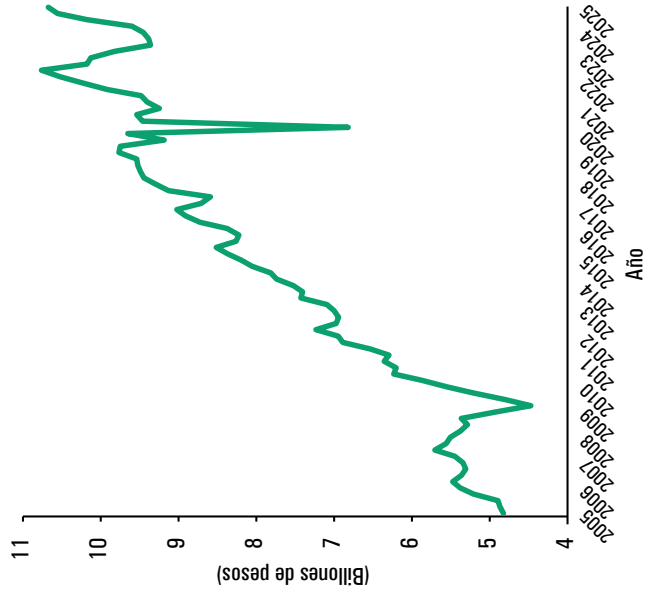
Inversión privada  
Cifras desestacionalizadas, 2018 = 100  
(billones de pesos)



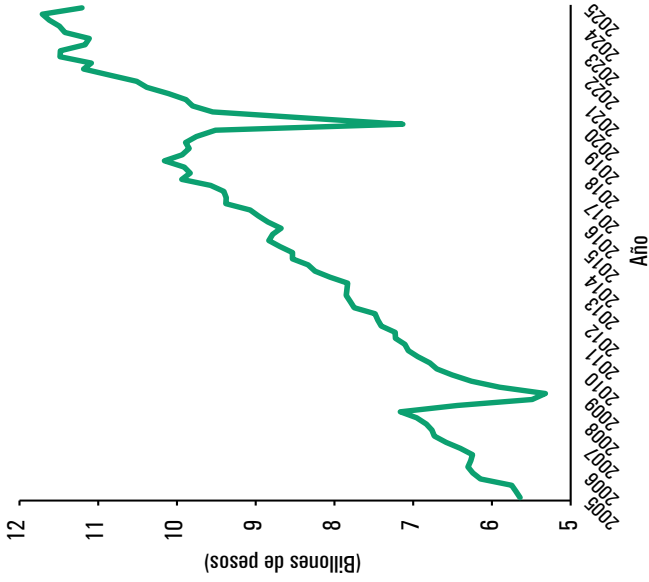
Inversión privada  
Cifras desestacionalizadas, 2018 = 100  
(billones de pesos)



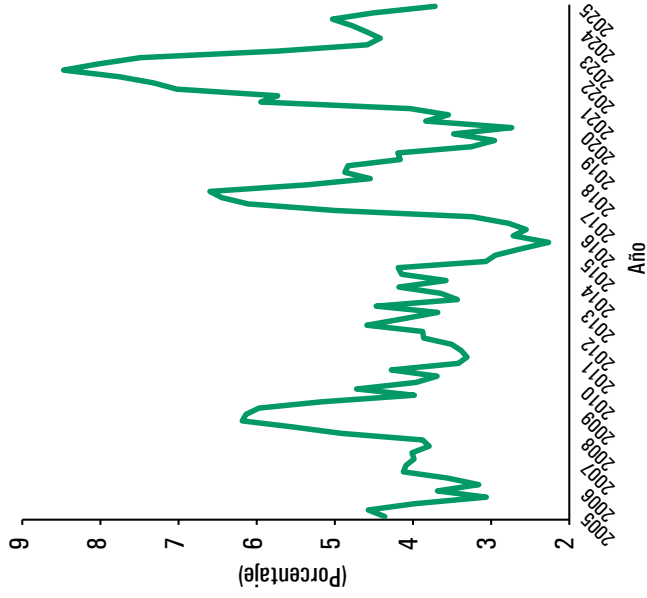
Exportaciones  
Cifras desestacionalizadas, 2018 = 100  
(billones de pesos)



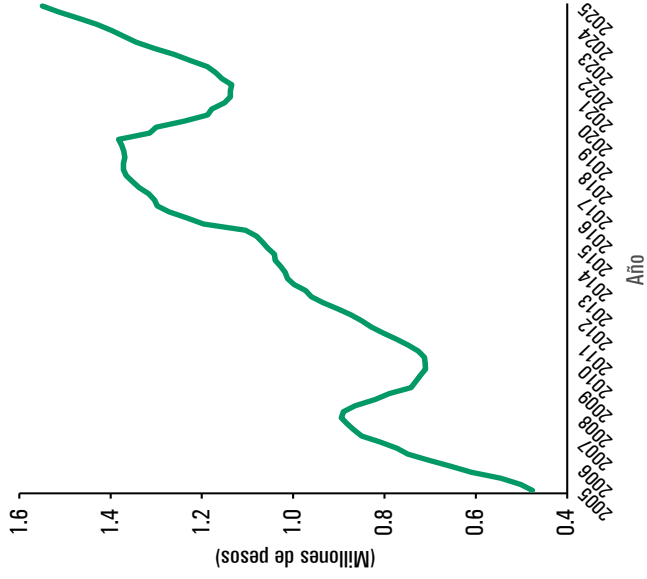
Importaciones  
Cifras desestacionalizadas, 2018 = 100  
(billones de pesos)



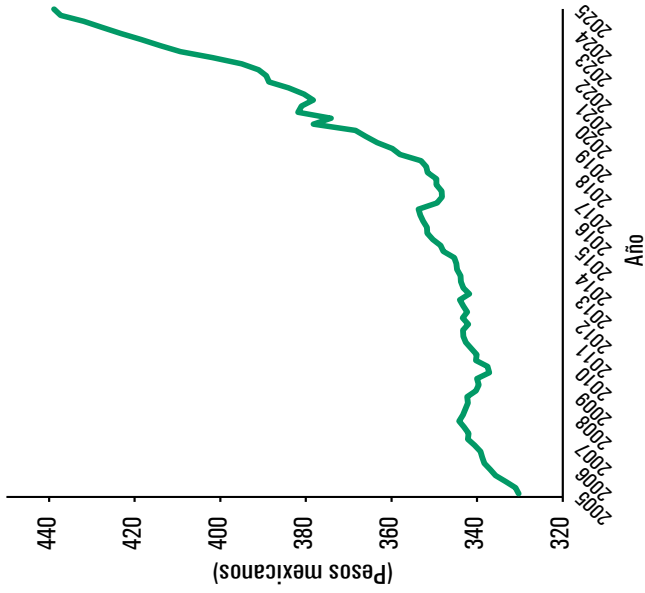
Tasa de inflación general  
(porcentaje)



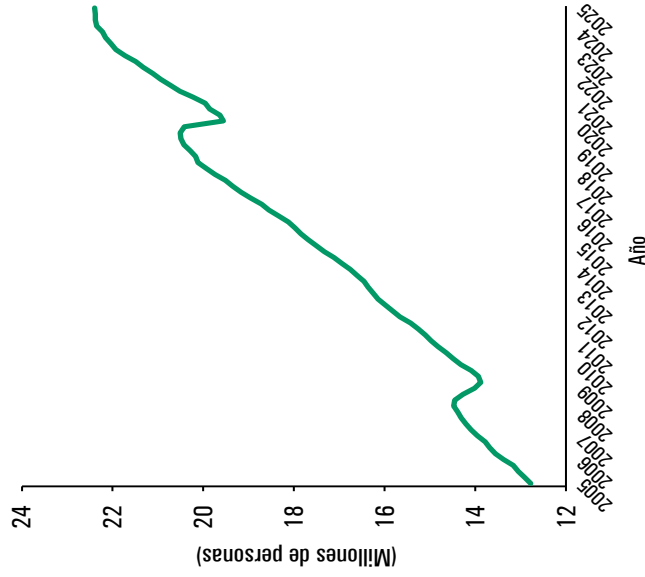
Crédito al consumo  
Cifras desestacionalizadas  
(millones de pesos)



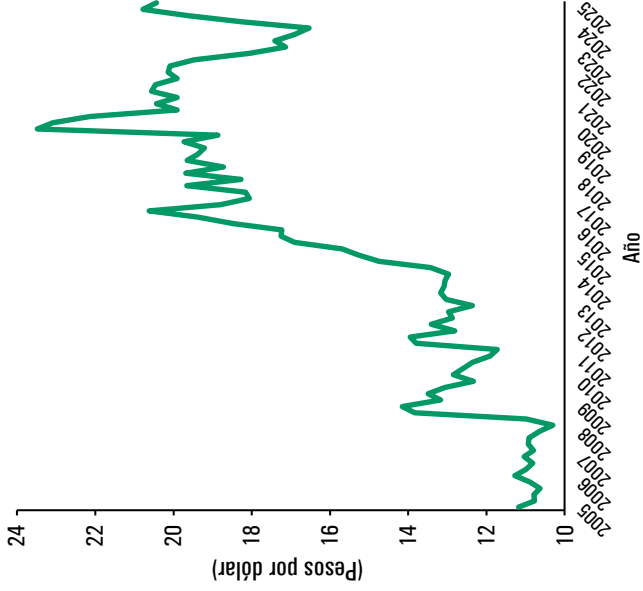
Salarios reales  
(pesos mexicanos)



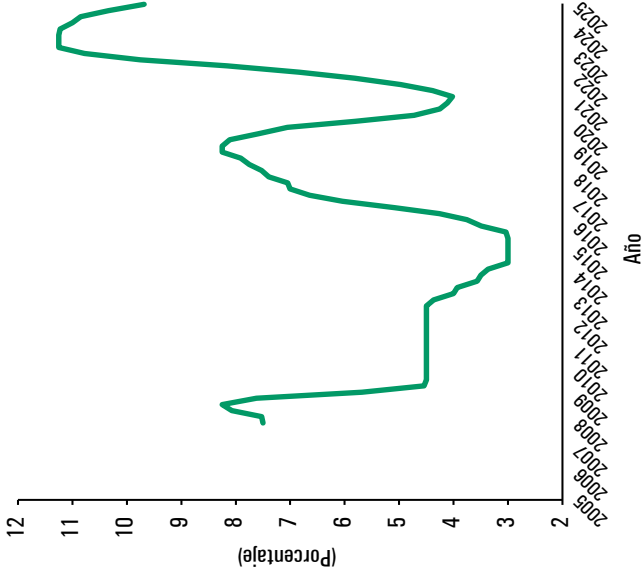
Empleos del IMSS  
(millones de personas)



Tipo de cambio nominal  
Cifras al final de periodo  
(pesos por dólar)



Tasa de interés objetivo de referencia del Banxico  
(porcentaje)



Fuente: elaboración propia con datos de Inegi [2025], Banxico [2025] e Imss [2025].

La inspección visual de estas series de tiempo sugiere la existencia de al menos dos patrones empíricos: 1) las series tienen tendencias crecientes y decrecientes a lo largo del tiempo. Estas tendencias tendrían que considerarse en la especificación de un SES estadísticamente adecuado. De hecho, la forma específica de la incorporación de las tendencias en las ecuaciones del SES depende del tipo de tendencia del que se trate. Específicamente, pueden ser determinísticas y/o estocásticas, las cuales podemos identificar mediante pruebas de raíces unitarias. Una vez que realizamos dichas pruebas para las series de tiempo del SES de la economía mexicana, confirmamos que son raíces unitarias (ver pruebas en el cuadro A.2. del anexo), lo cual sugiere que la especificación estadísticamente apropiada de las ecuaciones del SES podría ser un modelo de corrección de error, siempre y cuando se compruebe que existe cointegración entre las variables, y 2) las variables del SES tienen un componente cíclico en torno a las tendencias crecientes y decrecientes. Este patrón sugiere que el SES tiene que ser un modelo dinámico conformado por un conjunto de modelos de corrección de error, los cuales deben incorporar uno o más rezagos de las variables dependientes e independientes.

En síntesis, las series de tiempo univariadas de las gráficas anteriores sugieren que una especificación apropiada para el SES de la economía mexicana podría estar constituida por un grupo de modelos de corrección de error, siempre y cuando existan relaciones de largo plazo entre las variables (cointegración). Los modelos de corrección de error serían una especificación apropiada, ya que contienen rezagos y controlan por las tendencias estocásticas (raíces unitarias) mediante el uso de las variables en primeras diferencias y, además, contienen las relaciones de largo plazo entre las variables, en forma de vectores de cointegración [Engle y Granger, 1987].

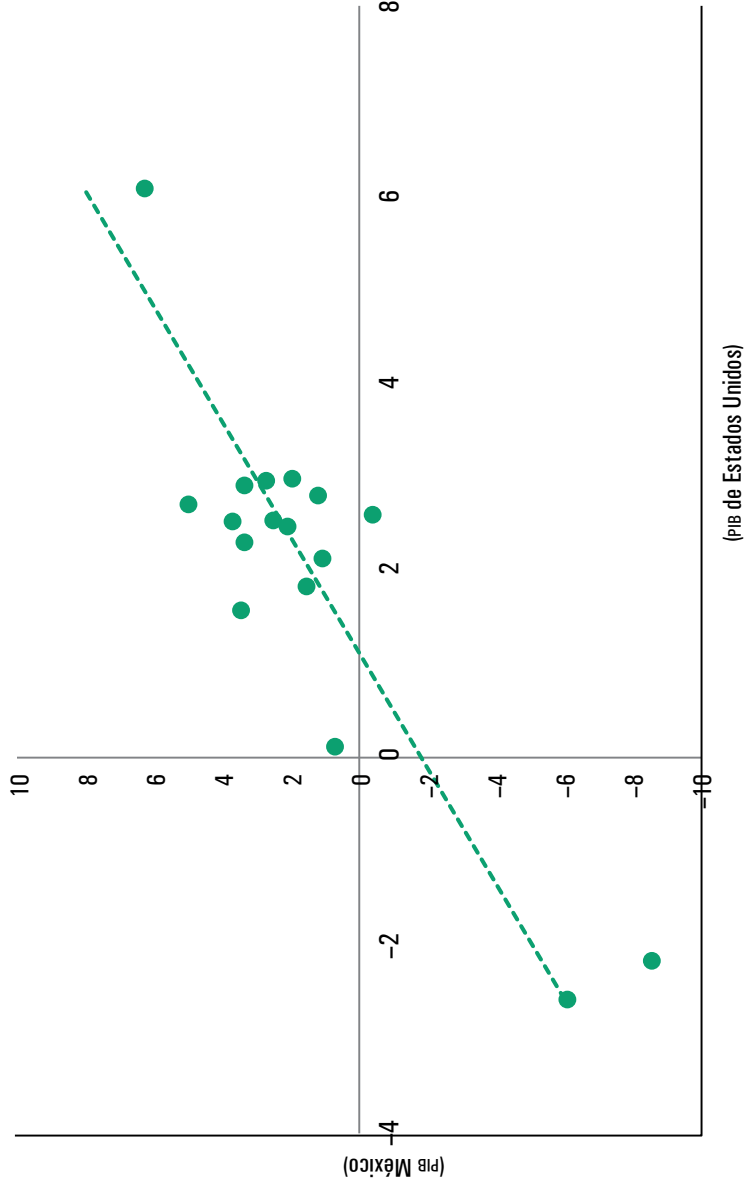
## Análisis estadístico bivariado de las series para la especificación del SES

Este apartado tiene como objetivo el análisis estadístico de algunas de las relaciones de largo plazo entre las tasas de crecimiento de las variables utilizadas en el SES, el cual es útil para plantear la especificación final de las ecuaciones que lo componen. Para observar el comportamiento conjunto de las variables, se elaboraron gráficas de dispersión de las tasas de crecimiento de algunas de las series, en las que se incluye su ecuación de regresión lineal. Estas gráficas permiten visualizar las relaciones bivariadas de largo plazo potencialmente existentes entre las tasas de crecimiento de las series de tiempo, lo cual se verifica de manera rigurosa con las pruebas de cointegración de Engle y Granger [1987], ecuación por ecuación, las cuales se reportan en el anexo de este libro (ver cuadro A.3 del anexo). De hecho, este análisis permite un primer acercamiento a la estructura de correlaciones entre las variables, confirmando las posibles relaciones entre variables establecidas por la teoría económica del capítulo 2. El análisis gráfico usa las variables en tasas de crecimiento para evitar la posible espuriedad resultante de la existencia de raíces unitarias en las series que se discutió en la sección anterior.

A continuación, presentamos algunas de las gráficas sobre las relaciones bivariadas entre algunas de las variables del SES para la economía mexicana.

De acuerdo con la gráfica 3.2, notamos que existe una relación positiva entre el crecimiento de la economía estadounidense y la economía mexicana. De hecho, por el grado de dispersión de los datos, se puede inferir que el nivel de correlación entre ambas variables es alto. Esta correlación podría explicarse por la integración económica, que es resultado del T-MEC, y por la vecindad geográfica entre ambos países.

Gráfica 3.2: Relación entre la tasa de crecimiento del PIB de México y el PIB de Estados Unidos, 2008-2024



Fuente: elaboración propia con datos de Inegi [2025] y FED de St. Louis [2025a].

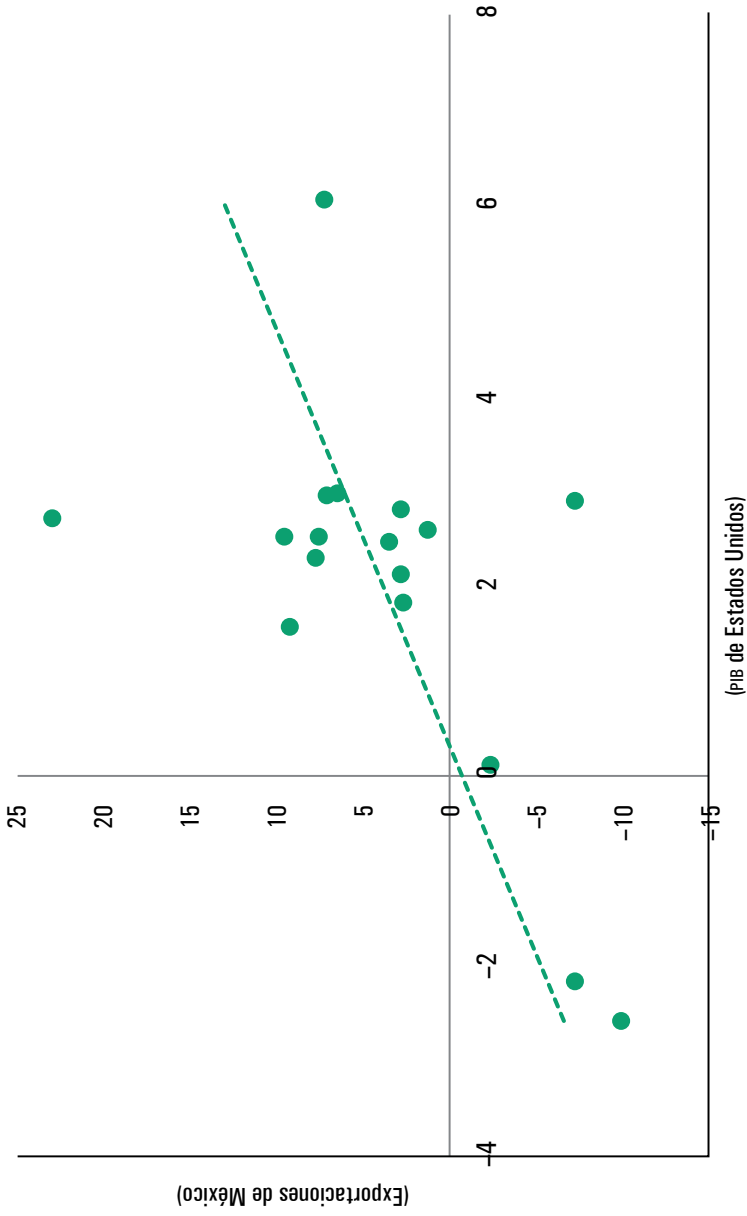
La gráfica 3.3 muestra la existencia de una relación positiva entre la tasa de crecimiento real de las exportaciones mexicanas y la tasa de crecimiento del PIB de Estados Unidos. Se observa el nivel de dependencia entre la dinámica de las exportaciones de México y la dinámica de la actividad económica estadounidense. Esta relación implica que, cuando la economía estadounidense se expande, las exportaciones mexicanas tienden a incrementarse, mientras que, durante los periodos de contracción de la economía estadounidense, el nivel de exportaciones de la economía mexicana decrece. Este patrón sugiere que el SES debe considerar una ecuación que capture esta relación de largo plazo entre ambas variables, la que se puede capturar con una prueba de cointegración simple entre las exportaciones mexicanas, el PIB de Estados Unidos y el tipo de cambio peso-dólar.

En relación con el mercado interno, la gráfica 3.4 sugiere que el consumo privado está asociado positivamente con la dinámica del PIB, lo cual implica que un impacto en éste generará un mayor nivel de consumo privado. A medida que la actividad económica se expande y los ingresos disponibles aumentan, los consumidores destinan una mayor proporción de sus recursos al consumo, lo que genera mayor crecimiento económico. Nuevamente, este hecho estilizado se puede comprobar mediante la prueba de cointegración de Engle y Granger [1987].

La gráfica 3.5 ofrece evidencia de que la dinámica de la inversión privada también está asociada positivamente a la dinámica del PIB. Así, se espera que el SES muestre la existencia de un vector de cointegración (una relación de largo plazo) entre la inversión y sus determinantes, incluido el PIB.

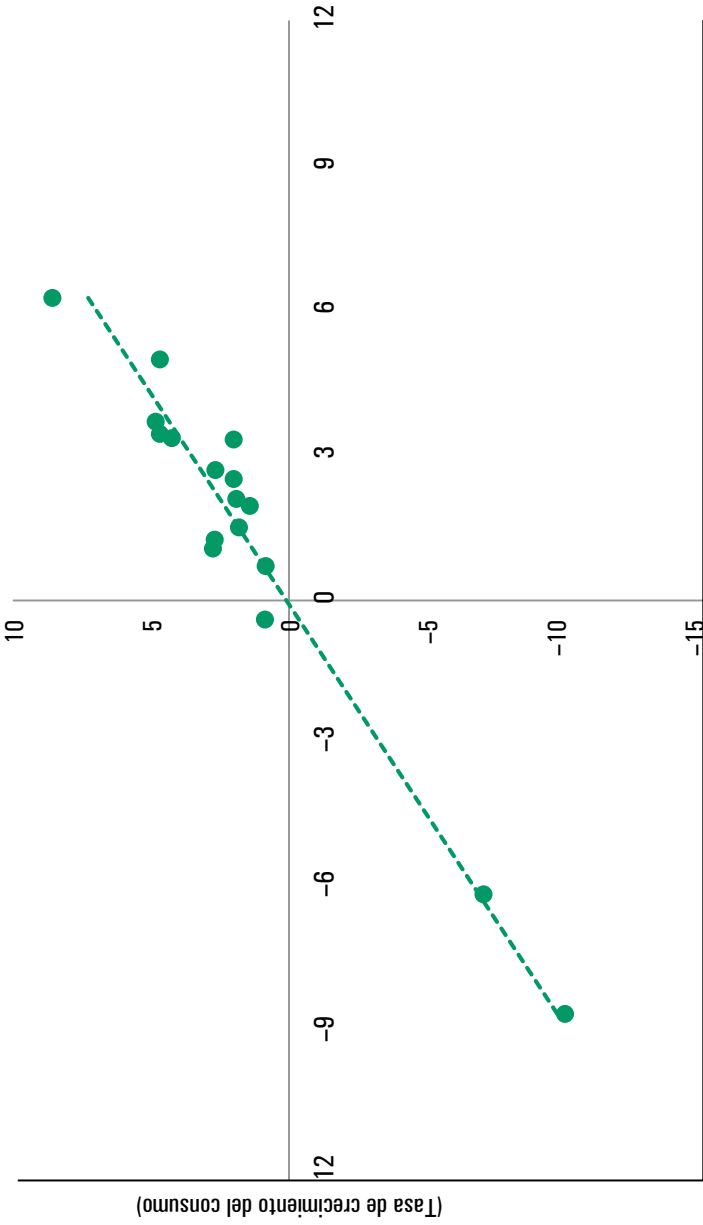
Las anteriores gráficas sugieren incorporar estas relaciones al modelar el SES para capturar los hechos estilizados de la economía mexicana y tener un modelo que esté guiado por los hechos estilizados y la teoría económica. Estas relaciones

Gráfica 3.3. Relación entre la tasa de crecimiento, las exportaciones de México y el PIB de Estados Unidos, 2008-2024



Fuente: elaboración propia con datos de Inegi (2025).

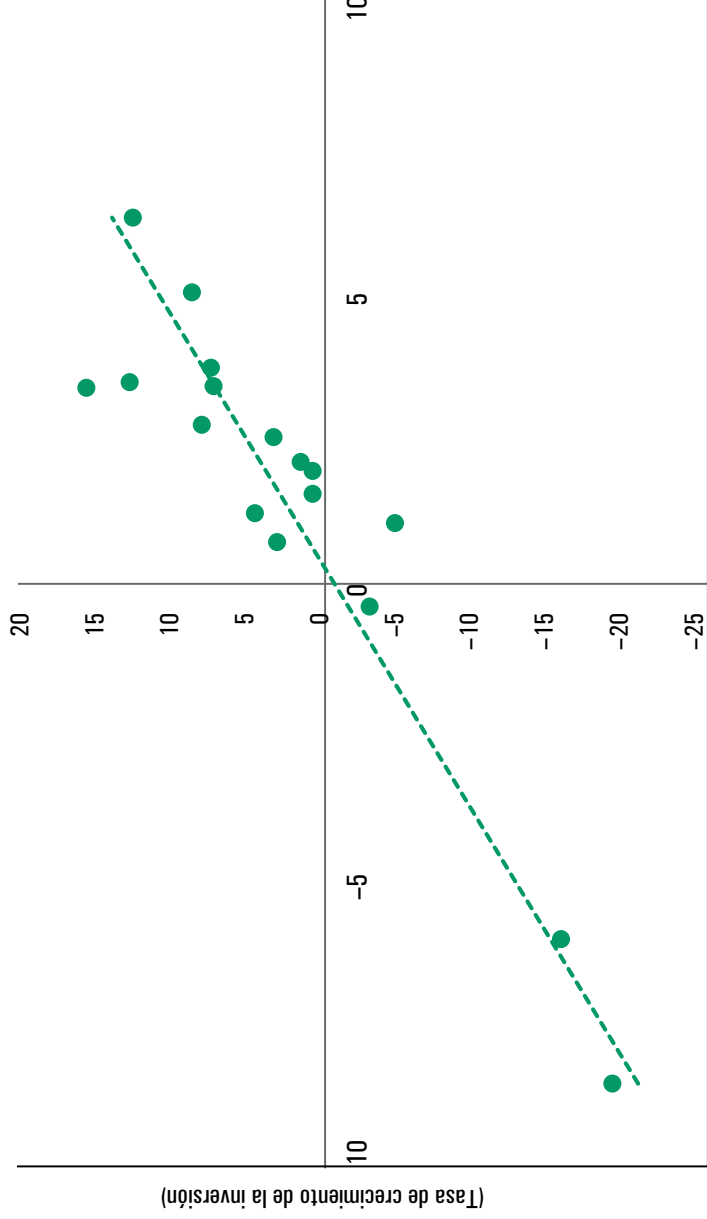
Gráfica 3.4. Relación entre el consumo privado y el PIB, 2008-2024



(Tasa de crecimiento del PIB)

Fuente: elaboración propia con datos de Inegi [2025].

Gráfica 3.5. Relación entre la inversión privada y el PIB, 2008-2024



(Tasa de crecimiento del PIB)

Fuente: elaboración propia con datos de Inegi [2025].

se pueden capturar a través de la estimación de los vectores de cointegración entre las variables del modelo y con la especificación de cada ecuación del SES como un modelo de corrección de error a partir del procedimiento de Engle y Granger [1987] (ver cuadro A.3 en el anexo). Es importante incorporar estas relaciones al modelar el SES para capturar los hechos estilizados de la economía mexicana y tener un modelo guiado tanto por estos últimos como por la teoría económica.

#### LA ESTIMACIÓN DEL SES

Una vez que se cuenta con la especificación estadística del SES como un conjunto de modelos de corrección de error, se pueden estimar los valores de sus parámetros. Así, para la estimación simultánea del modelo, usamos el estimador de máxima verosimilitud con información completa (FIML), que se obtiene cuando se maximiza la función conjunta de verosimilitud de todos los datos observados bajo el supuesto de normalidad multivariada. Como este método no ofrece una solución cerrada, se requiere optimización numérica mediante el método de Newton-Raphson. Este algoritmo iterativo actualiza las estimaciones de los parámetros al combinar el gradiente (primeras derivadas) y el hessiano (segundas derivadas) de la verosimilitud, que convergen al conjunto de parámetros que la maximiza. En la práctica, FIML con Newton-Raphson proporciona estimaciones eficientes al explotar simultáneamente toda la información disponible en el sistema de ecuaciones. De forma alternativa, se pueden utilizar los métodos de Gauss-Seidel y de Broyden [Brayton, 2011].

#### *Las ecuaciones del SES estimadas con FIML*

El cuadro 3.2 recopila las ecuaciones de comportamiento del SES estadísticamente adecuado para la economía mexicana.

Estas estimaciones se realizaron con el FIML. El algoritmo para la optimización de la función de verosimilitud fue el procedimiento de Newton-Raphson.

Cuadro 3.2. Estimación de las ecuaciones del SES de la economía mexicana, 1997Q1-2025Q1, datos trimestrales

<p>PIB (<math>Y_t</math>):</p> $Y_t = C_t + IP_t + GG_t + XN_t$	(3.1)
<p>Consumo privado real (<math>C_t</math>):</p> $\Delta LC_t = 0.006 - 0.474\varepsilon_{t-1}^c + 0.062\Delta LCREd_t - 0.226\Delta LY_t - 0.098r_{t-1} + \xi_t^c$ <p>(0.001) (0.053) (0.065) (0.073) (0.021)</p> <p>R2-ajustada: 0.992</p>	(3.2)
<p>Inversión privada real (<math>IP_t</math>):</p> $\Delta LIP_t = 0.002 - 0.134\varepsilon_{t-1}^{ip} + 1.006\Delta LY_t + \xi_t^{ip}$ <p>(0.004) (0.070) (0.106)</p> <p>R2-ajustada: 0.926</p>	(3.3)
<p>Exportaciones reales (<math>X_t</math>):</p> $\Delta LX_t = 0.004 - 0.021\varepsilon_{t-1}^x + 2.140\Delta LY_t^{US} + 0.267\Delta Le_t + \xi_t^x$ <p>(0.002) (0.018) (0.136) (0.044)</p> <p>R2-ajustada: 0.994</p>	(3.4)
<p>Importaciones reales (<math>M_t</math>):</p> $\Delta LM_t = 0.004 - 0.140\varepsilon_{t-1}^M + 1.458\Delta LY_t - 0.062\Delta Le_t + \xi_t^M$ <p>(0.001) (0.040) (0.075) (0.034)</p> <p>R2-ajustada: 0.996</p>	(3.5)

<p>Inflación (<math>\pi_t</math>):</p> $\Delta\pi_t = -0.001 - 0.139\varepsilon_{t-1}^\pi + \xi_t^\pi$ <p style="text-align: center;">(0.073) (0.058)</p> <p>R2-ajustada: 0.747</p>	(3.6)
<p>Tasa de política monetaria (<math>i_t</math>):</p> $\Delta i_t = 0.020 - 0.128\varepsilon_{t-1} + i0.000\Delta(Y_t - \bar{Y}_t) + 0.074\Delta(\pi_t - \pi_t^*) + \xi_t^i$ <p style="text-align: center;">(0.061) (0.032) (0.000) (0.086)</p> <p>R2-ajustada: 0.972</p>	(3.7)
<p>Crédito al consumo real (<math>CRED_t</math>):</p> $\Delta LCRED_t = 0.002 - 0.001\varepsilon_{t-1}^{CRED} + 0.666\Delta LCRED_t + 0.006\Delta r_t + \xi_t^{CRED}$ <p style="text-align: center;">(0.002) (0.010) (0.087) (0.002)</p> <p>R2-ajustada: 0.994</p>	(3.8)
<p>Salario real (<math>W_t</math>):</p> $\Delta LW_t = 0.005 - 0.019\varepsilon_{t-1}^w - 0.185\Delta LL_t - 0.040\Delta LY_t + \xi_t^w$ <p style="text-align: center;">(0.000) (0.013) (0.101) (0.030)</p> <p>R2-ajustada: 0.996</p>	(3.9)
<p>Empleo (<math>L_t</math>):</p> $\Delta LL_t = 0.005 - 0.019\varepsilon_{t-1}^L - 0.185\Delta LW_t + \xi_t^L$ <p style="text-align: center;">(0.000) (0.013) (0.101)</p> <p>R2-ajustada: 0.999</p>	(3.10)

<p>Tasa de desempleo (<math>U_t</math>):</p> $\Delta LU_t = -0.012 - 0.028\varepsilon_{t-1}^U - 0.020\Delta LY_t + \xi_t^U$ <p style="text-align: center;">(0.026) (0.031) (0.005)</p> <p>R2-ajustada: 0.941</p>	(3.11)
<p>Tipo de cambio nominal (<math>E_t</math>):</p> $\Delta LE_t = 0.005 - 0.160\varepsilon_{t-1}^E - 0.142\Delta L(Y_t - Y_t^{US})$ $+ 0.269 \Delta(i_t - i_t^*) - 0.030LP_t^{WTI} + \xi_t^E$ <p style="text-align: center;">(0.003) (0.069) (0.030) (0.049) (0.025)</p> <p>R2-ajustada: 0.987</p>	(3.12)
<p>Tasa de interés Cetes a 91 días (<math>Cetes_t</math>):</p> $\Delta Cetes_t = -0.005 - 0.331\varepsilon_{t-1}^{CETES} + 1.098\Delta i_t + \xi_t^{CETES}$ <p style="text-align: center;">(0.015) (0.058) (0.051)</p> <p>R2-ajustada: 0.997</p>	(3.13)
<p>Tasa de interés Bono 10 años (<math>BONO10_t</math>):</p> $\Delta BONO10_t = -0.008 - 0.125\varepsilon_{t-1}^{BONO10} + 0.368\Delta Cetes_t$ $+ \xi_t^{BONO10}$ <p style="text-align: center;">(0.045) (0.052) (0.068)</p> <p>R2-ajustada: 0.912</p>	(3.14)
<p>Tasa de interés real (<math>r_t</math>):</p> $r_t = i_t - \pi_t$	(3.15)
<p>Tasa de interés real Cetes a 91 días (<math>R_t^{Cetes}</math>):</p> $R_t^{Cetes} = Cetes_t - \pi_t$	(3.16)

Tasa de interés real de los Bonos a 10 años ( $R_t^{BONO10}$ ):	(3.17)
$R_t^{BONO10} = BONO10_t - \pi_t$	
Tipo de cambio real ( $e_t$ ):	(3.18)
$e_t = E_t \left( \frac{p_t^*}{p_t} \right)$	
Exportaciones netas ( $XN$ ):	(3.19)
$XN_t = X_t - M_t$	
Balanza de pagos: cuenta corriente ( $BBC_t$ ):	(3.20)
$\Delta BBC_t = -1293.27 - 1.313\varepsilon_{t-1}^{BCC} + 13258.80\Delta LE_t$ $- 96823.34\Delta LY_t + 242522.9\Delta LY_t^{US} + \xi_t^{BCC}$	
(514.791) (0.083) (7746.149) (32465.98) (70857.52)	
R2-ajustada: 0.400	
Requerimientos financieros del sector público ( $RFSP_t$ ):	(3.21)
$\Delta RFSP_t = -3743.427 - 1.010\varepsilon_{t-1}^{RFSP} + 415284.6\Delta LY_t + \xi_t^{RFSP}$	
(18680.77) (0.126) (571784.5)	
R2-ajustada: 0.107	
Balance primario ( $BPRIM_t$ ):	(3.22)
$\Delta BPRIM_t = -4803.117 - 1.117\varepsilon_{t-1}^{BPRIM} + 110701.1\Delta LY_t$ $+ \xi_t^{BPRIM}$	
(8295.481) (0.091) (309613.9)	
R2-ajustada: 0.179	

Nota:  $L$  indica el logaritmo de la variable,  $\Delta$  señala la primera diferencia de la variable,  $\varepsilon_{t-1}^k$  es el vector de cointegración de la  $k$ -ésima variable, en tanto que,  $\xi_t^k$  se refiere al término de error de la ecuación de la  $k$ -ésima variable. El error estándar se encuentra entre paréntesis.

Fuente: elaboración propia.

Las pruebas de diagnóstico de los supuestos del modelo se presentan en el siguiente apartado.

#### LA VALIDACIÓN DE LOS SUPUESTOS DEL SES

Antes de utilizar el modelo estimado para el pronóstico, se deben ejecutar las pruebas de diagnóstico de las ecuaciones del SES, las cuales incluyen la prueba de normalidad, no autocorrelación y homocedasticidad. El cuadro 3.3 reporta las pruebas para cada una de las ecuaciones del modelo de la sección anterior. Las pruebas de diagnóstico individuales sugieren que los supuestos del modelo se cumplen. En consecuencia, el SES es estadísticamente adecuado y las inferencias estadísticas que se realicen con él son confiables.

Cuadro 3.3. Pruebas de especificación del modelo SES

	Estadístico	Valor de $p$
<b>Consumo privado</b>		
Normalidad	Jarque-Bera: 1.171	0.556
No autocorrelación	Prueba $F$ : 2.126	0.129
Homocedasticidad	Prueba $F$ : 2.379	0.019
<b>Inversión privada</b>		
Normalidad	Jarque-Bera: 62.645	0.000
No autocorrelación	Prueba $F$ : 0.611	0.545
Homocedasticidad	Prueba $F$ : 6.920	0.000
<b>Exportaciones</b>		
Normalidad	Jarque-Bera: 0.840	0.656
No autocorrelación	Prueba $F$ : 0.307	0.735

continúa...

...continuación Cuadro 3.3

	Estadístico	Valor de $p$
Homocedasticidad	Prueba $F$ : 1.585	0.158
Importaciones		
Normalidad	Jarque-Bera: 1.993	0.369
No autocorrelación	Prueba $F$ : 0.447	0.640
Homocedasticidad	Prueba $F$ : 0.635	0.725
Inflación		
Normalidad	Jarque-Bera: 1.409	0.494
No autocorrelación	Prueba $F$ : 4.014	0.022
Homocedasticidad	Prueba $F$ : 1.217	0.301
Tipo de cambio		
Normalidad	Jarque-Bera: 0.075	0.962
No autocorrelación	Prueba $F$ : 0.048	0.952
Homocedasticidad	Prueba $F$ : 0.995	0.439
Crédito al consumo		
Normalidad	Jarque-Bera: 39.307	0.000
No autocorrelación	Prueba $F$ : 2.895	0.062
Homocedasticidad	Prueba $F$ : 0.718	0.582
Empleo		
Normalidad	Jarque-Bera: 36.873	0.000
No autocorrelación	Prueba $F$ : 42.247	0.000
Homocedasticidad	Prueba $F$ : 1.568	0.175
Salario real		
Normalidad	Jarque-Bera: 1.093	0.578
No autocorrelación	Prueba $F$ : 14.239	0.000

continúa...

...continuación Cuadro 3.3

	Estadístico	Valor de $p$
Homoceasticidad	Prueba $F$ : 0.949	0.419
Regla de Taylor		
Normalidad	Jarque-Bera: 5.396	0.067
No autocorrelación	Prueba $F$ : 37.487	0.000
Homoceasticidad	Prueba $F$ : 4.069	0.002
Balanza cuenta corriente		
Normalidad	Jarque-Bera: 101.750	0.000
No autocorrelación	Prueba $F$ : 1.847	0.162
Homoceasticidad	Prueba $F$ : 2.029	0.080
Requerimientos financieros del sector público		
Normalidad	Jarque-Bera: 3.969	0.137
No autocorrelación	Prueba $F$ : 1.668	0.196
Homoceasticidad	Prueba $F$ : 0.783	0.461
Balance primario		
Normalidad	Jarque-Bera: 26.164	0.000
No autocorrelación	Prueba $F$ : 0.930	0.397
Homoceasticidad	Prueba $F$ : 0.805	0.493

Nota: para la prueba de autocorrelación se utilizó la prueba de correlación serial LM de Breusch-Godfrey con dos autorregresivos, y para la prueba de heterocedasticidad se utilizó la prueba Breusch-Pagan-Godfrey.

Fuente: elaboración propia con datos del modelo SES.

Las pruebas  $F$  en el cuadro 3.3 sugieren que el SES es estadísticamente adecuado, lo cual garantiza la confiabilidad de las inferencias, como el pronóstico. Asimismo, en la gráfica A.1 del anexo se reportan las pruebas de estabilidad de

los parámetros del modelo en el tiempo, las cuales sugieren que no existe dicho problema en el modelo.

El cuadro 3.4 reporta las pruebas del modelo SES de manera conjunta. De manera específica, las siguientes pruebas conjuntas: 1) normalidad (Doornik-Hansen), 2) homocedasticidad (Breusch-Pagan) y 3) no autocorrelación (LM Breusch-Godfrey para sistemas).

Cuadro 3.4. Pruebas conjuntas de los supuestos del SES

Prueba	Probabilidad
Doornik-Hansen (normalidad conjunta)	0.1614
Homocedasticidad conjunta (Breusch-Pagan)	0.9779
No autocorrelación –no cruzada– conjunta (LM Breusch-Godfrey para sistemas)	0.9898
No autocorrelación cruzada conjunta (LM Breusch-Godfrey para sistemas)	0.9789

Fuente: elaboración propia con datos del modelo SES.

Estas pruebas confirman que el SES es estadísticamente adecuado de manera conjunta y, por tanto, que el modelo es confiable para realizar pronósticos y simulaciones. Adicionalmente, el cuadro A.4 del anexo reporta los resultados del error porcentual medio absoluto (MAPE) de cada una de las ecuaciones del SES. Estos resultados sugieren que el modelo tiene un buen pronóstico para todas las variables involucradas, lo cual confirma su buen desempeño para la inferencia estadística después de las pruebas de diagnóstico.

En el siguiente apartado, usamos el SES estadísticamente adecuado para realizar pronósticos y compararlos con las predicciones de otros modelos para verificar la hipótesis de que un SES construido con el enfoque probabilístico es más eficiente en el pronóstico que uno construido con un enfoque econométrico tradicional.

## COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SES CON OTROS MODELOS

Para evaluar la mayor eficiencia en el pronóstico del SES construido con el enfoque probabilístico, contrastamos sus proyecciones dentro de la muestra para el periodo 2021-2024 con los pronósticos del FMI y la OCDE, a fin de evaluar cuál se aproximó más a los datos observados; los resultados se concentran en el cuadro 3.5.

Cuadro 3.5. Proyecciones para el PIB de México con el SES y otros modelos

	2022	2023	2024	2025	2026
<b>Dato observado (Inegi)</b>					
PIB real, variación anual, cifras originales	3.71	3.35	1.43		
PIB real, variación anual, cifras desestacionalizadas	3.70	3.36	1.21		
Pronóstico FMI WEO	2.00	1.82	2.37	-0.26	1.37
Pronóstico OCDE	1.91	2.61	2.20	0.45	1.05
Pronóstico modelo SES	4.18	3.31	1.01	0.49	1.40

Fuente: elaboración propia con datos de Inegi [2025], FMI [2022, 2023, 2024, 2025] y OCDE [2022, 2023, 2024, 2025].

Es posible observar que en 2022 el modelo SES sobreestimó el crecimiento en 0.48 puntos porcentuales (pp); sin embargo, es un error mucho menor al de las proyecciones del FMI y la OCDE, organizaciones que subestimaron el PIB en 1.71 y 1.80 pp. En 2023, todas las previsiones subestimaron el crecimiento real. El SES estimó 3.31 % frente a la tasa observada de 3.36 % (una desviación de -0.05 pp). La OCDE proyectó 2.61 %, lo que implicó -0.74 pp frente al dato original (3.35 %), mientras que el FMI reportó la estimación más baja (1.82 %), es decir, -1.53 pp respecto del valor observado. En 2024, el modelo

SES subestimó ligeramente el crecimiento del PIB (1.01 % frente a 1.21 %), mientras que la OCDE y el FMI lo sobreestimaron en 0.77 y 0.94 pp, respectivamente.

En conjunto, los resultados sugieren que el modelo SES se aproximó más al desempeño económico observado durante 2022-2024. Así, un SES estadísticamente adecuado tiene una mayor eficiencia en el pronóstico que los modelos construidos con la metodología tradicional. Lo anterior es resultado de que las estimaciones están respaldadas por una especificación estadísticamente adecuada.

Adicionalmente, el cuadro 3.6 muestra los resultados del pronóstico (línea basal) de algunas variables macroeconómicas seleccionadas para México. Se observa la proyección de crecimiento del PIB para 2025 del modelo SES en 0.5 %. Respecto a la inflación para 2025, los resultados del modelo SES proyectan un nivel de precios más alto (3.93 %). Es importante señalar que todas las previsiones se mantendrían dentro del rango meta establecido por Banxico (3 %  $\pm$  1 punto porcentual), lo que sugiere que se espera un entorno de estabilidad de precios para el periodo.

Cuadro 3.6. Pronósticos del SES para la economía mexicana, 2025-2027

Variables	2025	2026	2027
PIB real (variación anual)	0.50	1.40	1.53
Inflación (tasa promedio)	3.93	4.10	4.51
Tipo de cambio nominal (pesos por dólar, EOP)	19.32	19.26	19.42
Balance primario (% PIB)	-0.80	-1.19	-1.47
RFSP (% PIB)	-4.84	-4.98	-5.24
Balanza cuenta corriente (% PIB)	-1.20	-1.10	-1.80

Fuente: elaboración propia con datos del modelo SES.

En el caso del tipo de cambio, el pronóstico del modelo SES apunta a una ligera apreciación del peso. En consecuencia, el modelo presenta el escenario más optimista respecto al fortalecimiento del peso. En contraste, se pronostica un déficit primario de 0.80 % del PIB, lo que sugiere la necesidad de un mayor ajuste en el gasto público o en los ingresos para cumplir con las metas de balance estructural. La estimación del modelo apunta a un déficit comercial más amplio de 1.20 % del PIB.

El cuadro 3.6 también ofrece información sobre los pronósticos para 2026 de las variables macroeconómicas seleccionadas de México. Notamos que la proyección de crecimiento del PIB para 2026 del modelo SES es de 1.40 %. En cuanto a la previsión de la inflación para 2026, la proyección del modelo SES se mantiene en 4.10. Asimismo, el modelo proyecta una paridad cambiaria de 19.26 pesos. En cuanto a la cuenta corriente, el modelo SES proyecta una reducción del desbalance a 1.10 % del PIB, lo que representaría una mejora de 0.10 puntos porcentuales frente a su proyección del año anterior. Respecto del balance primario, el modelo SES pronostica que el déficit se ampliaría hasta 1.19 % del PIB, lo que sugeriría mayores presiones sobre las finanzas públicas.

#### COMENTARIOS GENERALES

El marco metodológico presentado en esta sección responde a la necesidad de la articulación de teoría y evidencia empírica en un solo cuerpo analítico mediante la construcción de un modelo SES para la economía mexicana. A lo largo del capítulo, se confirma que la especificación, estimación y validación de un sistema estadístico dinámico requiere de un proceso secuencial y complementario, pues los supuestos de la teoría económica guían la selección de variables. Sin embargo, los datos son determinantes para la forma del modelo y así favorecen la interacción entre teoría y observación. Este

factor se vuelve indispensable para el estudio de un contexto económico caracterizado por choques recurrentes e incertidumbre estructural.

Un elemento fundamental de esta estimación econométrica es su alcance, ya que no sólo replica patrones de comportamiento histórico, sino que genera una representación coherente de los vínculos entre los distintos sectores de la economía mexicana y su relación con el entorno internacional. Con la revisión de los antecedentes, se identifica el equilibrio entre rigor técnico y relevancia práctica que la estrategia metodológica utilizada busca. A través del enfoque probabilístico aquí aplicado, se logra capturar la distribución empírica de los datos, su grado de dependencia temporal y el análisis de posibles raíces unitarias o relaciones de cointegración presentes durante la estimación. De esta forma, el SES se convierte en un instrumento válido para el pronóstico y la simulación, ya que cumple con las propiedades requeridas para la inferencia estadística.



## 4. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS PARA LA ECONOMÍA MEXICANA

PRONÓSTICO TENDENCIAL CON EL SES PARA LA ECONOMÍA MEXICANA (LÍNEA BASAL)

En este apartado, se lleva a cabo el pronóstico de la actividad económica en México para el periodo 2025-2027 con base en el SES, estadísticamente adecuado, construido en el apartado del capítulo anterior con el enfoque probabilístico. Asimismo, empleamos dicho pronóstico como una línea base para simular el posible efecto de diferentes choques exógenos en distintas variables de la economía mexicana. En el cuadro 4.1, presentamos nuevamente los resultados del pronóstico tendencial de corto plazo que fueron estimados con el modelo SES, con la finalidad de contextualizar las simulaciones de este apartado, dado que estas últimas se construyen a partir del escenario basal.

Estos pronósticos de línea base sugieren que el crecimiento del PIB será moderado para 2025, alcanzando una tasa de 0.5 %. Los resultados del SES, en la gráfica 4.1, proyectan que la actividad económica mexicana se recuperará ligeramente en 2026 (1.4 %) y se mantendrá en un nivel similar para 2027 (1.5 %).

Este fenómeno se asocia con el comportamiento de las principales variables del lado de la demanda que están incluidas en el modelo SES. Específicamente, el pronóstico se explica por un posible crecimiento moderado de ellas, tales como el consumo privado, la inversión privada y las exportaciones netas durante los próximos años. Se espera que la demanda agregada tenga un desempeño moderado ante la gran incertidumbre generada por la política arancelaria de Estados Unidos en 2025

y 2026 [Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), 2025; Banco Mundial, 2025].

Cuadro 4.1. Pronóstico tendencial (línea base, LB)  
de variables seleccionadas, 2025-2027

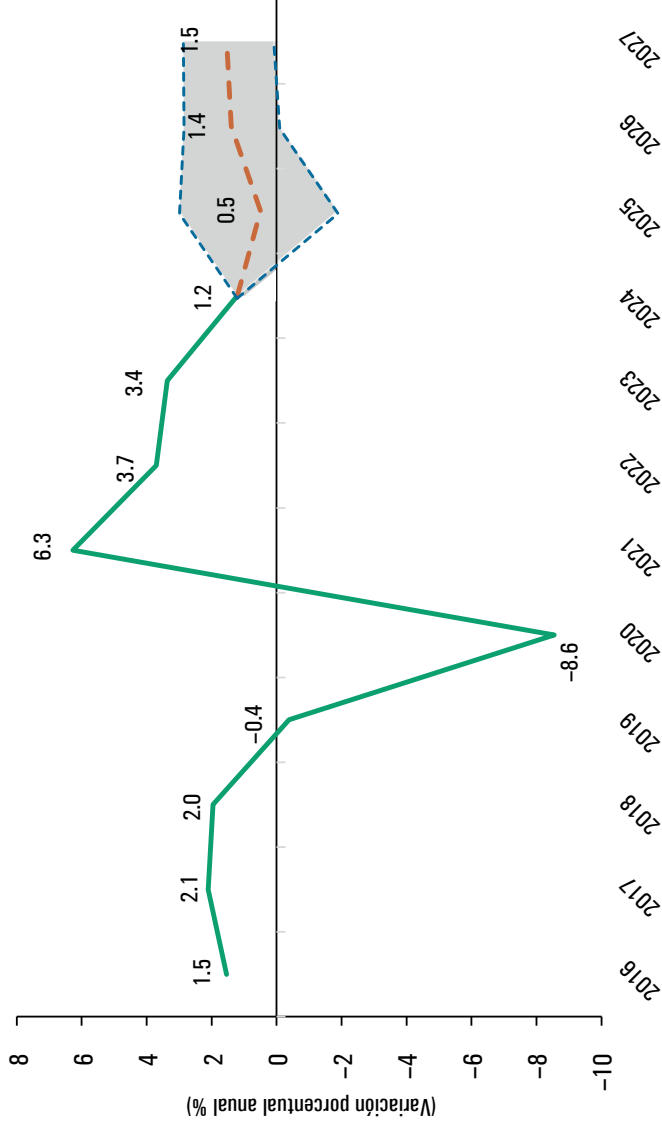
Conceptos	Observado			LB	LB	LB
	2022	2023	2024	2025	2026	2027
PIB real (variación anual, %)	3.70	3.36	1.21	0.50	1.40	1.53
Inflación (promedio)	7.89	5.55	4.72	3.93	4.10	4.51
Tipo de cambio nominal (pesos por dólar, final de periodo)	19.47	16.92	20.79	19.32	19.26	19.42
Balance primario (% PIB)	-0.45	-0.11	-1.47	-0.80	-1.19	-1.47
RFSP (% PIB)	-4.32	-4.29	-5.70	-4.84	-4.98	-5.24
Balanza de la cuenta corriente (% PIB)	-1.20	-0.31	-0.32	-1.20	-1.10	-1.80

Nota: el PIB se reporta en cifras desestacionalizadas y reales.

Fuente: elaboración propia con base en el modelo SES de México.

El modelo predice también que, de continuar las condiciones generadas por las presiones arancelarias, el peso mexicano podría mantenerse apreciado frente al dólar americano, como muestra el pronóstico en la gráfica 4.2. Así, el tipo de cambio finalizaría en 19.32 pesos por dólar en 2025, lo que representa una apreciación de 7.07 % respecto de la cotización registrada en 2024 (20.79 pesos por dólar). En consecuencia, un tipo de cambio apreciado provocaría que las exportaciones mexicanas sean menos competitivas en el mercado internacional, debido a que el costo de los productos nacionales sería mayor y encarecería los productos mexicanos. Además, los principales sectores podrían verse afectados. Incluso el valor de las remesas podría reducirse y, por tanto, afectar el consumo privado en México.

Gráfica 4.1. Pronóstico de línea de base del producto interno bruto de México, 2025-2027 (variación anual, %)



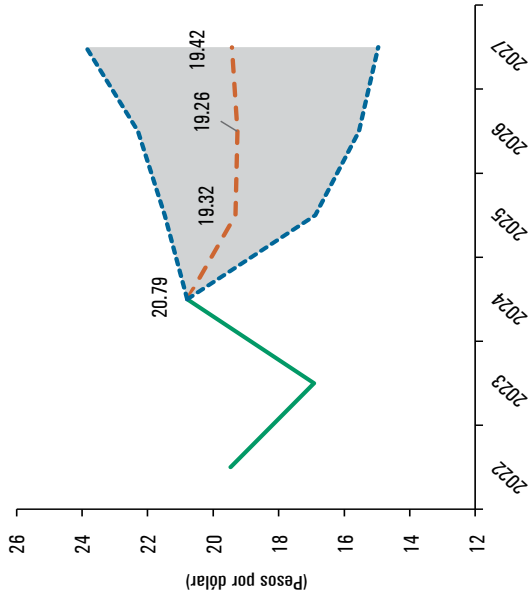
Observado

Pronóstico (Línea base)

Fuente: elaboración propia con base en el modelo ses de México.

Nota: PIB real a precios de 2018 con cifras desestacionalizadas [Inegi, 2025].

Gráfica 4.2. Pronóstico de línea base del tipo de cambio nominal, 2025-2027 (pesos por dólar)

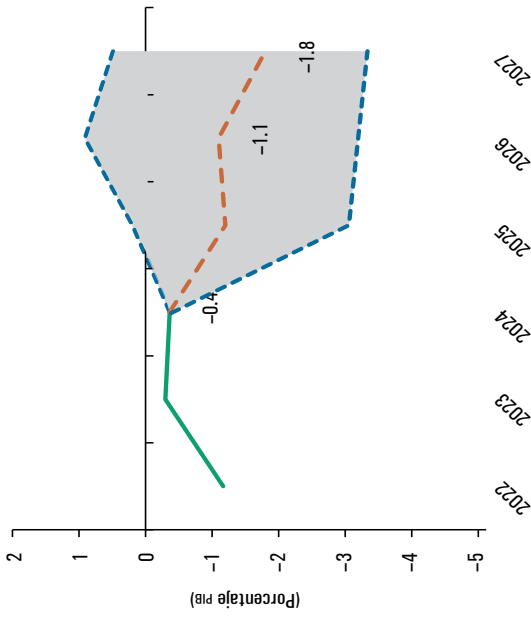


Observado Línea base Intervalo de confianza al 90 %

Nota: la gráfica muestra el tipo de cambio nominal peso por dólar, final de periodo.

Fuente: elaboración propia con base en el modelo ses para México.

Gráfica 4.3. Pronóstico de línea base del saldo de la cuenta corriente, 2025-2027 (proporción del PIB)



Observado Línea base Intervalo de confianza al 90 %

Nota: la gráfica muestra el saldo de la cuenta corriente como proporción del PIB.

La gráfica 4.3 sugiere que en los próximos dos años podría tener lugar un mayor déficit en la cuenta corriente, lo cual se asocia con el probable comportamiento moderado de la actividad económica y el tipo de cambio menos competitivo. Esta tendencia del déficit comercial podría mantenerse en el caso de tensiones comerciales permanentes (Banxico, 2025b).

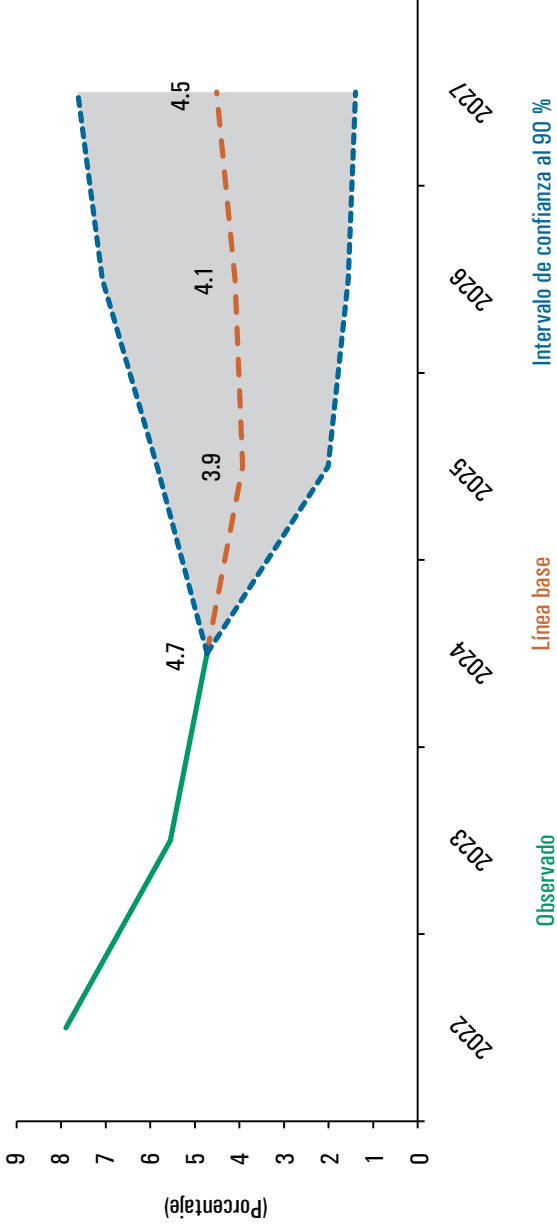
El modelo SES también proyecta una persistencia inflacionaria para el periodo 2025-2027, por lo que las condiciones externas y los ajustes de política monetaria jugarán un papel importante para alcanzar la convergencia de la inflación a la meta. De hecho, la gráfica 4.4 indica que la inflación aumentará de 3.9 % en 2025 a 4.5 % en 2027. Estas cifras sugieren que la dinámica de los precios se mantendrá por encima de la meta de inflación de Banxico ( $3\% \pm 1$ ). Este entorno reduciría el poder adquisitivo de los hogares y generaría presión en los costos de alimentos y servicios. Así se vislumbra el desafío que enfrenta Banxico para cumplir con su mandato de estabilidad de precios, sobre todo en un escenario de crecimiento económico moderado para los próximos dos años.

El SES también sugiere que el sector público enfrentará presiones en sus finanzas en el periodo 2025-2027. La gráfica 4.5 muestra que este sector registrará un déficit en sus requerimientos financieros que representará 4.8 % del PIB en 2025 y 5.2 % en 2027. Este deterioro, aunado a un mayor pago de intereses, se podría traducir en una disminución en el espacio fiscal, sobre todo en un contexto de crecimiento moderado con altas tasas de interés.

#### SIMULACIÓN DE ESCENARIOS CON EL SES

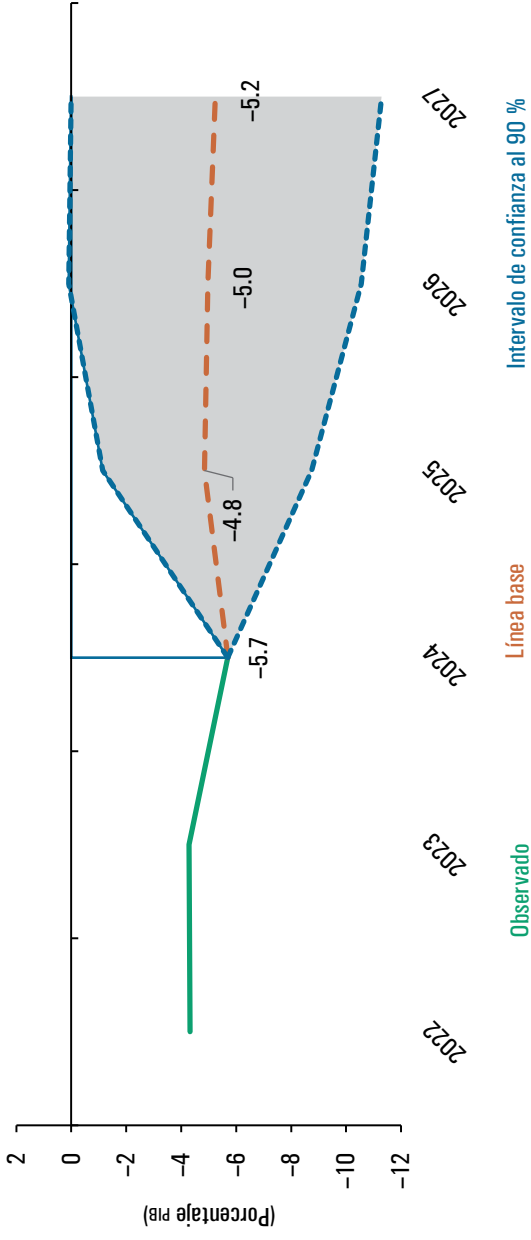
La simulación de escenarios constituye una herramienta crucial para el análisis económico al cuantificar la vulnerabilidad y resiliencia de la economía bajo diversos choques y supuestos. Al responder a la pregunta “¿qué pasaría si...?”,

Gráfica 4.4. Pronóstico de línea base de la inflación, 2025-2027 (porcentaje)



Fuente: elaboración propia con base en el modelo ses de México.

Gráfica 4.5. Pronóstico de línea base de los requerimientos financieros del sector público (RFSP), 2025-2027 (proporción del PIB)



Fuente: elaboración propia con base en el modelo ses de México.

se explora un abanico de futuros posibles, lo que proporciona a las autoridades de política económica la información oportuna para el diseño de respuestas estratégicas.

En este apartado, analizamos lo que sucedería en la economía mexicana ante impactos externos e internos. En específico, simulamos escenarios sobre cambios en: 1) el nivel del salario real; 2) el PIB de Estados Unidos; 3) los aranceles a las exportaciones mexicanas hacia Estados Unidos; 4) la tasa de interés de Banxico; 5) la inversión privada como porcentaje del PIB y 6) el crédito al consumo. Para calcular estos escenarios para 2026 y 2027, usamos los pronósticos tendenciales como una línea base a la cual le aplicamos diferentes choques en las variables de interés.

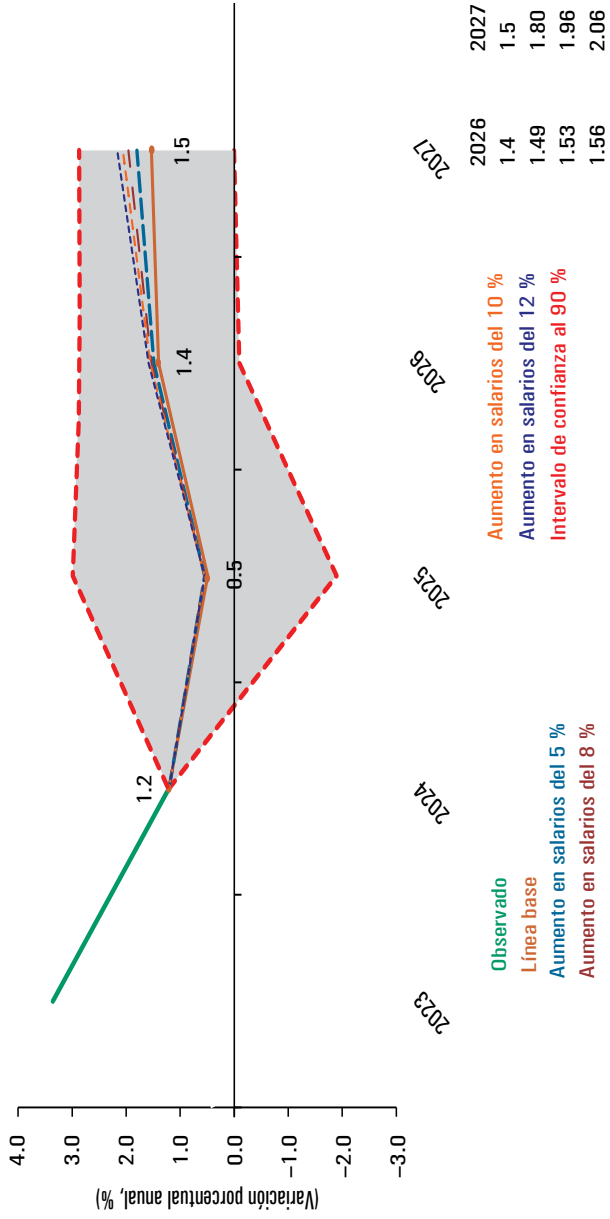
#### *Simulaciones de aumentos en el salario real*

De 2018-2024, el salario mínimo diario pasó de 88.40 a 248.90 pesos diarios, lo que representó un incremento real acumulado de 116.4 % [Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (Conasami), 2025]. Se espera que para 2026 el salario mínimo tenga un incremento de 12 %. En consecuencia, en esta sección simulamos cuatro escenarios de aumento en el salario real: 5, 8, 10 y 12 %. La simulación de los escenarios se realiza a partir de 2026 sobre la variable del salario real.

La gráfica 4.6 presenta los resultados de la simulación de dichos escenarios. Los ejercicios indican que una mayor capacidad adquisitiva de los hogares contribuiría a un incremento moderado en el crecimiento del PIB en el periodo 2026-2027 respecto de la línea basal, ya que se impulsaría la demanda de bienes y servicios.

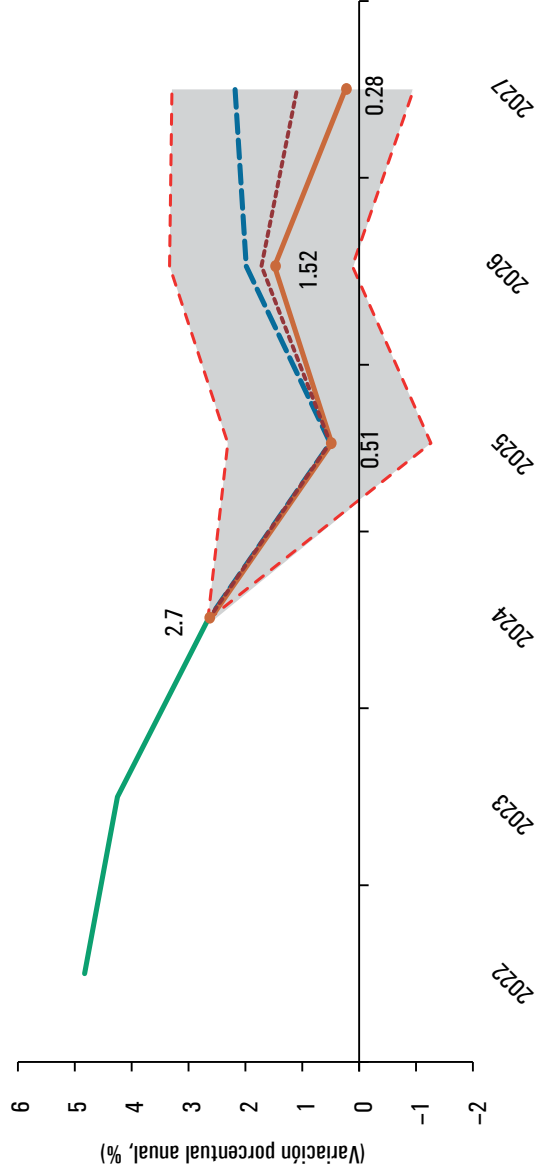
Asimismo, el modelo SES también sugiere que el consumo privado crecería 1.5 % en la línea de base en 2026 como se muestra en la gráfica 4.7. En cambio, con un aumento en el salario real en un rango de 5 a 12 %, el consumo privado tomaría

Gráfica 4.6. Simulación del efecto de aumentos en el salario real en el PIB de México, 2026-2027 (variación anual, %)



Fuente: elaboración propia con base en el modelo SES de México.

Gráfica 4.7. Simulación del efecto de aumentos en el salario real en el consumo privado, 2026-2027 (variación anual, %)



Observado	2026	2027
Línea base	1.52	0.28
Aumento en salarios del 12 %	1.99	2.18
Aumento en salarios del 5 %	1.72	1.09
Intervalo de confianza al 90 %		

Fuente: elaboración propia con base en el modelo ses de México.

valores en un rango de entre 1.72 y 1.99 %, respectivamente. Por tanto, un efecto inmediato sería que, al tener un mayor ingreso disponible, las familias aumentarían su consumo en bienes básicos. Este efecto multiplicador generalmente es más marcado en hogares de menores ingresos en comparación con los que tienen mayores ingresos. Como consecuencia, un aumento del consumo interno potenciaría el crecimiento económico del país.

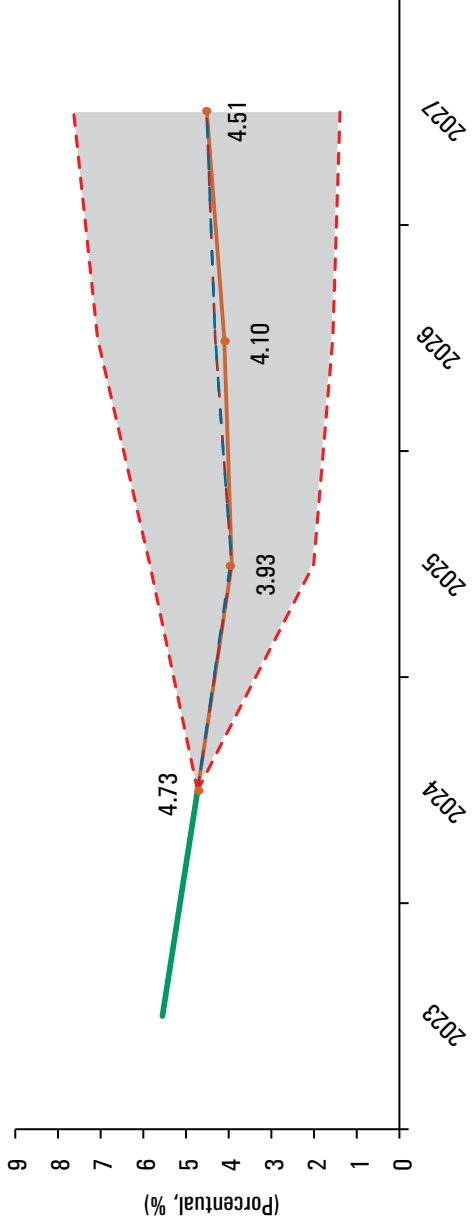
Por otro lado, la gráfica 4.8 muestra que la inflación, bajo los distintos supuestos de incremento salarial, se ubicaría por encima de la meta de Banxico. En todos los escenarios, la tasa de inflación tendría valores de 4.10 % en 2026 a 4.51 % en 2027, lo que sugiere una presión moderada pero persistente sobre los precios. Estos hallazgos sugieren un traspaso muy limitado de los salarios a los precios, mientras que la actividad económica se vería beneficiada por el aumento en el consumo privado.

En general, los hallazgos indican que los salarios reales y el consumo privado serán un factor importante en el aumento de la demanda interna. Estos incrementos salariales robustecerían la demanda interna y, en consecuencia, el crecimiento económico del país [SHCP, 2025]. Los resultados sugieren que estos incrementos fortalecerían el consumo con un aumento moderado en la inflación.

### *Simulaciones de aumentos en el PIB de Estados Unidos*

La dinámica del PIB de México es altamente dependiente del sector exportador. De hecho, en 2024, más del 80 % de nuestras exportaciones se dirigió al mercado estadounidense [Oficina del Representante Comercial de Estados Unidos, 2025], principalmente para atender la cadena de suministro del sector industrial del país vecino. Así, el aumento en el crecimiento económico de Estados Unidos podría afectar la evolución del

Gráfica 4.8. Simulación del efecto de aumentos en el salario real en la inflación, 2026-2027 (porcentaje)



● Observado  
● Línea base  
● Aumento en salarios del 5 %  
● Aumento en salarios del 12 %  
● Intervalo de confianza al 90 %

Fuente: elaboración propia con base en el modelo ses de México.

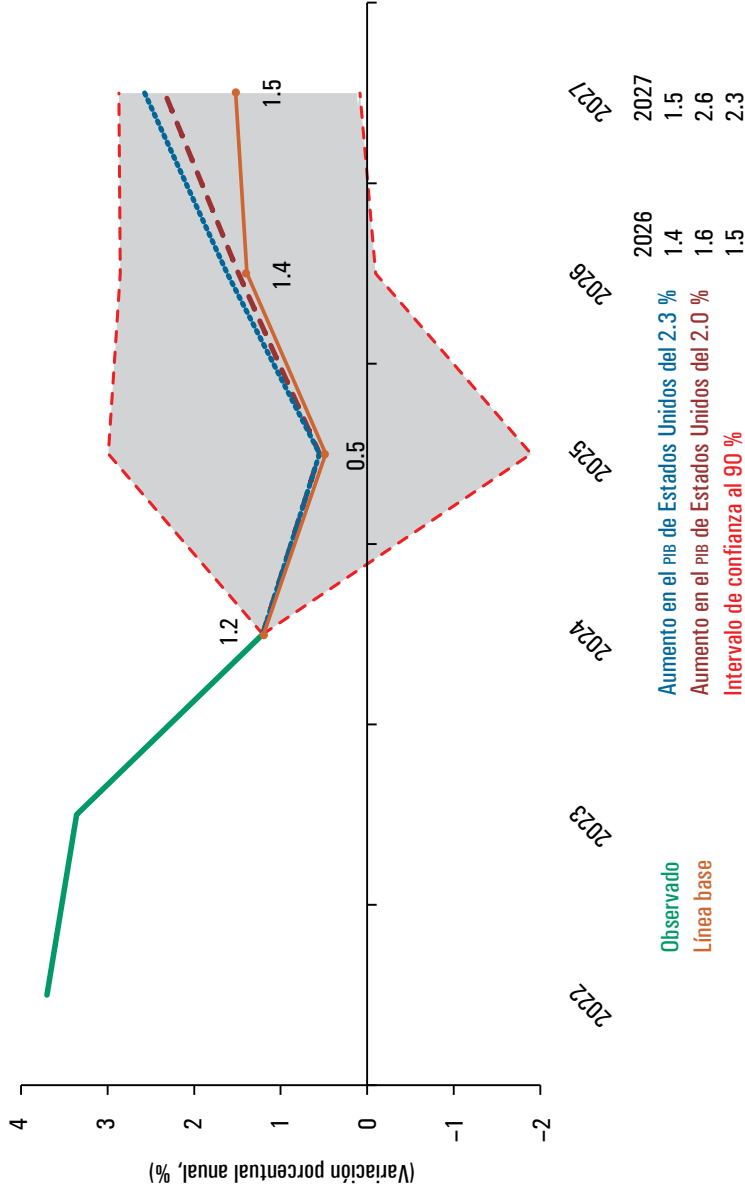
crecimiento y el empleo en México. A continuación, se presentan las simulaciones de diferentes aumentos en el PIB estadounidense, bajo el supuesto de que la renegociación del T-MEC sea exitosa y benéfica para ambas partes, y los aranceles no afecten de manera significativa a la economía mexicana.

En este apartado, simulamos dos escenarios en el aumento del PIB de Estados Unidos: del 2.0 y 2.3 %, a partir de 2026. En la gráfica 4.9, se presentan los resultados de dicha simulación.

Los resultados sugieren que una mejoría en la producción de Estados Unidos impulsaría un crecimiento moderado en el PIB de México en el periodo 2026-2027 respecto de la línea de base. El modelo SES sugiere que el PIB aumentaría 1.4 % en la línea de base en 2026. En contraste, si el aumento en el PIB de Estados Unidos es de 2.3 %, el PIB mexicano alcanzaría una tasa de 1.6 % en 2026 y 2.6 % en 2027. Este crecimiento estaría impulsado directamente por las exportaciones, las remesas y la inversión, dado que surgiría un efecto multiplicador del gasto externo que incrementaría el PIB de México.

El modelo SES también muestra la dinámica de las exportaciones ante un aumento en el PIB de Estados Unidos. Los resultados indican que este crecimiento generaría un incremento en el nivel de exportaciones de México. De acuerdo con la gráfica 4.10, el pronóstico de línea base sugiere que las exportaciones mexicanas crecerían 1.0 % en 2026 y 2.5 % en 2027. Mientras, en el escenario alternativo de un crecimiento de 2.3 % en el PIB de Estados Unidos, las exportaciones crecerían 1.3 % en 2026 y 5.0 % en 2027. Este resultado muestra que es primordial que la integración con el T-MEC se fortalezca y se eviten políticas de proteccionismo, de manera que se alcance un acuerdo benéfico para todas las partes en el corto plazo.

Gráfica 4.9. Simulación del efecto de aumentos en el PIB de Estados Unidos en el PIB mexicano, 2026-2027 (variación anual %)

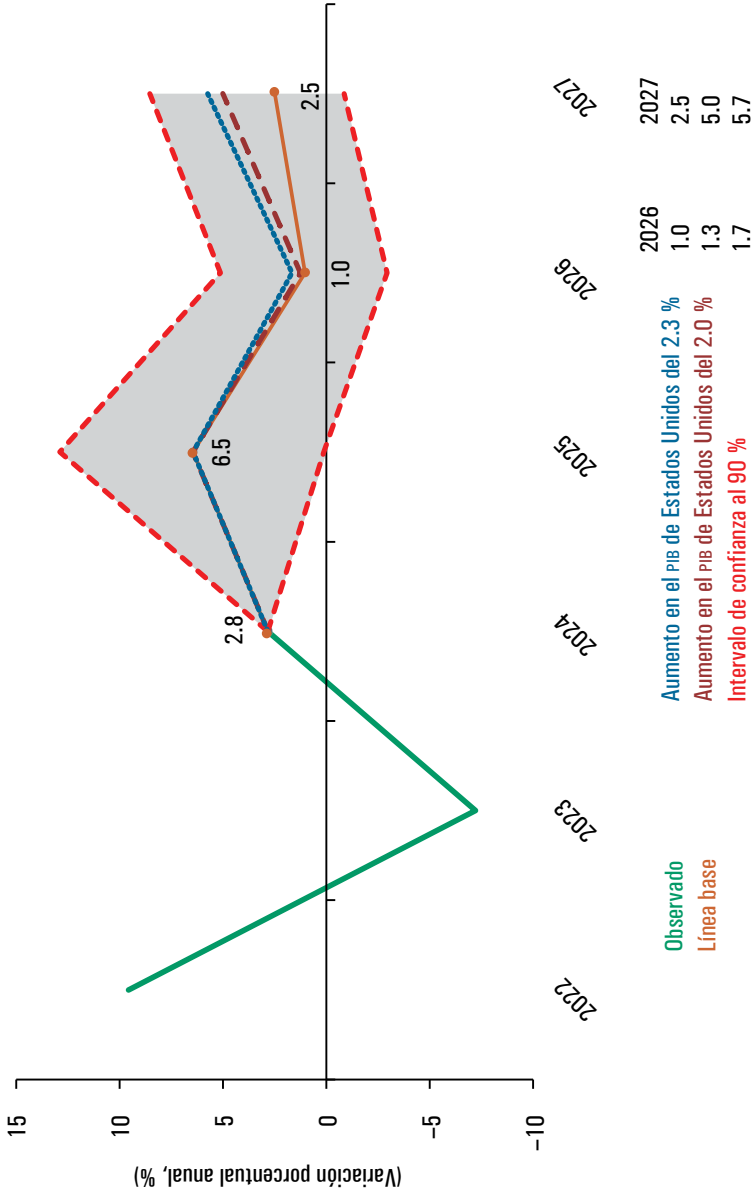


Observado  
Línea base

Aumento en el PIB de Estados Unidos del 2.3 %  
Aumento en el PIB de Estados Unidos del 2.0 %  
Intervalo de confianza al 90 %

Fuente: elaboración propia con base en el modelo SES de México.

Gráfica 4.10. Simulación del efecto de aumentos en el PIB de Estados Unidos en las exportaciones mexicanas, 2026-2027 (variación anual, %)



Fuente: elaboración propia con base en el modelo ses de México.

Además, el modelo SES sugiere que las importaciones también observarían una expansión en la línea de base de 2.80 % en 2026 y 1.46 % en 2027. En cambio, al considerar un crecimiento hipotético en la producción de Estados Unidos en 2.3 %, las importaciones presentarían un incremento en su dinámica de 3.08 % en 2026 y 2.15 % en 2027. Este impulso a las importaciones mexicanas responde al crecimiento económico nacional que está relacionado con el PIB estadounidense, ya que gran parte de las exportaciones mexicanas está encadenada con Estados Unidos y, por tanto, con las importaciones de México.

En conclusión, tanto las exportaciones como las importaciones se mueven en conjunto con el crecimiento económico de Estados Unidos. Estas simulaciones sugieren que la demanda externa mantiene una alta integración productiva con México, derivada del gran nivel de encadenamientos productivos que existe en algunos sectores industriales entre ambas economías.

#### *Simulaciones de aumentos en las tasas arancelarias a las exportaciones mexicanas*

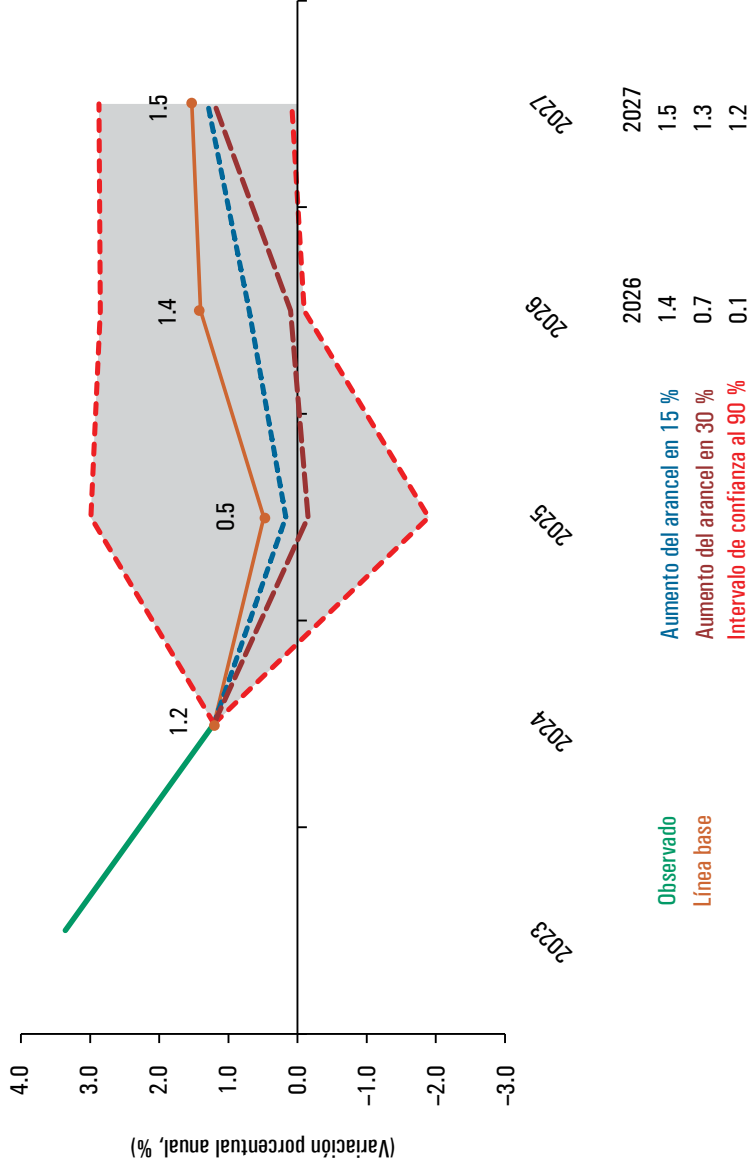
La posible imposición de aranceles a ciertas exportaciones mexicanas hacia Estados Unidos en los próximos años representa un choque potencial de gran relevancia para la economía mexicana. La Oficina Ejecutiva del Presidente de Estados Unidos [2025] tomó medidas arancelarias que derivan de diversas órdenes ejecutivas que buscan atender la “emergencia nacional” relacionada con el flujo de drogas ilícitas y la migración irregular en la frontera sur con México. De acuerdo con el documento presidencial oficial, los bienes que cumplen las reglas de origen del T-MEC mantienen acceso preferencial, la tasa arancelaria del 25 % se impone para aquellos productos mexicanos que no participan en el tratado.

El anuncio original respecto a las tarifas arancelarias por parte de Estados Unidos hacia México y Canadá se dio el 1 de febrero de 2025. Las órdenes ejecutivas establecían como fecha inicial de entrada en vigor de estas medidas el 4 de marzo de 2025 [Oficina Ejecutiva del Presidente, 2025]. No obstante, la implementación inmediata generó tensiones diplomáticas. Tras las negociaciones de la presidenta Claudia Sheinbaum, se acordó una pausa de un mes en la imposición del 25 % para productos fuera del Tratado Comercial [Gobierno de México, 2025]. Los aranceles fueron puestos en vigor el 4 de abril de 2025 [Cámara de Diputados, Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2025]. En el corto plazo, la amenaza del incremento de las tarifas arancelarias sigue latente y las repercusiones económicas potenciales para México son amplias. Entre ellas, se encuentra la reducción de la competitividad de las exportaciones, dado el encarecimiento de los productos mexicanos que no cumplen con los criterios de origen. Los principales sectores afectados corresponden a las industrias automotriz, electrónica, textil y agroindustrial. Otra de las posibles repercusiones es la incertidumbre comercial que podría reducir los flujos de inversión extranjera directa hacia México.

En este apartado, exploramos la respuesta de algunas variables de la economía mexicana ante la imposición de aranceles de diversas magnitudes en 2026 y 2027. Específicamente, probamos dos niveles de tarifas arancelarias: del 30 % y 15 %, por lo que se esperaría que los aranceles reduzcan el crecimiento económico porque disminuyen la demanda externa. De esta manera, mientras más alta sea la tasa arancelaria, mayor será su impacto en el crecimiento económico mexicano.

La gráfica 4.11 presenta los resultados de la simulación de dichos escenarios, aquí se analiza la imposición de un arancel del 30 % y 15% en las exportaciones mexicanas, ya que los aranceles son un factor clave en la relación comercial entre México y Estados Unidos.

Gráfica 4.11. Simulación del efecto de aranceles a las exportaciones en el PIB mexicano, 2026-2027 (variación anual, %)



Fuente: elaboración propia con base en el modelo ses de México.

Frente al escenario de un arancel del 30 %, el PIB crecería apenas 0.1 % en 2026; luego, se recuperaría en 1.2 % en 2027. Estos niveles más bajos del PIB serían el resultado de un menor dinamismo en las exportaciones. De acuerdo con las simulaciones, en este escenario las exportaciones mostrarían un crecimiento negativo de -3.74 % en 2026 y luego se recuperarían a una tasa anual de 2.58 % en 2027. Como resultado del dinamismo de las exportaciones e importaciones, el saldo de la balanza de la cuenta corriente continuaría siendo deficitario en 2026 y 2027. Se prevé que el saldo de la balanza de la cuenta corriente sea de -1.3 % del PIB en 2026 y de -3.0 % del PIB en 2027.

Los resultados sugieren que las tarifas arancelarias podrían generar una contracción en el comercio y el PIB en México. Estos escenarios muestran una economía mexicana altamente vulnerable a los choques externos [Banco Mundial, 2025]. Asimismo, si bien el mercado interno muestra signos de recuperación, éstos no son lo suficientemente grandes para evitar una caída considerable del PIB mexicano.

### *Simulaciones de reducción en la tasa de interés de Banxico*

El 7 de agosto de 2025, la Junta de Gobierno del Banco de México decidió reducir la tasa interbancaria a un día en 25 puntos base, para dejarla en 7.75 % a partir del 8 de agosto de 2025 [Banxico, 2025c]. De modo que, durante 2025, la tasa de interés de referencia en México se ha reducido de 10 a 7.75 % [Banxico, 2025d]. En este sentido, la política monetaria ha comenzado una etapa expansiva muy prudente. Dada la reducción gradual de la tasa de referencia, las menores tasas de interés impactarían en un mayor consumo e inversión y, por lo tanto, promoverían un mayor nivel de producto agregado y empleo.

En este apartado, se explora la respuesta del PIB ante diferentes reducciones de la tasa de referencia: 25, 50, 75 y 100 puntos base, a partir de la línea base del pronóstico del modelo SES.

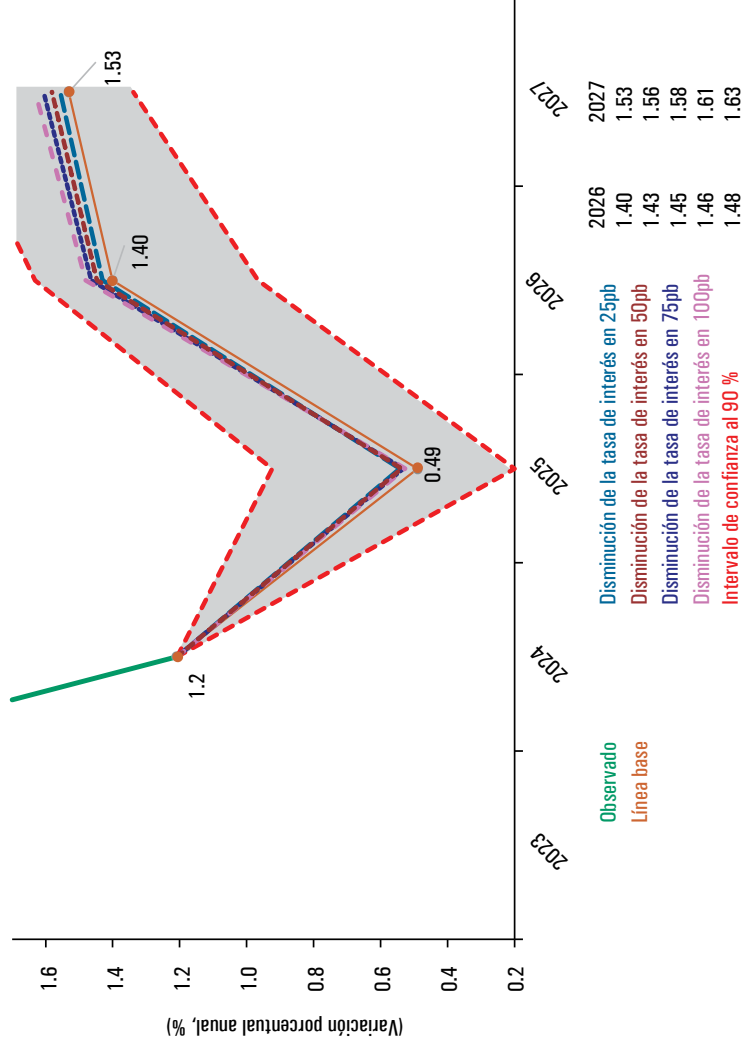
La gráfica 4.12 presenta los resultados de la simulación de dichos escenarios. Ante una reducción en la tasa de interés en 25 puntos base, el PIB aumentaría de 1.40 % a 1.43 % en 2026, y en 2027 pasaría de 1.53 % a 1.56 %. Asimismo, ante una reducción de 100 puntos base en la tasa de interés, el PIB aumentaría de 1.40 % a 1.48 % en 2026, mientras que en 2027 pasaría de 1.53 % a 1.63 %. De esta manera, reducir las tasas de interés impulsaría la inversión productiva y el consumo, lo que detonaría la actividad económica en un contexto de bajo crecimiento como el que se está previendo.

Los resultados de este escenario sugieren que la política monetaria expansiva efectivamente aumenta el nivel de producto agregado en la economía mexicana. Sin embargo, la sensibilidad del PIB ante cambios en la tasa de interés no es tan alta, lo cual implica que se requerirían reducciones mayores a 100 puntos base para aumentar el PIB a un mayor nivel. No obstante, grandes reducciones en la tasa de interés y de manera acelerada podrían aumentar el nivel de inflación. En este sentido, el banco central deberá seguir su mandato de mantener la meta de inflación.

### *Simulaciones de aumentos en la participación de la inversión privada en el PIB*

La inversión privada es el principal componente de la demanda agregada en un país, ya que promueve el crecimiento tanto de las capacidades de oferta (a través del fortalecimiento de la productividad) como de demanda en la economía (a través de un mayor gasto agregado). En México, ha representado alrededor de 19 % del PIB en el periodo 2000-2024. A continuación,

Gráfica 4.12. Simulación del efecto de reducciones de la tasa de interés en el PIB mexicano, 2026-2027 (variación anual, %)



pb: puntos base.

Fuente: elaboración propia con base en el modelo ses de México.

exploramos la respuesta de la actividad económica ante diferentes niveles en la participación de la inversión privada en el PIB: 22, 23, 24 y 25 % del PIB.

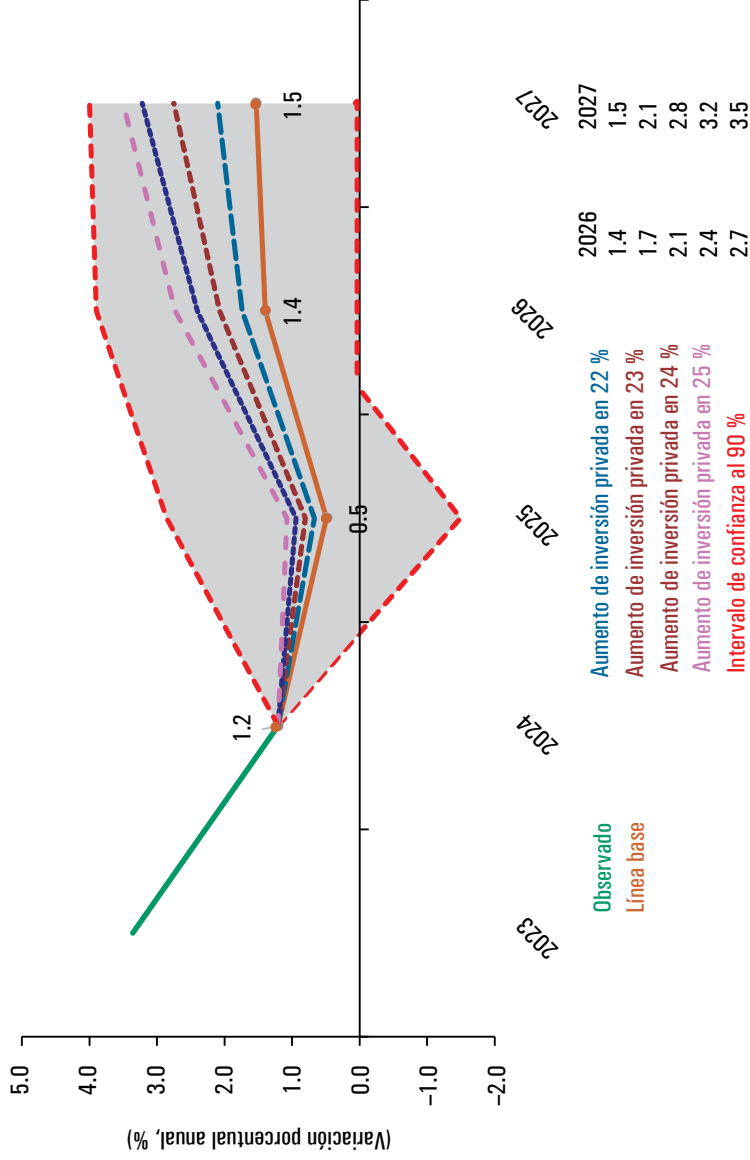
La gráfica 4.13 presenta los resultados de la simulación de dichos escenarios. Se sugiere que una mayor inversión impulsaría la actividad económica. Cuando la inversión se asume en 22 %, el PIB pasaría de 1.4 %, en la línea base, a 1.7 % en 2026; y crecería de 1.5 % a 2.1 % en 2027. Por otro lado, cuando la inversión toma un valor de 25 %, el producto aumentaría a 2.7 % en 2026 y hasta 3.5 % en 2027. Lo anterior refleja que es posible que México crezca a tasas superiores al 3 %, siempre y cuando la inversión productiva represente una mayor proporción respecto del PIB.

Por tanto, impulsar la inversión privada que sea más sostenida, diversificada y productiva incentivaría el crecimiento de México y, con ello, el empleo y la productividad y, a su vez, la demanda laboral, lo que promovería los incrementos salariales y el consumo privado del país.

### *Simulaciones de aumento en el crédito al consumo*

En México, se han llevado a cabo esfuerzos por ampliar la inclusión financiera en la población. En el periodo 2010-2024, la tasa de crecimiento del crédito al consumo fue de 4.83 %. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF) 2024, cuatro de cada cinco personas de entre 18 y 70 años tenían acceso a un producto financiero [Inegi, 2024]. De ellos, 37.3 % tenía al menos un crédito formal. El crédito es importante ya que fomenta el gasto en consumo presente. En consecuencia, un mayor acceso al crédito podría impulsar mayor gasto en consumo privado y crecimiento económico. En esta sección, simulamos los efectos de contar con mayores tasas de crecimiento en el crédito al consumo. Específicamente, se simula el efecto de que la tasa de crecimiento del crédito tomara valores de entre 6 y 10 por ciento.

Gráfica 4.13. Simulación del efecto de una mayor participación de la inversión privada en el PIB mexicano, 2026-2027 (variación anual, %)



Fuente: elaboración propia con base en el modelo ses de México.

La gráfica 4.14 presenta los resultados de la simulación de dichos escenarios, se muestra la respuesta del PIB ante diversos incrementos en el crédito al consumo. Los resultados sugieren que existe un impacto positivo de éste sobre el PIB. Un aumento del 6 % al crédito provocaría que el PIB creciera de 1.40 % a 1.93 % en 2026, mientras que observaría una expansión de 1.53 % a 1.95 % en 2027. A su vez, un aumento del crédito al 10 % estimularía el crecimiento económico de 1.40 % a 2.11 % en 2026 y de 1.53 % a 2.25% en 2027.

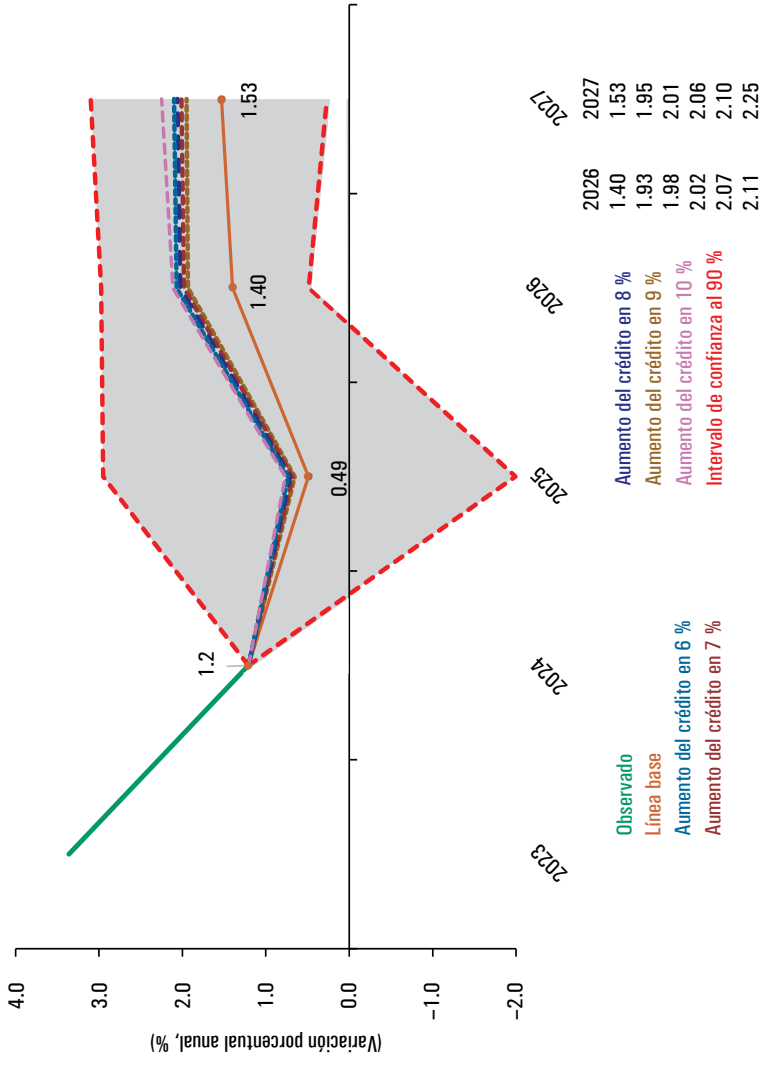
Mientras que el crédito se impulse, los hogares aumentarán su consumo y, por tanto, se propiciará el crecimiento económico del país. En general, estas simulaciones indican que el acceso al crédito es importante para impulsar el gasto en consumo privado y el PIB. Sin embargo, la expansión del crédito debe estar acompañada de una regulación apropiada con estrategias de educación financiera.

#### COMENTARIOS GENERALES

La estimación de escenarios a partir de modelos econométricos representa un reto significativo para la identificación de tendencias futuras. En este libro proponemos que, para el pronóstico de la actividad económica en México y la realización de escenarios, debe utilizarse un SES estadísticamente adecuado, el cual fue construido y validado de acuerdo con el enfoque probabilístico en el capítulo tercero. El desempeño del SES dentro de la muestra que se estimó y utilizó para obtener los resultados de este capítulo fue contrastado contra las estimaciones de otros modelos y tuvo una mayor eficiencia en el pronóstico, lo cual valida como confiables las simulaciones presentadas.

Los hallazgos de dichas simulaciones muestran las perspectivas de la economía mexicana en el corto plazo, así como los riesgos y las oportunidades que se prevén en los próximos

Gráfica 4.1.4. Simulación del efecto de un mayor nivel de crédito al consumo privado en el PIB, 2026-2027 (variación anual, %)



Fuente: elaboración propia con base en el modelo ses de México.

años. En primer lugar, la línea de base sugiere que el crecimiento económico permanecerá moderado, con una tasa estimada de 0.5 % para el final de 2025, seguida de una recuperación ligera hacia 2026 y 2027. Estas cifras reflejan un entorno de elevada incertidumbre, tanto en el frente interno como en el externo, sobre todo si consideramos que la inversión privada enfrenta riesgos derivados de la política comercial y las tensiones geopolíticas que han desencadenado una desaceleración global.

A partir de las simulaciones realizadas con el modelo SES, somos capaces de identificar las posibles trayectorias de la economía mexicana ante distintos choques. Por ejemplo, ante el aumento del salario real, el consumo privado presenta efectos positivos; por tanto, es un factor decisivo para el consecuente crecimiento del PIB. Este proceso se rige por el siguiente flujo: la mejora en el poder adquisitivo de los hogares con menores ingresos refuerza la demanda interna y dinamiza la economía. Pese al planteamiento de este escenario optimista, es necesario tomar en cuenta los posibles riesgos de las presiones inflacionarias al alza, a pesar de que el incremento a los salarios parece limitado. Este hallazgo subraya la importancia de continuar con políticas de recuperación salarial acompañadas de medidas que fortalezcan la productividad.

A la vez, indicadores como el tipo de cambio y el nivel de inflación son clave para la predicción del comportamiento de la economía mexicana en los próximos años. A lo largo del documento, se presenta la trayectoria del tipo de cambio, con una clara apreciación del peso frente al dólar que lo posicionó hasta 19.32 pesos por dólar en 2025. No obstante, este fortalecimiento también resultaría en efectos adversos sobre la competitividad externa porque encarecería las exportaciones y afectaría el ingreso neto por remesas.

Igualmente, las simulaciones del producto de Estados Unidos evidencian el alto nivel de dependencia de México al ciclo económico de su mayor socio comercial. En el docu-

mento, se encuentra que el PIB presentaría impactos positivos significativos frente a un mayor dinamismo de la economía estadounidense. En primera instancia, esto se debe al incremento en las exportaciones mexicanas; por el contrario, esta dependencia expone la vulnerabilidad de México ante las fluctuaciones de Estados Unidos, por lo que la diversificación de los mercados y el fortalecimiento del mercado interno se vuelven necesarios. En este sentido, los escenarios de aumentos arancelarios sobre las exportaciones mexicanas muestran el efecto negativo que un choque comercial tendría sobre el crecimiento, lo que confirma la fragilidad de la economía nacional frente a decisiones unilaterales de política exterior de Estados Unidos.

Por su parte, los resultados de las simulaciones sobre la política monetaria sugieren que reducciones moderadas en la tasa de interés de Banxico podrían estimular el producto agregado y el empleo, aunque con un efecto limitado. De esta forma, se llega a la conclusión de que la política monetaria no puede impulsar un crecimiento sostenido por sí sola; en cambio, debe acompañarse de medidas de carácter estructural más asociadas con el aumento de la inversión productiva. De hecho, los impactos de los incrementos en la inversión privada muestran un potencial más alto: si su participación en el PIB se elevara del nivel histórico de 19 % a valores de entre 23 y 25 %, el crecimiento económico superaría el 3 % hacia 2027, lo cual evidencia que la clave del dinamismo económico está en la capacidad de atraer y sostener mayores niveles de inversión productiva.

Finalmente, los ejercicios relacionados con el crédito al consumo reflejan que una mayor inclusión financiera y expansión del crédito tendrían la capacidad de impulsar el gasto de los hogares y, en consecuencia, el crecimiento económico. No obstante, esta expansión debe ir acompañada de una regulación adecuada y de estrategias de educación financiera, con el fin de evitar riesgos de sobreendeudamiento de los hogares

y empresas que pudieran comprometer la estabilidad del sistema financiero.

En general, estos hallazgos permiten concluir que México se enfrenta a un horizonte económico caracterizado por un crecimiento moderado, alrededor de su tasa de crecimiento potencial de 1.8 %, expuesto a la volatilidad externa y condicionado por factores internos, como la inflación persistente, el bajo dinamismo del consumo y los desafíos en la inversión privada. Si bien las simulaciones muestran que existen vías para estimular el crecimiento, como la recuperación salarial, la inversión privada y el acceso al crédito, estas medidas deben articularse con políticas públicas integrales. De esta forma, se reduciría la vulnerabilidad ante choques externos y se fortalecerían las bases internas de la economía; de lo contrario, el país correría el riesgo de mantener un desempeño económico por debajo de su potencial.

## CONCLUSIONES

El SES tiene un valor especial como herramienta de pronóstico, gracias a que ofrece la posibilidad de realizar simulaciones bajo escenarios alternativos, lo que permite anticipar tendencias de manera precisa cuando se sigue el enfoque probabilístico. Los antecedentes aquí expuestos permiten afirmar que el SES representa una herramienta sólida para el análisis macroeconómico de México. Su construcción se sustenta en un proceso metodológico que conjuga teoría económica, propiedades estadísticas y validación empírica, lo que lo convierte en un instrumento robusto para el pronóstico y la simulación de escenarios. Al mismo tiempo, su capacidad para vincular la dinámica interna con factores externos le dota de una relevancia particular en el estudio de una economía abierta y vulnerable a choques internacionales.

Específicamente el SES mostró eficacia para la simulación de escenarios alternativos de política económica y reflejó una superioridad en la precisión del pronóstico en comparación con modelos estimados con la metodología econométrica tradicional. Lo anterior se puede atribuir a que el SES planteado en este libro cumple con el requisito de ser estadísticamente adecuado según el enfoque probabilístico de la modelación econométrica.



## ANEXOS

Cuadro A.1. Listado de variables que componen el modelo SES

Variable	Nombre	Unidad	Fuente
<b>Bloque de la demanda agregada o sector real</b>			
$Y$	PIB real	Millones de pesos (2018 = 100)	Inegi
$C$	Consumo privado real	Millones de pesos (2018 = 100)	Inegi
$IP$	Inversión privada real	Millones de pesos (2018 = 100)	Inegi
$GG$	Consumo total (Inversión de gobierno real + Consumo de gobierno real)	Millones de pesos (2018 = 100)	Inegi
$X$	Exportaciones de bienes y servicios reales	Millones de pesos (2018 = 100)	Inegi
$M$	Importaciones reales	Millones de pesos (2018 = 100)	Inegi
$XN$	Exportaciones netas (Exportaciones de bienes y servicios reales – Importaciones reales)	Millones de pesos (2018 = 100)	Inegi
$\bar{Y}$	PIB potencial	Millones de pesos (2018 = 100)	Calculada
<b>Bloque de precios y empleo</b>			
$p_t$	Índice nacional de precios al consumidor: total	Segunda quincena de julio 2018 = 100	Inegi
$\pi$	Inflación general anual	Porcentaje interanual	Inegi
$\pi^*$	Objetivo de inflación	Porcentaje	Banxico
$L$	Empleo IMSS: asegurados trabajadores permanentes y eventuales	Millones de personas	IMSS
$U$	Tasa de desocupación (desempleo)	Índice	IMSS

continúa...

...continuación Cuadro A.1.

Variable	Nombre	Unidad	Fuente
$W$	Salario real diario asociado con los trabajadores asegurados en el IMSS	Pesos	IMSS
$E$	Tipo de cambio nominal para solventar obligaciones. FIX. Final de periodo	Pesos por dólar	Banxico
$e$	Tipo de cambio real	Pesos por dólares reales	Calculada
$i$	Tasa de interés objetivo promedio mensual	Porcentaje	Banxico
$Cetes$	Tasa de interés Cetes 91 días	Porcentaje	Banxico
$BONO10$	Tasa de interés Bono 10 años	Porcentaje	Banxico
$r$	Tasa de interés real [ $i - \pi$ ]	Porcentaje	Calculada
$R^{Cetes}$	Tasa de interés real Cetes 91 días [ $Cetes - \pi$ ]	Porcentaje	Calculada
$R^{BONO10}$	Tasa de interés real del bono 10 años [ $BONO10 - \pi$ ]	Porcentaje	Calculada
Bloque del sector fiscal y financiero			
$CREC$	Crédito al consumo real	Millones de pesos	
$BCC$	Balanza de pagos: cuenta corriente	Millones de dólares	Banxico
$BPRIM$	Balance primario	Millones de pesos	SHCP
$RFSP$	Requerimientos financieros del sector público	Millones de pesos	SHCP
Modelo Satelital Estados Unidos			
Bloque sector real			
$Y^{US}$	Producto interno bruto real	Billones de dólares	FRED
$i^*$	Tasa de los fondos federales	Porcentaje	FRED

continúa...

...continuación Cuadro A.1.

Variable	Nombre	Unidad	Fuente
<b>Bloque precios</b>			
$p^*$	Índice de precios al consumidor para todos los consumidores urbanos: todos los artículos menos alimentos y energía (Energy, FRED)	Index 1982-1984 = 100	FRED
$p^{WTI}$	Precios del petróleo crudo: West Texas Intermediate (WTI) - Cushing, Oklahoma	Dólares por barril	FRED

Fuente: elaboración propia.

Cuadro A.2. Prueba de raíces unitarias para variables seleccionadas del modelo SES

Variable	Modelo			Orden de cointegración
	Con intercepto	Tendencia e intercepto	Ninguno	
$BCC_t$	-1.873	-1.861	-1.110	I(1)
$\Delta BCC_t$	-5.537***	-5.519***	-5.566***	I(0)
$BONO10_t$	-2.163	-1.781	-0.708	I(1)
$\Delta BONO10_t$	-8.498***	-8.665***	-8.537***	I(0)
$BPRIM_t$	-1.907	-2.399	-1.948**	I(1)
$\Delta BPRIM_t$	-11.507***	-11.459***	-11.552***	I(0)
$Cetes_t$	-3.669***	-3.226*	-2.337**	I(0)
$\Delta Cetes_t$	-3.950***	-4.317***	-3.831***	I(0)
$LCRED_t$	-3.054**	-2.952	2.290**	I(0)
$\Delta LCRED_t$	-3.743***	-4.588***	-2.736***	I(0)
$LC_t$	-2.057	-3.853**	2.297	I(1)

continúa...

Variable	Modelo			Orden de cointegración
	Con intercepto	Tendencia e intercepto	Ninguno	
$\Delta LC_t$	-11.273***	-11.304***	-10.808***	I(0)
$LE_t$	-1.467	-2.909	1.305	I(1)
$\Delta LE_t$	-10.518***	-10.501***	-10.359***	I(0)
$Le_t$	-2.057	-3.048	0.046	I(1)
$\Delta Le_t$	-10.650***	-10.634***	-10.696***	I(0)
$LGG_t$	-2.148	-1.456	1.651	I(1)
$\Delta LGG_t$	-8.323***	-8.530***	-8.091***	I(0)
$LIP_t$	-1.727	-3.253*	1.363	I(1)
$\Delta LIP_t$	-10.585***	-10.540***	-10.478***	I(0)
$j_t$	-3.154**	-4.161***	-1.004	I(0)
$\Delta j_t$	-3.283**	-3.277**	-3.302**	I(0)
$j_t^*$	-2.911**	-2.874	-1.927*	I(0)
$\Delta j_t^*$	-4.869***	-4.928***	-4.885***	I(0)
$LL_t$	-0.695	-2.652	3.133	I(1)
$\Delta LL_t$	-5.305***	-5.290***	-4.122***	I(0)
$LM_t$	-2.509	-4.173***	2.828	I(1)
$\Delta LM_t$	-8.380***	-8.488***	-8.738***	I(0)
$\pi_t$	-3.711***	-3.850**	-1.708*	I(0)
$\Delta \pi_t$	-4.699***	-4.798***	-4.742	I(0)
$L\rho_t$	-0.751	-5.643***	1.780	I(1)
$\Delta L\rho_t$	-3.217**	-3.068	-1.922*	I(0)
$L\rho_t^*$	1.459	-0.566	2.700	I(1)
$\Delta L\rho_t^*$	-2.774*	-3.174*	-0.951	I(0)
$L\rho_t^{***}$	0.365	-2.148	1.760	I(1)
$\Delta L\rho_t^{***}$	-8.472***	-8.686***	-5.252***	I(0)

continúa...

...continuación Cuadro A.2.

Variable	Modelo			Orden de cointegración
	Con intercepto	Tendencia e intercepto	Ninguno	
$R_t^{BOND10}$	-2.299	-2.002	-0.752	I(1)
$\Delta R_t^{BOND10}$	-10.495***	-10.632***	-10.552***	I(0)
$R_t^{Cetes}$	-4.724***	-2.900	-2.073**	I(1)
$\Delta R_t^{Cetes}$	-5.934***	-6.071***	-5.969***	I(0)
$r_t$	-3.253**	-3.742**	-0.343	I(0)
$\Delta r_t$	-4.932***	-5.086***	-4.954***	I(0)
$RFSP_t$	-0.883	-1.665	0.798	I(1)
$\Delta RFSP_t$	-14.568***	-14.458***	-14.395***	I(0)
$LU_t$	-1.019	-1.444	-0.681	I(1)
$\Delta LU_t$	-7.003	-7.140	-7.019	I(0)
$LW_t$	-1.639	-2.629	1.915	I(1)
$\Delta LW_t$	-3.209**	-3.308*	-2.510**	I(0)
$LX_t$	-1.304	-3.994**	2.749	I(1)
$\Delta LX_t$	-14.233***	-14.218***	-13.550***	I(0)
$XN_t$	-3.663***	-3.592**	-1.874*	I(0)
$\Delta XN_t$	-12.059***	-12.032***	-12.108***	I(0)
$LY_t$	-1.784	-4.616***	2.150	I(1)
$\Delta LY_t$	-12.832***	-12.821	-12.442***	I(0)
$LY_{tUS}$	-1.085	-3.351*	5.134	I(1)
$\Delta LY_{tUS}$	-12.401***	-12.379***	-10.018***	I(0)

Notas:  $\Delta$  indica la primera diferencia y  $L$  una transformación logarítmica.

El valor crítico de la prueba  $t$  asociada con la prueba de raíz unitaria ADF al 1 % de significancia es  $-3.48$ , al 5 % de significancia es  $-2.88$  y al 10 % de significancia es  $-2.58$ . La significancia estadística se indica en el cuadro con \*\*\* al 1 %, \*\* al 5 % y \* al 10 %. Usamos el criterio Akaike para seleccionar el número máximo de rezagos con datos desde 1997Q1 a 2025Q1.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro A.3. Prueba de cointegración de Engle y Granger para las ecuaciones del SES

Variable	Sin constante	P	¿Existe una relación de cointegración?
Ecuación de consumo privado (3.2): $-0.474\varepsilon_{t-1}^C$	-4.972386***	0.0001	Sí
Ecuación de la inversión privada (3.3): $-0.134\varepsilon_{t-1}^{IP}$	-2.239457**	0.0252	Sí
Ecuación de las exportaciones (3.4): $-0.021\varepsilon_{t-1}^X$	-2.397584**	0.0166	Sí
Ecuación de las importaciones (3.5): $-0.140\varepsilon_{t-1}^M$	-3.441379***	0.0007	Sí
Ecuación de la inflación (3.6): $-0.139\varepsilon_{t-1}^\pi$	-2.818845***	0.0054	Sí
Ecuación de la tasa de interés (3.7): $-0.128\varepsilon_{t-1}^i$	-3.671931***	0.0004	Sí
Ecuación del crédito (3.8): $-0.001\varepsilon_{t-1}^{CRED}$	-1.855590*	0.0609	Sí
Ecuación del tipo de cambio nominal (3.12): $-0.160\varepsilon_{t-1}^E$	-10.80404***	0.0000	Sí
Ecuación de la tasa de interés Cetes 91 días (3.13): $-0.331\varepsilon_{t-1}^{Cetes}$	-2.100683**	0.0351	Sí
Ecuación de la tasa de interés de Bonos 10 años (3.14): $-0.125\varepsilon_{t-1}^{BONO10}$	-2.847825***	0.0048	Sí
Ecuación de la Balanza de Pagos Cuenta Corriente (3.20): $-0.313\varepsilon_{t-1}^{BCC}$	-3.926930***	0.0001	Sí

continúa...

...continuación Cuadro A.3.

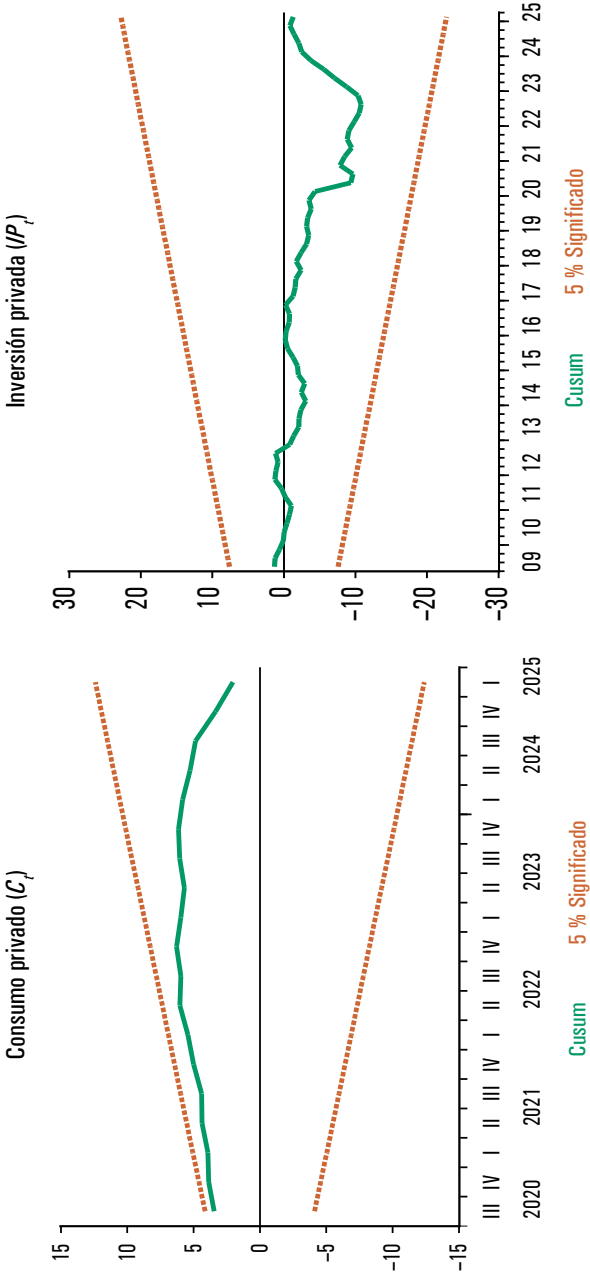
Variable	Sin constante	P	¿Existe una relación de cointegración?
Ecuación de los Requerimientos Financieros del Sector Público (3.21): $-1.010\epsilon_{t-1}^{RFSP}$	-1.636283 *	0.0956	Sí
Ecuación del Balance Primario (3.22): $-0.117\epsilon_{t-1}^{BPRIM}$	-2.381816 **	0.0173	Sí

Notas: estas pruebas se realizaron con base en el procedimiento de cointegración de Engle y Granger [1987] uniecuacional. La prueba consiste en correr la regresión simple de la variable dependiente y sus variables independientes, guardar el vector de residuales y aplicar una prueba de raíz unitaria al mismo. Esta prueba se realizó para cada una de las ecuaciones del SES en las que se encontró cointegración.

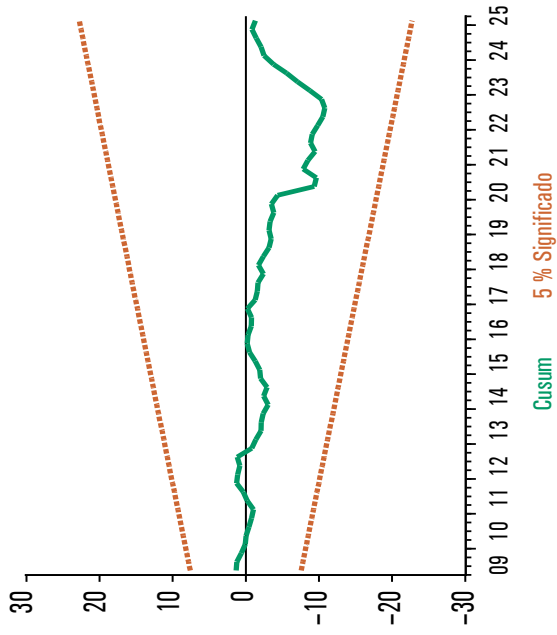
El valor crítico de  $t$  asociada con la prueba de raíz unitaria ADF al 1 % de significancia es  $-2.59$ , al 5 % de significancia es  $-1.94$  y al 10 % de significancia es  $-1.61$ . La significancia estadística se indica en la tabla con \*\*\* al 1 %, \*\* al 5 % y \* al 10 por ciento.

Fuente: elaboración propia.

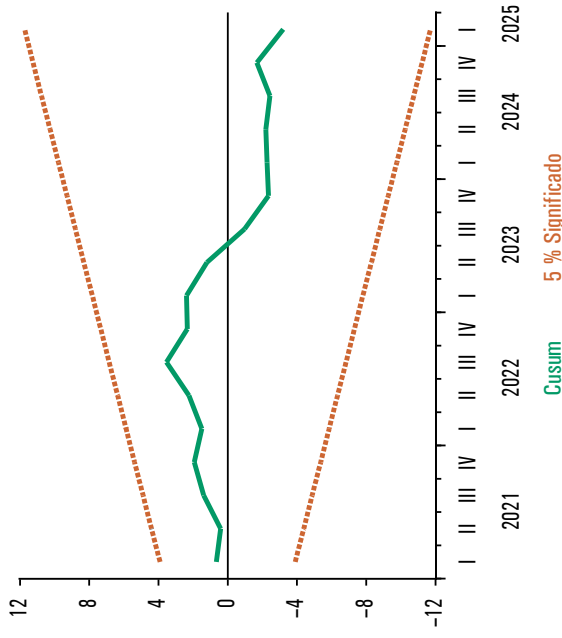
Gráfica A.1. Pruebas de cambio estructural (Cusum)



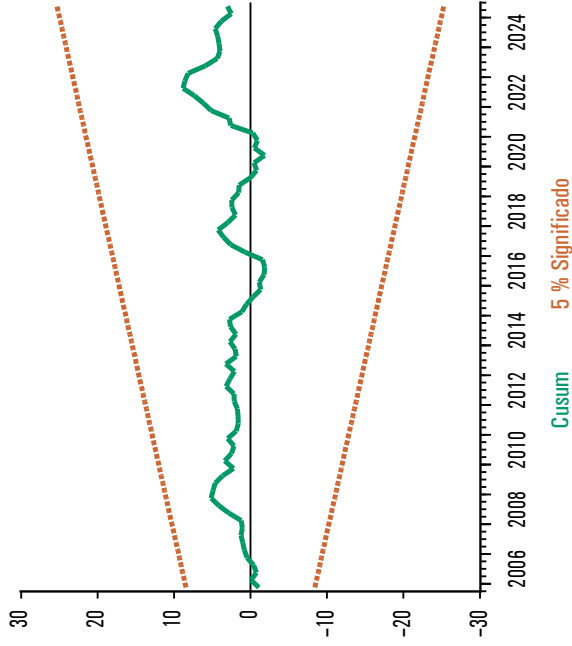
Exportaciones ( $X_t$ )



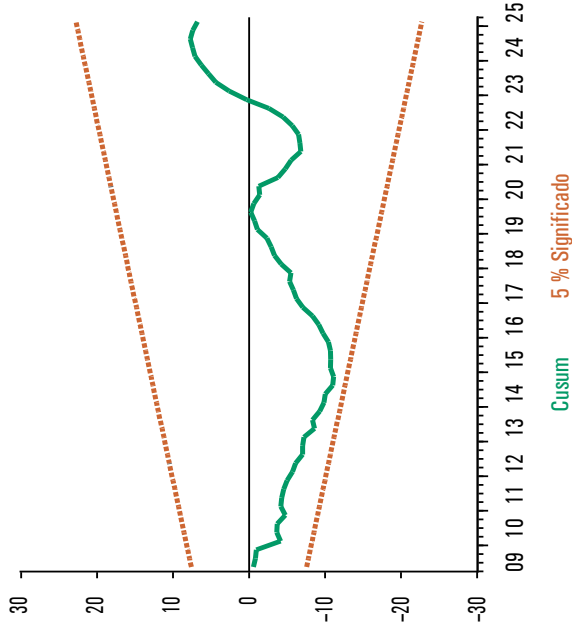
Importaciones ( $M_t$ )



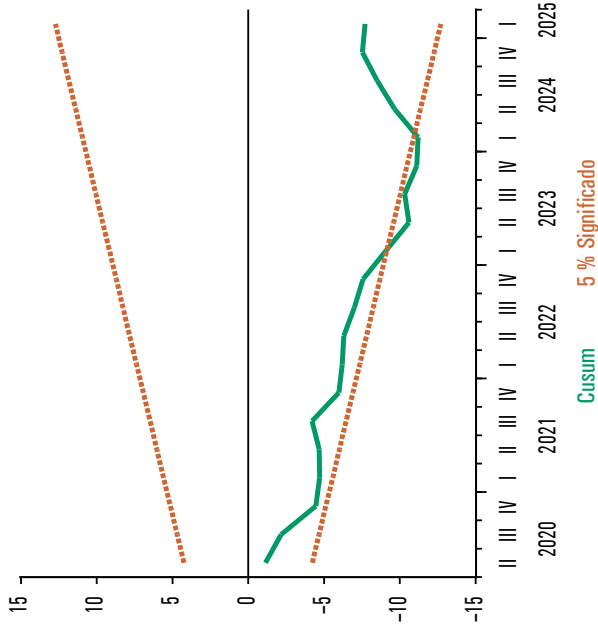
Inflación ( $\pi_t$ )



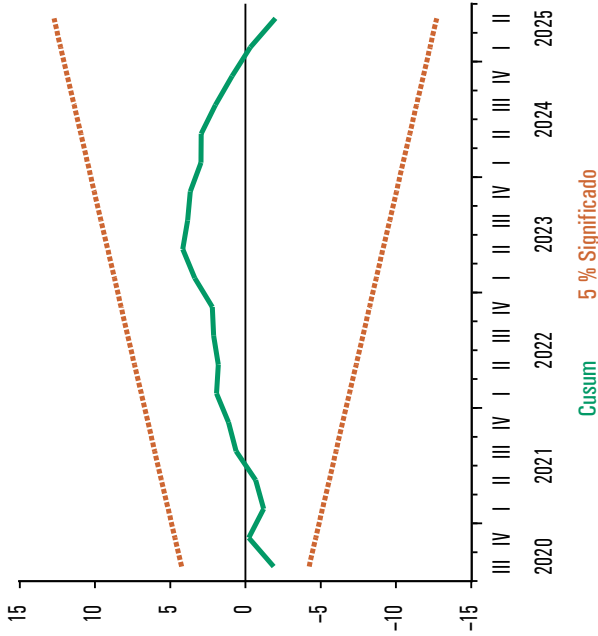
Tasa de interés nominal ( $i_t$ )



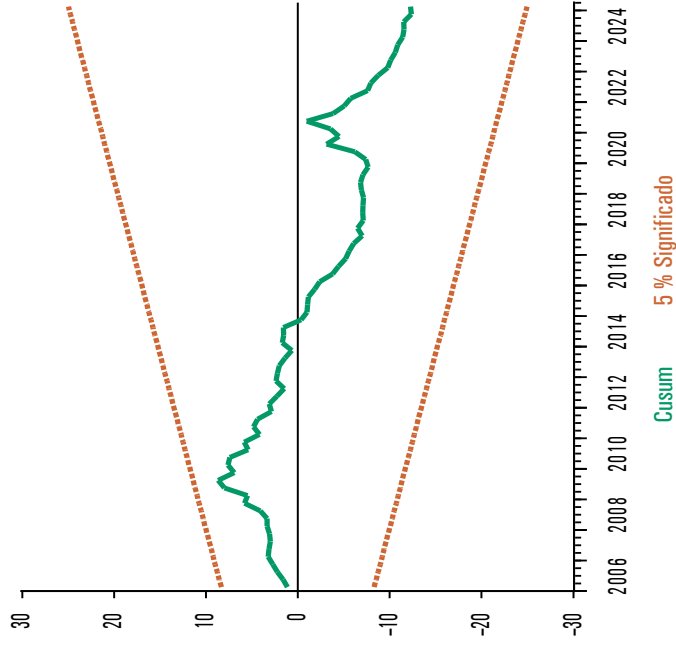
Tipo de cambio nominal ( $E_t$ )



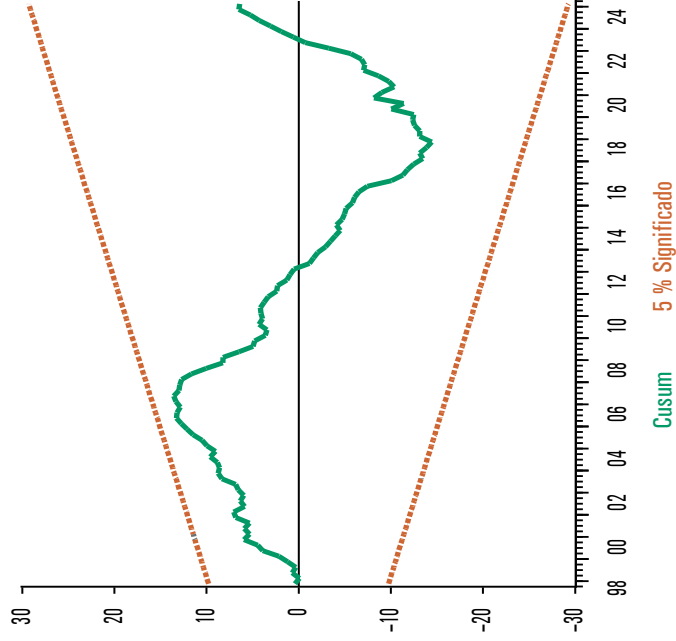
Empleo ( $L_t$ )



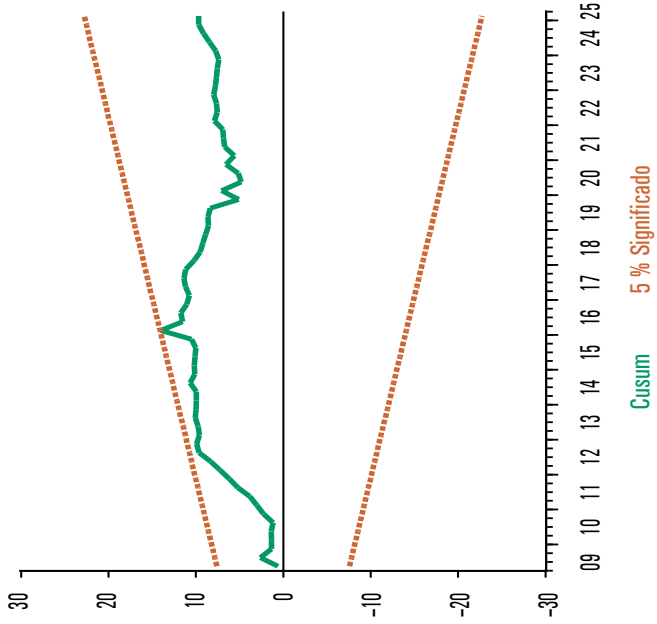
Tasa de desocupación ( $U_t$ )



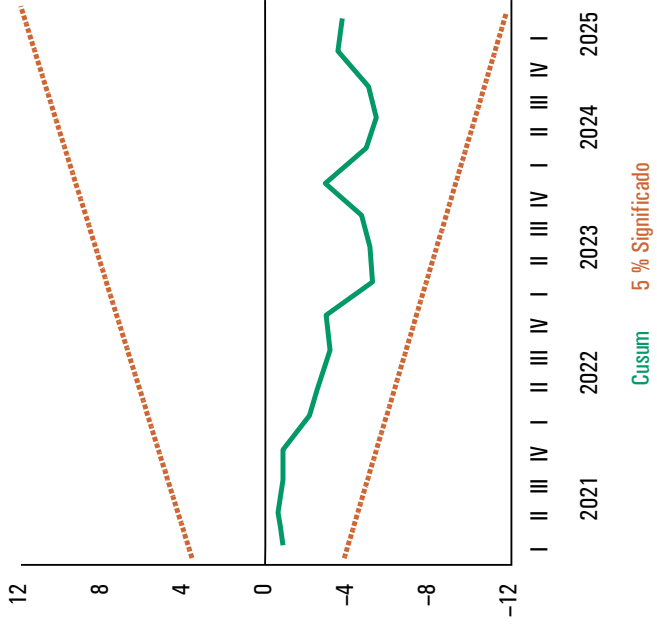
Salario real ( $W_t$ )



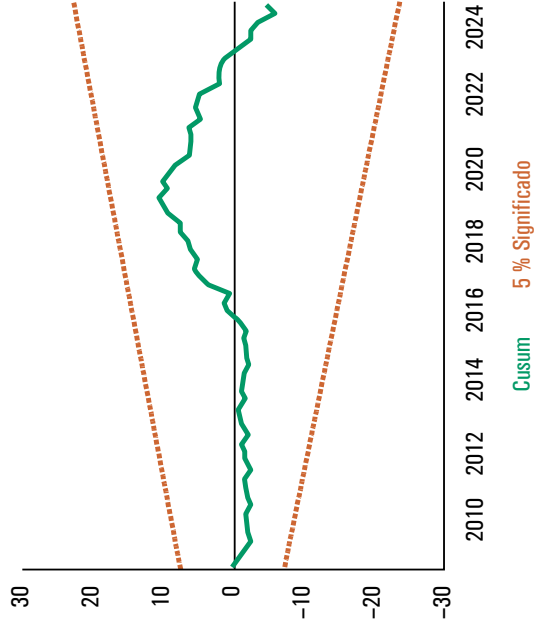
Crédito al consumo real ( $CRED_t$ )



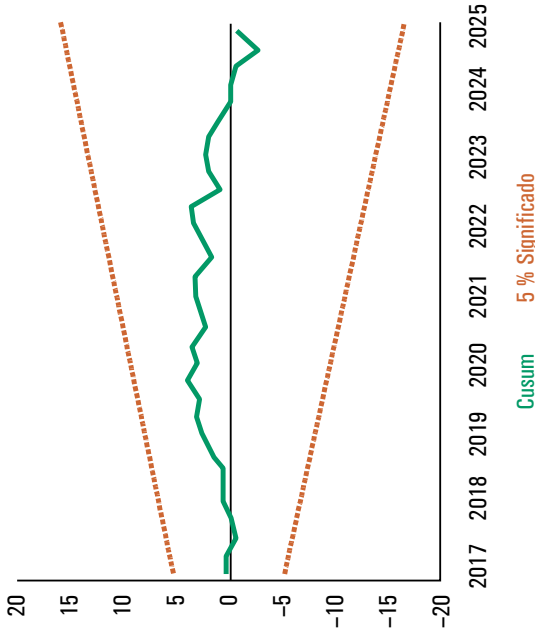
Balanza cuenta corriente ( $BCC_t$ )



Requerimientos financieros del sector público (RFSP<sub>t</sub>)



Balance primario (BPRM<sub>t</sub>)



Fuente: elaboración propia con datos del modelo ses.

Cuadro A.4. Error porcentual medio absoluto (MAPE) de las ecuaciones estimadas

Ecuación	Variable dependiente	MAPE (%)
( 3.2 )	Consumo privado real ( $C_t$ )	1.87
( 3.3 )	Inversión privada real ( $IP_t$ )	1.76
( 3.4 )	Exportaciones reales ( $X_t$ )	1.15
( 3.5 )	Importaciones reales ( $M_t$ )	3.78
( 3.6 )	Inflación ( $\pi_t$ )	8.00
( 3.7 )	Tasa de política monetaria ( $i_t$ )	3.39
( 3.8 )	Crédito al consumo real ( $CRED_t$ )	0.06
( 3.9 )	Salario real ( $W_t$ )	0.07
(3.10)	Empleo ( $L_t$ )	0.92
(3.11)	Tasa de desempleo ( $U_t$ )	0.57
(3.12)	Tipo de cambio nominal ( $E_t$ )	0.75
(3.13)	Tasa de interés Cetes a 91 días ( $CETES_t$ )	2.52
(3.14)	Tasa de interés Bono 10 años ( $BONO10_t$ )	1.80

Nota: los estadísticos MAPE de las ecuaciones que integran al SES resultaron muy pequeños. Un valor de MAPE bajo indica mayor precisión predictiva.

Fuente: elaboración propia con datos del SES.

## BIBLIOGRAFÍA

- Afonso, A., J. Alves y J. C. Coelho [2025], “Determinants of the degree of fiscal sustainability”, *International Journal of Finance & Economics*, Hoboken, Wiley, 30(2): 1 190-1 205, <<https://doi.org/10.1002/ijfe.2960>>.
- Afonso, A., y J. C. Coelho [2024], “Fiscal sustainability, fiscal reactions, pitfalls and determinants”, *Applied Economics*, Londres, Taylor and Francis, 57(26): 3 560-3 571, <<https://doi.org/10.1080/00036846.2024.2337808>>.
- Baltagi, B. H. [2021], “Simultaneous equations with error components”, *Econometric Analysis of Panel Data*, Cham, Springer (Springer Texts in Business and Economics): 157-186, <[https://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5_7)>.
- Banco de México (Banxico) [2025a], “Sistema de información económica”, Banxico, consultado el 28 de agosto de 2025, <<https://www.banxico.org.mx/SieInternet/>>.
- Banco de México (Banxico) [2025b], “La balanza de pagos en el primer trimestre de 2025”, Banxico, <<https://goo.su/PoqArvU>>.
- Banco de México (Banxico) [2025c], “Monetary police statement”, Banxico, <<https://goo.su/WYd7jT>>.
- Banco de México (Banxico) [2025d], “Tasas de interés en el mercado de dinero (Serie histórica CF101)”, Sistema de Información Económica (SIE), consultado el 5 de septiembre de 2025, <<https://goo.su/qVheUGf>>.
- Banco de México (Banxico) [2016], “Cambios recientes en el mecanismo de transmisión de la política monetaria en México (Extracto del Informe Trimestral Enero-Marzo 2016, Recuadro 2, pp. 47-52)”, México, Banxico.

- Banco Mundial [2025], “Global economic prospects. June 2025”, World Bank Group, <<http://bit.ly/45U9eF0>>.
- Banerjee, A. y Hendry, D. F. [1992], “Testing integration and cointegration: an overview”, *Oxford Bulletin of Economics & Statistics* 54(3): 225-255, disponible en <<https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1992.tb00001.x>>.
- Beckmann, J., y R. L. Czudaj [2025], “Fundamental determinants of exchange rate expectations”, *International Journal of Forecasting*, Ámsterdam, Elsevier, 41(3): 1 003-1 021, <<https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2024.09.004>>.
- Beckmann, J., R. Czudaj y V. Arora [2017], “The relationship between oil prices and exchange rates: Theory and evidence”, Washington, U.S. Department of Energy (Working Paper Series), <<https://goo.su/XUDcNt>>.
- Bernanke, B., y F. Mishkin [1997], “Inflation targeting: A new framework for monetary policy”, *Journal of Economic Perspectives*, Nashville, American Economic Association, 11(2): 97-116, <<https://doi.org/10.1257/jep.11.2.97>>.
- Blanchard, O. [1990], “Suggestions for a new set of fiscal indicators”, París, OECD (OECD Economics Department Working Paper, 79), <<https://doi.org/10.1787/435618162862>>.
- Blanchard, O. [2017], *Macroeconomía*, 7a ed., Madrid, Pearson.
- Brandao-Marques, L., M. Casiraghi, G. Gelos, O. Harrison y G. Kamber [2024], “Is high debt Constraining monetary policy? Evidence from inflation expectations”, *Journal of International Money and Finance*, Ámsterdam, Elsevier, 149:103206,<<https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2024.103206>>.
- Brayton, F. [2011], “Two practical algorithms for solving rational expectations models”, Washington, Federal Reserve Board (Finance and Economics Discussion Series, 2011-44).
- Buono, I., y S. Formai [2018], “New evidence on the evolution of the anchoring of inflation expectations”, *Journal of Macroeconomics*, Ámsterdam, Elsevier, 57: 39-54, <<https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2018.04.003>>.

- Cámara de Diputados, Centro de Estudios de las Finanzas Públicas [2025], “Aplicación de aranceles de 25% a exportaciones de automóviles y autopartes con destino a EUA”, [Nota Informativa], 4 de abril de 2025, <<https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/nota/2025/notacefp0482025.pdf>>.
- Carlin, W., y D. Soskice [2024], *Macroeconomics: Institutions, instability and inequality*, Oxford, Oxford University Press.
- Carvalho, C., E. Eusepi, E. Moench y B. Preston [2023], “Anchored Inflation Expectations”, *American Economic Journal: Macroeconomics*, Nashville, American Economic Association, 15(1): 1-47, <doi:10.1257/mac.20200080>.
- Castillo Maldonado, C. E. [2012], “Un modelo macroeconómico para Guatemala estimado por métodos bayesianos”, Guatemala, Banco de Guatemala (Documentos de Trabajo, 124).
- Castle, J., J. A. Doornik y D. Hendry [2021], “Selecting a Model for Forecasting”, *Econometrics*, Basilea, MDPI, 9(3): 26, <<https://doi.org/10.3390/econometrics9030026>>.
- Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (Conasami) [2025], “El pacto del salario mínimo en la pobreza durante el periodo 2018-2024. Working paper Agosto 2025”, México, Conasami, <<https://goo.su/WgaLrn>>.
- Do, H. P., y A. Spanos [2024], “Revisiting the Phillips Curve: The empirical relationship yet to be validated”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Hoboken, Wiley, 86(4): 761-793, <<https://doi.org/10.1111/obes.12605>>.
- Enders, W. [2014], *Applied econometric time series*, 4a ed., Hoboken, John Wiley & Sons.
- Engle, R. F., y D. F. Hendry [1993], “Testing super exogeneity and invariance in regression models”, *Journal of Econometrics*, Ámsterdam, Elsevier, 56: 119-139 [reeditado en N. R. Ericsson y J. S. Irons (eds.), *Testing Exogeneity*, Oxford, Oxford University Press: 93-120, 1994].
- Engle, R. F., y C. W. J. Granger [1987], “Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing”,

- Econometrica*, Nueva York, Econometric Society, 55(2): 251-276, <<https://doi.org/10.2307/1913236>>.
- Engle, R. F., D. F. Hendry y J. F. Richard [1983], “Exogeneity”, *Econometrica*, Nueva York, Econometric Society, 51: 277-304 [reeditado en D. F. Hendry, *Econometrics: Alchemy or Science?*, Oxford, Blackwell, 1993; Oxford University Press, 2000; N. R. Ericsson y J. S. Irons (eds.), *Testing Exogeneity*, Oxford, Oxford University Press: 39-70, 1994; J. Campos, N. R. Ericsson y D. F. Hendry (eds.), *General to Specific Modelling*, Cheltenham, Edward Elgar, 2005].
- Favero, C., y D. F. Hendry [1992], “Testing the Lucas critique: A review”, *Econometric Reviews*, Londres, Taylor and Francis, 11: 265-306.
- Federal Reserve Bank of St. Louis (FED of St. Louis) [2025a], “The Fed and the Dual Mandate”, Federal Reserve Bank of St. Louis, <<https://goo.su/XprW>>.
- Federal Reserve Bank of St. Louis (FED of St. Louis) [2025b], “FRED”, Federal Reserve Bank of St. Louis, consultado el 28 de agosto de 2025, <<https://fred.stlouisfed.org/>>.
- Fondo Monetario Internacional (FMI) [2025], “Download entire World Economic Outlook database: April 2025”, International Monetary Fund, consultado el 28 de agosto de 2025, <<https://tinyurl.com/52b3vnfj>>.
- Fondo Monetario Internacional (FMI) [2024], “Download entire World Economic Outlook database: April 2021”, International Monetary Fund, consultado el 28 de agosto de 2025, <<https://tinyurl.com/mtvckzs6>>.
- Fondo Monetario Internacional (FMI) [2023], “Download entire World Economic Outlook database: April 2023”, International Monetary Fund, consultado el 28 de agosto de 2025, <<https://tinyurl.com/ee66y7ue>>.
- Fondo Monetario Internacional (FMI) [2022], “Download entire World Economic Outlook database: April 2022”, International Monetary Fund, consultado el 28 de agosto de 2025, <<https://tinyurl.com/4n5sp34f>>.

- Fuchs, F. U. [2022], “Macroeconomic determinants of foreign exchange rate exposure”, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Ámsterdam, Elsevier, 85: 77-102, <<https://doi.org/10.1016/j.qref.2020.10.022>>.
- Gelbard, E., y J. Nagayasu [2004], “Determinants of Angola’s real exchange rate, 1992-2002”, *The Developing Economies*, Hoboken, Wiley, 42(3): 392-404, <<https://doi.org/10.1111/j.1746-1049.2004.tb00944.x>>.
- Gobierno de México [2025, 3 de febrero], “Presidenta de México: Aranceles se pausan un mes; se establecerán mesas de trabajo con el gobierno de EUA en materia de seguridad y comercio”, Presidencia de la República, <<https://www.gob.mx/presidencia/prensa/presidenta-de-mexico-aran-celes-se-pausan-un-mes-se-estableceran-mesas-de-trabajo-con-el-gobierno-de-eua-en-materia-de-seguridad-y-comercio>>.
- Granger, C. W. J. [1969], “Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods”, *Econometrica*, New Haven, The Econometric Society, 37(3): 424-438, <<https://doi.org/10.2307/1912791>>.
- Granger, C. W. J., y P. Newbold [1976], “Forecasting transformed series”, *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, Oxford, Oxford University Press, 38(2): 189-203, <<https://www.jstor.org/stable/2985025>>.
- Granger, C. W. J., y P. Newbold [1974], “Spurious regressions in econometrics”, *Journal of Econometrics*, Ámsterdam, Elsevier, 2(2): 111-120, <[https://doi.org/10.1016/0304-4076\(74\)90034-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(74)90034-7)>.
- Greene, W. H. [2019], *Econometric Analysis*, 8a ed., Upper Saddle River, Pearson.
- Haavelmo, T. [1943], “The statistical implications of a system of simultaneous equations”, *Econometrica*, New Haven, The Econometric Society, 11(1): 1-12, <<https://doi.org/10.2307/1905714>>.

- Hamilton, J. D. [1989], “A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle”, *Econometrica*, New Haven, The Econometric Society, 57(2): 357-384, <<https://doi.org/10.2307/1912559>>.
- Han, S. [2020], “Nonparametric estimation of triangular simultaneous equations models under weak identification”, *Quantitative Economics*, New Haven, The Econometric Society, 11(1): 161-202, <<https://doi.org/10.3982/QE975>>.
- Heath, J. [2012], *Lo que indican los indicadores: Cómo utilizar la información estadística para entender la realidad económica de México*, Aguascalientes, Inegi.
- Hendry, D. F. [2024], “A brief history of general-to-specific modelling”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Hoboken, Wiley, 86: 1-20, <<https://doi.org/10.1111/obes.12578>>.
- Hendry, D. F., A. J. Neale y F. Srba [1988], “Econometric analysis of small linear systems using Pc-Fiml”, *Journal of Econometrics*, Ámsterdam, Elsevier, 38(2): 203-226, <[https://doi.org/10.1016/0304-4076\(88\)90040-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(88)90040-5)>.
- Hendry, D. F., A. Spanos y N. R. Ericsson [1989], “The contributions to econometrics in Trygve Haavelmo’s the probability approach in econometrics”, *Sosialøkonomen*, Oslo, Norske Sosialøkonomers Forening, 43(11): 12-17.
- Hendry, D. F., y G. E. Mizon [1993], “Evaluating dynamic econometric models by encompassing the VAR”, P. C. B. Phillips (eds.), *Models, methods and applications of econometrics*, Cambridge, Basil Blackwell: 272-300.
- Hendry, D. F., y J. A. Doornik [1994], “Modelling linear dynamic econometric systems”, *Scottish Journal of Political Economy*, Hoboken, Wiley, 41(1): 1-33, <<https://doi.org/10.1111/j.1467-9485.1994.tb00295.x>>.
- Imai, K., L. Keele, D. Tingley y T. Yamamoto [2011], “Unpacking the black box of causality: Learning about causal mechanisms from experimental and observational

- studies”, *American Political Science Review*, 105(4): 765-789, <<https://doi.org/10.1017/S0003055411000414>>.
- Imbens, G. W., y W. K. Newey [2002], “Identification and estimation of triangular simultaneous equations models without additivity”, Cambridge, National Bureau of Economic Research (Technical Working Paper, 285), <<http://www.nber.org/papers/T0285>>.
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) [2025], “Puestos de trabajo afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social (Comunicado No. 393/2025)”, IMSS, <<https://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/202508/393>>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) [2025], “Banco de Información Económica (BIE)”, Inegi, consultado el 28 de agosto de 2025, <<https://tinyurl.com/2p6jye5f>>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) [2024], “Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF) 2024. Principales resultados”, Aguascalientes, Inegi-Comisión Nacional Bancaria y de Valores, <<https://tinyurl.com/yscjytcn>>.
- Johansen, S. [1992a], “Cointegration in partial systems and the efficiency of single-equation analysis”, *Journal of Econometrics*, Ámsterdam, Elsevier, 52(3): 389-402, <[https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90019-N](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90019-N)>.
- Johansen, S. [1992b], “Testing weak exogeneity and the order of cointegration in UK money demand”, *Journal of Policy Modeling*, Ámsterdam, Elsevier, 14(3): 313-334, <[https://doi.org/10.1016/0161-8938\(92\)90002-T](https://doi.org/10.1016/0161-8938(92)90002-T)>.
- Judge, G., R. Hill, W. Griffiths, H. Lütkepohl y T. Lee [1998], *Introduction to the theory and practice of econometrics*, 2a ed., Nueva York, John Wiley & Sons.
- Klein, L. R. [1950], “Economic fluctuations in the United States, 1921-1941”, Nueva York, John Wiley & Sons (Cowles Commission Monograph, 11), <<https://cowles.yale.edu/sites/default/files/2022-09/m11-all.pdf>>.

- Klein, L. R. [1947], “The use of econometric models as a guide to economic policy”, *Econometrica*, New Haven, The Econometric Society, 15(2): 93-108, <<https://www.jstor.org/stable/1907067>>.
- Klein, L. R., y A. S. Goldberger [1955], *An econometric model of the United States, 1929-1952*, Ámsterdam, North-Holland, <<https://archive.org/details/econometricmodel0000lrkl/page/n2/mode/1up>>.
- Koopmans, T. C. (ed.) [1950], “Statistical inference in dynamic economic models”, Nueva York, John Wiley & Sons (Cowles Commission Monograph, 10), <<https://cowles.yale.edu/sites/default/files/2022-09/m10-all.pdf>>.
- Kydland, F. E., y E. C. Prescott [1977], “Rules rather than discretion: The inconsistency of optimal plans”, *Journal of Political Economy*, Chicago, The University of Chicago Press, 85(3): 473-492, <<https://doi.org/10.1086/260580>>.
- Landolfo, L. [2008], “Assessing the sustainability of fiscal policies: Empirical evidence from the Euro Area and the United States”, *Journal of Applied Economics*, Londres, Taylor and Francis, 11(2): 305-326, <<https://doi.org/10.1080/15140326.2008.12040509>>.
- Low, H., y C. Meghir [2017], “The use of structural models in econometrics”, *Journal of Economic Perspectives*, Nashville, American Economic Association, 31: 33-58, <<https://doi.org/10.1257/JEP.31.2.33>>.
- Lucas, R. E. [1972], “Expectations and the neutrality of money”, *Journal of Economic Theory*, Ámsterdam, Elsevier, 4(2): 103-124, <[https://doi.org/10.1016/0022-0531\(72\)90142-1](https://doi.org/10.1016/0022-0531(72)90142-1)>.
- Maddala, G. S. [1992], *Introduction to econometrics*, 2a ed., Nueva York, MacMillan, <<https://goo.su/MBkcljj>>.
- Mankiw, N. G. [2012], *Principios de economía*, 6a ed., México, Cengage Learning.
- Marín-Rodríguez, N. J., J. D. González-Ruiz y S. Botero [2023], “Assessing fiscal sustainability in the landscape

- of economics research”, *Economies*, Basilea, MDPI, 11(12): 300, <<https://doi.org/10.3390/economies11120300>>.
- Matzkin, R. L. [2008], “Identification in nonparametric simultaneous equations models”, *Econometrica*, New Haven, The Econometric Society, 76(5): 945-978, <<https://doi.org/10.3982/ECTA5940>>.
- Mizon, G. E. [1995], “Modelado progresivo de series temporales macroeconómicas: la metodología LSE, K. D. Hoover (ed.), *Macroeconometrics: developments, tensions, and prospects*, Dordrecht, Springer (Recent Economic Thought Series, 46): 107-180, <[https://doi.org/10.1007/978-94-011-0669-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-011-0669-6_4)>.
- Oficina del Representante Comercial de Estados Unidos [2025], “Mexico”, Office of the United States Trade Representative, <<https://ustr.gov/countries-regions/americas/mexico>>.
- Oficina Ejecutiva del Presidente [2025], “Regulating imports with a reciprocal tariff to rectify trade practices that contribute to large and persistent annual United States goods trade deficits [Executive Order No. 14257]”, *Federal Register*, 90(67): 15 041-15 063, 7 de abril, <<https://goosuu/EDxTAy>>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) [2025], “Economic Outlook 117”, OECD Data Explorer, consultado el 28 de agosto de 2025, <<https://tinyurl.com/yccxm3mu>>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) [2024], “Economic Outlook 115”, OECD Data Explorer, consultado el 28 de agosto de 2025, <<https://tinyurl.com/u97nr9wm>>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) [2023], “Economic Outlook N. 113-June 2023”, OECD Data Explorer-Archive, consultado el 28 de agosto de 2025, <<https://tinyurl.com/fp6b4ery>>.

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) [2022], “Economic Outlook N. 111-June 2022”, OECD Data Explorer-Archive, consultado el 28 de agosto de 2025, <<https://tinyurl.com/3ys9dcex>>.
- Owen, P. [2018], “Replication to assess statistical adequacy”, *Economics*, Berlín, De Gruyter, 12(1): 20180060, <<https://doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2018-60>>.
- Pesaran, M. H., y R. Smith [1995], “The role of theory in econometrics”, *Journal of Econometrics*, Ámsterdam, Elsevier, 67(1): 61-79, <[https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01627-C](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01627-C)>.
- Rogoff, K. [1996], “The purchasing power parity puzzle”, *Journal of Economic Literature*, Nashville, American Economic Association, 34(2): 647-668, <<https://www.jstor.org/stable/2729217>>.
- Sánchez, A., e I. Perrotini [2020], “Precio del petróleo, los fundamentales y el tipo de cambio en México”, *Panorama Económico*, México, IPN, 15(1): 7-26.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) [2025], “Pre-Criterios 2026”, México, SCHP, <<https://goo.su/rz1FgBW>>.
- Seddighi, H. [2012], *Introductory Econometrics: A Practical Approach*, 2a ed., Londres, Routledge, <<https://doi.org/10.4324/9780203157688>>.
- Sims, C. A. [1980], “Macroeconomics and reality”, *Econometrica*, New Haven, The Econometric Society, 48(1): 1-48, <<https://doi.org/10.2307/1912017>>.
- Spanos, A. [2025], “Statistical inference: Overview”, M. Lovric (ed.), *International Encyclopedia of Statistical Science*, Berlín, Springer: 2 495-2 503, <[https://doi.org/10.1007/978-3-662-69359-9\\_609](https://doi.org/10.1007/978-3-662-69359-9_609)>.
- Spanos, A. [2021], “Methodology of macroeconometrics”, Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance, <<https://goo.su/fiuoUoT>>.

- Spanos, A. [2019], *Probability theory and statistical inference: empirical modeling with observational data*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Spanos, A. [2015], “Revisiting Haavelmo’s structural econometrics: Bridging the gap between theory and data”, *Journal of Economic Methodology*, Londres, Taylor and Francis, 22(2): 171-196, <<https://doi.org/10.1080/1350178X.2015.1035946>>.
- Spanos, A. [2010], “Statistical adequacy and the trustworthiness of empirical evidence: Statistical vs. substantive information”, *Economic Modelling*, Ámsterdam, Elsevier, 27(6): 1 436-1 452, <<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2010.07.007>>.
- Spanos, A. [2003], “Notes on the vector autogressive model”, ms.
- Spanos, A. [1999], *Probability and statistical inference econometric modeling with observational data*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Spanos, A. [1990], “The simultaneous-equations model revisited: Statistical adequacy and identification”, *Journal of Econometrics*, Ámsterdam, Elsevier, 44(1-2): 87-105, <[https://doi.org/10.1016/0304-4076\(90\)90074-4](https://doi.org/10.1016/0304-4076(90)90074-4)>.
- Spanos, A. [1989], “Early empirical findings on the consumption function, stylized facts or fiction: A retrospective view”, *Oxford Economic Papers*, Oxford, Oxford University Press, 41(1): 150-169.
- Spanos, A. [1986], *Statistical foundations of econometric modeling*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Spanos, A., y N. Papadopoulou [2013], “A small macroeconomic model for the Cyprus Economy”, Nicosia, Central Bank of Crypus (working paper series, 2013-02).
- Stock, J, y M. Watson [2017], “Twenty years of time series econometrics in ten pictures”, *Journal of Economic Perspectives*, Nashville, American Economic Association, 31: 59-86, <<https://doi.org/10.1257/JEP.31.2.59>>.

- Sukhanovaa, E. I., S. Y. Shirnaevaa y A. G. Mokronosov [2016], “Econometric models for forecasting of macroeconomic indices”, *International Journal of Environmental and Science Education*, Belgrado, Modestum, 11(16): 9 191-9 205, <<http://www.ijese.net/makale/1158.html>>.
- Talvi, E., y C. A. Végh [1998], “Fiscal policy sustainability: A basic framework”, Washington, Inter-American Development Bank (working paper, 107), <<https://doi.org/10.2139/ssrn.1814651>>.
- Taylor, J. B. [1999], “A historical analysis of monetary policy rules”, J. B. Taylor (ed.), *Monetary Policy Rules*, Chicago, University of Chicago Press: 319-348.
- Taylor, J. B. [1993], “Discretion versus policy rules in practice”, *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy*, Ámsterdam, Elsevier, 39: 195-214, <[doi:10.1016/0167-2231\(93\)90009-1](https://doi.org/10.1016/0167-2231(93)90009-1)>.
- Tinbergen, J. [1939], *Statistical Testing of business cycle theories*, vol I-II, Ginebra, League of Nations, <<https://repub.eur.nl/pub/14936/>>.
- Wooldridge, J. M. [2013], *Introductory econometrics. A modern approach*, 5a ed., Mason, South-Western, Cengage Learning, <[https://cbpbu.ac.in/userfiles/file/2020/STU-DY\\_MAT/ECO/2.pdf](https://cbpbu.ac.in/userfiles/file/2020/STU-DY_MAT/ECO/2.pdf)>.

## SEMBLANZA

Armando Sánchez Vargas es doctor y maestro en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), licenciado por la FES Acatlán de la UNAM, y Master of Arts in Economics por el Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia (Virginia Tech), Estados Unidos. Es investigador titular “C” adscrito al IIEc. Cuenta con la distinción de Pride nivel D y forma parte del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores nivel III. Sus líneas de investigación son macro-economía aplicada, pobreza y cambio climático, economía de la salud, y la inteligencia artificial y econometría. Fue Coordinador del Área de Análisis Macroeconómico Prospectivo del IIEc. Recibió el Premio Universidad Nacional en 2017 y el Reconocimiento Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos en 2011, ambos otorgados por la UNAM. Ha publicado artículos en revistas arbitradas e indexadas como *Climatic Change*, *Journal of International Money and Finance*, *GeoHealth*, *Frontiers in Public Health*, *International Journal of Leadership in Education*, y *Journal of Quantitative Economics*. Autor de capítulos en libros editoriales como Springer, Wiley y el Fondo de Cultura Económica. Realizó estancias de investigación y cursos en la Universidad de Cambridge, Berkeley, Brown y la Universidad de Pensilvania (Upenn). Ha impartido cursos en la Facultad de Economía, el Posgrado en Economía, IIEc, FES-Acatlán, en Estados Unidos, Francia, Alemania, Ecuador y Costa Rica. Ha dirigido tesis de doctorado, maestría, de especialidad y licenciatura. Actualmente es director del Instituto de Investigaciones Económicas (IIEc) de la UNAM.