



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MÉXICO**

FACULTAD DE ECONOMÍA



**EFFECTOS DEL GASTO PÚBLICO EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE LOS
ESTADOS DEL CENTRO DE MÉXICO, 1980-2012**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA:

KAREN THALIA SÁNCHEZ CASTAÑEDA

ASESOR

DR. EN E. PABLO MEJÍA REYES

REVISORES

Dra. EN E. REYNA VERGARA GONZÁLEZ

Dra. EN CEA. MARLEN R. REYES HERNÁNDEZ

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO

NOVIEMBRE 2015

AGRADECIMIENTOS

“Es importante adquirir el conocimiento de diferentes pensamientos, opiniones, puntos de vista. Si lo haces desde uno solo se vuelve rígido y tedioso. Si entiendes al resto, te ayudaran a ser más completo.”

DiMartino M. D. y B. Konietzko <IROH>

Le agradezco a Dios por haber terminado ésta etapa de mi vida.

A mi Mamá, mi más grande tesoro y apoyo, gracias por darme la oportunidad de estudiar, por guiarme y acompañarme en cada proyecto que he realizado. A mi Papá por darme la oportunidad de tomar nuevas experiencias y desempeñarme en mis estudios. Gracias a ambos por ayudarme a cumplir cada sueño y confiar siempre en mí, por nunca dejar que me rindiera. Nunca podré pagar todo su amor ni con la riqueza más grande del mundo, los amo mucho.

A mis hermanos y hermanita por confiar en mí, su apoyo y los momentos de distracción que me ayudaron a trabajar con más empeño. Gracias Daniel y Omar por siempre darme ánimos, Ilse por soportar mi carácter, Oscar por tenerme paciencia y Victor por aguantar mis bromas. El primero de muchos logros.

A mis queridos amigos: Gina, Lety, Max, Lau y Di por todo el tiempo que compartimos estudiando, trabajando en el CICE y por sus consejos, en especial a Gina por su ayuda en muchos ámbitos.

A mi familia y amigos por su apoyo en todo momento y soportarme en los momentos de estrés o cuando sólo hablaba de la tesis (gracias Susy).

Al Dr. Pablo Mejía Reyes por su paciencia y la orientación en esta tesis. Gracias Dr. por haberme dado la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo y aportar un mayor conocimiento a mi formación como economista.

A mis revisoras, la Dra. Reyna Vergara y la Dra. Marlen Reyes, gracias por su tiempo, paciencia y comentarios aportados a este documento.

Gracias a CONACYT por el apoyo en el proyecto que dio como uno de sus resultados el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE

Introducción	4
Capítulo 1. Crecimiento económico endógeno: Perspectiva teórica de un modelo con gasto público	11
1.1 El papel del Estado en la economía: visión del gasto público	11
1.2 Teoría del crecimiento económico	15
1.3 Modelo neoclásico de crecimiento de Solow-Swan	18
1.4 Modelo de crecimiento económico endógeno AK	25
1.5 Modelo AK extendido con gasto público	27
Capítulo 2. Aspectos metodológicos	31
2.1 Estacionariedad	31
2.2 Series no estacionarias	34
2.2.1 Tendencia	39
2.3 Prueba de raíces unitarias	41
2.3.1 Prueba Dickey-Fuller aumentada	41
2.3.2 Prueba Phillips-Perron	44
2.4 Prueba de cointegración	46
2.4.1 Prueba Engle-Granger	50
2.4.2 Prueba Gregory-Hansen	54
Capítulo 3. El impacto del gasto público en el crecimiento de México	58
3.1 Comportamiento de las variables en los estados del centro de México	58
3.1.1 Crecimiento económico. 1980-2012	59
3.1.2 Gasto público. 1980-2012	66
3.2 Gasto público y PIB per cápita en los estados	71
3.2.1 Pruebas de raíz unitaria	71
3.2.2 Cointegración y cambios estructurales	74
Conclusiones	88

Bibliografía	92
Anexos	100

Introducción

El análisis del crecimiento económico se relaciona con la identificación de sus determinantes en el largo plazo. Las variables que se usan para su medición son el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), el PIB *per cápita* y diversos indicadores de desarrollo económico, como los índices de desarrollo humano, de GINI y de precios, entre otros.

La importancia del crecimiento se basa en los efectos que tiene en una economía dependiendo de variaciones en su ritmo; es decir, diferencias sostenidas durante largos periodos generan divergencias marcadas en nivel de renta per cápita (Sala-i-Martin, 2000:3).

En los primeros modelos de crecimiento económico, atribuidos a Solow (1956) y Swan (1956), se explica el crecimiento por el cambio tecnológico exógeno partiendo de la dotación de factores como capital y trabajo. Los estudios posteriores de Romer (1986), Lucas (1988) y Rebelo (1991) tuvieron como objetivo la construcción de modelos en los que la tasa de crecimiento a largo plazo fuera positiva sin la necesidad de suponer que alguna variable del modelo, como la tecnología, creciera de manera exógena. Para ello eliminaron el supuesto de rendimientos decrecientes a través la introducción de externalidades o capital humano. De esta forma, se introducen factores como la eficiencia, el cambio tecnológico, las instituciones, la inversión privada y pública en capital físico, el capital humano (a través de la educación y servicios de salud), la investigación y desarrollo y apertura comercial, sin dejar de lado al gasto público, dando lugar a los modelos de crecimiento endógeno. El estudio de las variables antes mencionadas tiene como objetivo primordial analizar el efecto de los factores que determinan la tasa de crecimiento a largo plazo y las políticas que las pueden afectar.

En particular, la importancia del estudio de los componentes del gasto público y su relación con el crecimiento se basa en la posibilidad de que tengan efectos diferentes tanto a corto como a largo plazo. El efecto a corto plazo se ve reflejado

en el comportamiento de la demanda agregada dependiendo del objetivo con que se utiliza el gasto público. El efecto a largo plazo se ve reflejado en las repercusiones negativas sobre la inflación, la tasa de interés, el tipo de cambio y la balanza comercial cuando el gasto público no es acompañado de los ingresos tributarios correspondientes (Mendoza, 2002 y Sovilla, 2013).

Sin embargo, el gasto público también puede tener efectos positivos sobre la actividad económica. En particular, el crecimiento del sector público afecta al crecimiento económico a través de dos canales. En primer lugar, la utilización de recursos públicos en infraestructura productiva, institucional, tecnológica, académica y de salud, entre otras, tiene efectos positivos sobre el crecimiento al generar un aumento de productividad.¹ En ese sentido, el gasto público es un factor clave para impulsar el crecimiento económico en el largo plazo, pues propicia la creación de bienes públicos que el sector privado no estaría dispuesto a producir debido a que no son rentables, pero que son necesarios para la sociedad.

Por el contrario, en relación con el segundo canal, el gasto corriente puede tener un efecto neutro o negativo sobre el crecimiento ya que no incrementa el patrimonio público federal, la mayor parte se destina a sueldos y salarios, y programas sociales con los que se busca mejorar las oportunidades y la calidad de vida de los grupos con mayores carencias y rezagos pero que no contribuyen al crecimiento económico.

La clasificación del gasto público considerando su función en la economía se distingue como: gasto público productivo, gasto social y gasto administrativo. Otra clasificación importante es la económica, la cual los separa entre gasto corriente y gasto de capital (Sovilla, 2013). De acuerdo a ésta, es importante analizar los distintos componentes del gasto público estatal para poder definir efectos sobre el crecimiento económico.

¹ También conlleva a efectos sustitutivo en los niveles de producción si se financian a través de impuestos, o se usan para impulsar a la inversión privada (Sovilla, 2013, y Hernández, 2010); este aspecto no se va a retomar en el trabajo.

Los estudios a nivel internacional sobre el efecto del gasto público en el crecimiento económico², desde la perspectiva de crecimiento endógeno, han sido abordados por Pinilla *et al.* (2013) que encuentran una correlación significativa entre el gasto público y el crecimiento económico para 17 países de América Latina en el periodo de 1989 a 2009; Posada y Gómez (2002) analizan el tamaño óptimo del gasto público, el cual tiene un efecto positivo en la economía en el caso colombiano para el periodo 1905-2000; Bose *et al.* (2007) examinan la correlación y los efectos en el crecimiento económico de diferentes componentes del gasto público para 30 países en desarrollo, y encuentran que la inversión pública y el gasto total en educación son los únicos gastos que se asocian significativamente con el crecimiento en el periodo 1970-1990; Bagdigen y Cetintas (2004), por su parte, analizan el caso de Turquía donde encuentran que no existe relación entre el gasto público y el crecimiento analizado a través de la ley de Wagner, durante 1965-2000.

Por otro lado, Nworji *et al.* (2012) analizó la experiencia de Nigeria y encuentro que los gastos ordinarios en servicios económicos ejercen un efecto negativo, pero no significativo, y el gasto en transferencias tiene un efecto positivo y significativo. Sin embargo, el efecto agregado del gasto público sobre el crecimiento económico es estadísticamente significativo y positivo en el periodo de 1970-2009. En su estudio, Olugbenga y Owoye (2007) encontraron una relación de largo plazo entre gasto público y crecimiento económico para un grupo de 30 países de la OCDE en el periodo 1970-2005 usando un análisis de regresión. Y Arslanalp *et al.* (2011) obtuvieron que el capital público tiene un efecto positivo en el crecimiento, y, que el efecto del stock de capital en el crecimiento varía con el nivel de capital público en la economía: en países con capital público menor al 60% del PIB cada nueva unidad adicional de capital público tiene el máximo efecto sobre el crecimiento.

² Una limitante para comparar los estudios a nivel internacional, nacional y sectorial es la metodología utilizada, muestras y tipos de datos. Por ejemplo, el tipo de egresos o su periodicidad en cada economía es diferente.

En el caso de México, de acuerdo a Ros (2010), la determinación de las prioridades de gasto público debe basarse en un diagnóstico sólido de la falta de crecimiento económico. Tal diagnóstico debe empezar por reconocer que el determinante próximo del lento crecimiento es la baja tasa de inversión en capital físico cuya reducción se ha debido, en parte, a una brusca contracción de la inversión pública en las últimas décadas.

En el caso mexicano, Hernández (2011) analiza los efectos del gasto público en el periodo 1980-2009, encontrando: 1) con precios nominales, existe una alta correlación entre inversión pública y crecimiento económico; 2) con precios constantes, la correlación entre inversión pública y crecimiento económico deja de ser significativa, y 3) la correlación entre inversión privada y crecimiento económico, con precios nominales y constantes, es alta. Además, la existencia de autocorrelación de los errores permite mostrar, en este caso, que ni la inversión pública ni la inversión privada son los determinantes fundamentales de largo plazo, sino que son las deficiencias estructurales de la economía. La inversión pública tiene efectos positivos de corto plazo, pero poco significativos sobre el crecimiento económico durante el periodo considerado. Concluyen que el gasto público no será productivo ni generador de riqueza si se canaliza al gasto corriente.

Por su parte, Noriega y Fontenla (2007) analizan los efectos del gasto en infraestructura pública en la producción, usando indicadores electricidad, carreteras y telefonía en el periodo de 1950 a 2006. Sus resultados sugieren que los choques en infraestructura de electricidad y caminos tienen efectos positivos en la producción, no existe causalidad en el sentido de Granger para ningún par de variables y los choques en la tendencia de la inversión en telefonía tienen un efecto permanente en la producción real a largo plazo.

En el ámbito regional, los estudios se centran en analizar los efectos de la infraestructura sobre el crecimiento. Por ejemplo, Bajo y Díaz (2003), para el caso de las regiones españolas en el periodo 1967-1995, utilizan un modelo de crecimiento de Solow extendido incluyendo variables de gasto público. Los

resultados muestran que el capital público y las transferencias tienen un efecto positivo sobre el crecimiento, siendo relativamente más intenso el del capital público en el caso de las regiones más productivas y el de las transferencias en el de las menos productivas.

En el trabajo de Marjit *et al.* (2013), para los estados de la India, se realizó una regresión de panel con base en los datos a nivel estatal; los resultados muestran que los gastos corrientes tienen un efecto negativo sobre el crecimiento. Por otro lado, los gastos en Infraestructura, energía, comunicaciones y transporte tienen un impacto significativo y positivo en el crecimiento, mientras que el gasto público en salud y educación no tiene efectos significativos.

Para el caso de México, al parecer no existen trabajos que analicen el efecto de los distintos rubros del gasto público en el crecimiento de los estados, aunque hay estudios sobre el efecto del gasto en infraestructura. Barajas y Gutiérrez (2012) analizan el papel de la infraestructura social y económica (energética, transporte y telecomunicaciones) en el crecimiento, a través de un análisis de panel. Presentan evidencia de que la infraestructura social no posee efectos significativos y que la infraestructura productiva afecta positivamente al crecimiento económico; en especial, la infraestructura en energía, telecomunicaciones y transporte.

Fuentes (2003) analiza el crecimiento económico y la infraestructura en las regiones de México encontrando la existencia de grandes disparidades en la dotación de infraestructura en general y sus diferentes componentes. Encuentra que la infraestructura fue estadísticamente significativa en la explicación de las variaciones regionales del PIB.

Fuentes y Mendoza (2003) analizan el papel de las características y la magnitud de la dotación de infraestructura pública por regiones en el proceso de convergencia. Encuentra que entre 1980 y 1998 la relación capital público-PIB tiene un efecto positivo y significativo, pero que a partir de 1985-1998 desaparece este efecto (lo que pudo deberse al cambio de prioridades del gobierno, ahora centrado en la estabilidad macroeconómica).

Así pues, en México se han realizado estudios a nivel nacional y regional acerca de los efectos de la inversión pública e infraestructura sobre el crecimiento económico, como ya se mencionó, obteniéndose evidencia de un efecto positivo de estas variables. No obstante, la relación existente entre los componentes del gasto y el crecimiento económico estatal, específicamente para la región centro del país, ha sido poco estudiada. Por ello, es importante analizar la relación de largo plazo entre los diferentes componentes del gasto público y el crecimiento económico, medido a través del producto interno bruto per cápita, para las ocho entidades del centro del país³: Estado de México, Distrito Federal, Puebla, Morelos, Tlaxcala, Hidalgo, Querétaro y Guanajuato.

La importancia de esta región se explica por ser un núcleo urbano-industrial cuyo comportamiento se ha visto influenciado por la expansión de la zona metropolitana, los flujos migratorios y el crecimiento económico (Chávez y Guadarrama, 2004). En particular, los estados mencionados ocupan alrededor de 6.68% del territorio nacional⁴, en tanto que, en 2010, su población como proporción de la nacional alcanzo las siguientes cifras: el DF, 7.87%; Guanajuato, 4.88%; Hidalgo, 2.37%; Edo. México, 13.5%; Morelos, 1.58%; Puebla, 5.14%, Querétaro, 1.62% y Tlaxcala, 1.04%. Para el año 2012, el porcentaje de participación en el PIB nacional a precios de 2008 fue: DF, 3.96%; Guanajuato, 0.93%; Hidalgo, 0.40%; Edo. México, 2.23%; Morelos, 0.28%; Puebla, 0.78%; Querétaro, 0.49% y Tlaxcala, 0.13% (INEGI, 2015).

Entonces, para analizar la influencia del gasto público total y sus componentes en el crecimiento económico se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál ha sido la relación de largo plazo entre el gasto público y sus componentes y el Producto Interno Bruto per cápita de las entidades del centro de México durante el periodo 1980-2012? El objetivo general avanza en la misma línea: determinar las relaciones de largo plazo entre los principales componentes del gasto público total,

³ Los estados considerados para la región centro se obtuvieron de la regionalización que realiza el Banco de México como parte de sus reportes sobre las economías regionales trimestrales (Banxico, 2011).

⁴ El porcentaje de territorio nacional para los estados es: DF (0.07%), Gto (1.56%), Hgo (1.06%), Mex (1.14%), Mor (0.25%), Pue (1.75%), Qro (0.59%) y Tlx (0.26%).

administrativo, obras públicas, transferencias, gasto de servicios de la deuda pública y disponibilidades con el PIB *per cápita* y si tales relaciones son estables durante el periodo 1980-2012 en los estados del centro de la República Mexicana.

Bajo este contexto, la hipótesis planteada es: el gasto total y en obras públicas tendrán efectos positivos y significativos en el crecimiento por ser considerados como gastos productivos, mientras que el gasto administrativo, transferencias y deuda pública tendrán un efecto negativo por ser clasificados como gastos corrientes. Los resultados que se obtendrán tendrán implicaciones de política económica como posibles estrategias para incentivar el crecimiento a través de un componente del gasto público.

Para poder analizar estas relaciones nos basaremos en la teoría del crecimiento endógeno, y la prueba convencional de cointegración Engle y Granger (1987), así como la prueba de Gregory y Hansen (1996) que evalúa cambios en la cointegración.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: en el capítulo 1 se describe el marco teórico acerca del papel del estado en la economía y de la relación entre el gasto público y el crecimiento económico. En el segundo capítulo se desarrolla la metodología para realizar las pruebas de raíz unitaria y estacionariedad, además de explicar las pruebas de cointegración estándar y con cambio estructural. En el último capítulo se describe el comportamiento del gasto público y el crecimiento económico, durante las últimas décadas en la economía mexicana, para proseguir con la estimación del modelo planteado en la metodología del capítulo previo, se interpretan los resultados obtenidos. Finalmente, se exponen las conclusiones pertinentes.

Capítulo I

Crecimiento económico endógeno: Perspectiva teórica de un modelo con gasto público

El objetivo del capítulo es analizar el efecto del gasto público en el crecimiento económico en el marco de un modelo de crecimiento endógeno. Para ello se parte de la incorporación del gasto público al modelo más sencillo de tecnología AK.

El capítulo se divide en cinco secciones: la primera presenta el papel del estado en la economía, las siguientes tres hablan de la teoría del crecimiento económico, y la última sección se referirá al modelo AK con gasto público. Con el fin de destacar el efecto que tiene el gasto público sobre el crecimiento económico se abordan los modelos de Solow-Swan, tecnología AK y AK con gasto público.

1.1 El papel del Estado en la economía: visión del gasto público

El Estado tiene la facultad de organizar a todos los individuos de un área geográfica dada, dentro de la cual se posee un monopolio efectivo de carácter de subordinación entre los gobernadores y los gobernados. Dentro del área geográfica dada existen interacciones de carácter económico y político (Mendoza, 2000).

En la teoría keynesiana el gasto público es un instrumento importante para orientar la política fiscal de los estados hacia los objetivos de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) y de una distribución equitativa del ingreso. Desde un punto de vista económico el papel del Estado se puede resumir en cuatro funciones (Tanzi, 2000):

- 1) La primera función del Estado es el marco institucional encargado de fijar las reglas y normas del mercado, además de proveer las leyes, políticas y reglamentos que rijan a los gobernados. Este conjunto se denomina marco jurídico y se refiere a las normas sobre los contratos, las obligaciones de los sindicatos y los empresarios, políticas industriales, ley del trabajo, etc.

Tanzi y Zee (1997) plantean que es deseable la presencia del Gobierno/Estado en la economía si existen instituciones eficientes y de calidad capaces de cumplir con su objetivo de creación. Para ello, es necesaria la existencia de una separación de poderes que formen pesos y contrapesos, así como esquemas constitucionales congruentes y adecuados, además de un sistema basado en incentivos y obligaciones.

Uno de los principales retos que enfrentan los estados en las sociedades modernas es mejorar la aplicación del gasto público. Un determinante importante en la eficiencia de gasto público lo constituye una estructura óptima de distribución de responsabilidades entre los distintos órdenes de gobierno ya que son éstos los que deciden el uso del gasto.

- 2) La estabilidad macroeconómica está relacionada al manejo de los instrumentos de política fiscal, monetaria, cambiaria y comercial (Mendoza, 2000). Con el fin de combatir el desempleo, el estancamiento económico y la rápida inflación, pero también tratan de fomentar la aceleración del crecimiento.

La política del gobierno influye en la acumulación de los factores y en el ritmo de progreso tecnológico a través del financiamiento público directo a la investigación como en la administración pública del sistema de patentes para generar incentivos a la investigación. Sin embargo, la eficiencia es el área en que el Estado desempeña el papel más importante por medio de los impuestos, las reglamentaciones, la administración de las leyes y otros muchos instrumentos con los cuales crea el entorno en el que la economía se desarrolla.

- 3) La asignación y eficiencia se enfocan al aspecto microeconómico de la política, concentrado en el qué y cómo de la vida económica (por ejemplo, el precio de la tortilla, ya que algunas veces el Estado toma decisiones de la oferta y la demanda). Otro aspecto importante es la redistribución de la renta en la cual la toma de decisiones del Estado influye directamente en la eficiencia del sistema económico, aunque puede dar lugar al mismo tiempo a una distribución de la renta muy desigual o injusta. La disyuntiva entre la

equidad y la eficiencia se basa en que una gran parte de la renta que distribuye el Estado no fluye de los ricos a los pobres, sino que se redistribuyen entre las personas de los mismos grupos de renta, que se encuentran en diferentes etapas de su ciclo vital.

- 4) El crecimiento económico es uno de los principales objetivos del estado. Tanzi (2000) hace referencia que en los últimos años el Estado busca políticas encaminadas a elevar la tasa de crecimiento o a crear empleo a través de las políticas industriales y de sustitución de importaciones, como ejemplos de iniciativas encaminadas a elevar la tasa de crecimiento.

Para elevar el crecimiento las economías han optado por la privatización, es decir, se están traspasando al sector privado las funciones que antes desempeñaba el gobierno. En algunos países, las actividades privatizadas son la construcción de carreteras y de redes telefónicas; la gestión de las instituciones penitenciarias o de salud; y la liberación de algunos sectores, entre otras, que han tenido como consecuencia un descenso de los precios que pagan los consumidores.

En este sentido, el rol del Estado puede darse a un nivel: macroeconómico cuyo objetivo es el crecimiento económico⁵; y a nivel microeconómico, el Estado debe intervenir aplicando sistemas óptimos de: regulación, impuestos y subsidios, fijación de derechos, prestación de los bienes públicos; y en el campo institucional debe encargarse de crear el marco institucional y las instituciones necesarias para el funcionamiento de la economía.⁶

Otro punto de partida de los análisis de la intervención del Estado en la economía son las fallas de mercado. Esta teoría explica como los mercados incontrolados producen resultados ineficientes. Algunas fallas de mercado se relacionan con la presencia de bienes públicos, externalidades, monopolio y fallas de coordinación.

⁵ Mediante políticas sociales (educación y salud); monetarias y fiscales relativamente equilibradas evitando procesos de atraso cambiario; y políticas comerciales que frenen el desarrollo de la competitividad (Mendoza, 2000).

⁶ Deberá existir un sistema de derechos de propiedad claro y regulado; ello será posible mediante la prestación de servicios institucionales (servicio legislativo, ejecutivo, judicial, defensa, seguridad, información) eficientes y eficaces (Mendoza, 2000).

El Estado interviene más frecuentemente con las fallas de mercado de los bienes públicos, que el mercado no puede ofrecer, principalmente porque no se puede cobrar a los que se benefician de su uso.⁷ El Estado también interviene cuando hay las externalidades con el fin de reducir el efecto de las negativas en el entorno económico-social, o bien aprovechar las positivas.⁸

Además, el Estado se debe encargar de regular los monopolios (en los cuales un solo proveedor determina por sí solo el precio de un bien o servicio en particular (Samuelson y Nordhaus, 2005:35)) para evitar que se cobre un precio ineficientemente alto. Las fallas de coordinación son aquellas que generan distorsiones a favor de un grupo de agentes económicos que tienen el mayor grado de poder sobre el mercado por ello existe la necesidad de que intervenga el Estado (Mendoza y Herrera, 2006:69).

El estudio de los efectos en el nivel de producción de una mayor o menor presencia del sector público (Estado), medida a través de su gasto, se puede analizar en el largo plazo actuando bajo la hipótesis de que una perturbación de la demanda agregada originada por el gasto público productivo⁹ (o inversión privada) genera efectos reales si se afecta a la producción, ya sea provocando perturbaciones tecnológicas o generando condiciones estructurales para el desarrollo productivo.

Al analizar la composición del gasto público, el enfoque tradicional ha consistido en clasificarlo en dos grandes categorías: el consumo público y la inversión pública, con la idea de que el consumo público tiende a frenar el crecimiento, y la

⁷ Un bien público es aquel que tiene las características de ser no excluyente y no rival, es decir, Los bienes públicos son bienes que todos pueden disfrutar y que es imposible impedir que alguien los disfrute. Un ejemplo clásico de un bien público es el ejército (Samuelson y Nordhaus, 2005:35).

⁸ Las externalidades se presentan cuando las empresas o las personas imponen costos u otorgan beneficios a quienes no participaron en esa transacción de mercado (Samuelson y Nordhaus, 2005:35). El Estado desempeña un importante papel en el financiamiento de inversión y desarrollo por medio del gasto directo y de la protección mediante patentes (externalidades positivas), o bien, el Estado interviene para controlar y regular aspectos como la contaminación (externalidades negativas).

⁹ El gasto productivo promueve inversiones directamente por parte del Estado (o de sus empresas paraestatales), o favorece el proceso inversionista del sector privado. Este gasto tiene un impacto directo sobre la economía, determinando mayores inversiones o estimulando otras (Sovilla, 2013).

inversión, a fomentarlo (Tanzi y Zee, 1997). Los gastos en consumo público se relacionan con el gasto en transferencias porque son considerados a menudo elementos retardadores de la capacidad de crecimiento económico, sin embargo al destinarse a los rubros de educación y sanidad los efectos no son tangibles en el corto plazo.

Para poder dar una conclusión más clara del efecto del gasto público sobre el crecimiento es necesario realizar un análisis de largo plazo enfocado al gasto total y sus componentes.

1.2 Teoría del crecimiento económico

Una rama de la macroeconomía estudia la evolución a largo plazo de los factores y limitantes que afectan la tasa de crecimiento en la economía de un país. Las principales fuentes del crecimiento se explican, en general, por la acumulación de capital físico y humano; la influencia de los factores tecnológicos; el proceso de creación de conocimiento y su influencia en la productividad; la interdependencia de las tasas de crecimiento de los diferentes países; el papel de las instituciones económicas a través del gasto público y el tamaño óptimo del gobierno, entre otros.

La teoría del crecimiento¹⁰ analiza la expansión del producto y la productividad de las economías en el largo plazo, lo que es especialmente importante por sus implicaciones en el bienestar de las sociedades. Los elementos que se utilizan para su medición son el PIB, PIB *per cápita* e indicadores del desarrollo económico explicados desde sus factores productivos, como los recursos de mano de obra, capital, inversión en maquinaria o procesos productivos, capital humano e innovación tecnológica.

¹⁰ La teoría del crecimiento analiza el comportamiento del producto del largo plazo y cuando se habla del crecimiento económico se refiere al incremento del producto potencial. La utilización del PIB *per cápita* en los modelos empleados para explicar el comportamiento del crecimiento a largo plazo permite tener una mayor aproximación al nivel de bienestar, aunque sólo es considerado como un indicador promedio (Galindo, 2011 y Jiménez, 2010).

En la evolución de la teoría del crecimiento se identifican tres periodos, durante los cuales se desarrollan enfoques de análisis en base a distintos factores. El primer periodo empieza desde el siglo XVIII y culmina hasta finales del siglo XIX, considerado como el periodo de expansión del capitalismo. El siguiente abarca desde la post-Gran Depresión de 1930 y la post-Segunda Guerra Mundial hasta los inicios de la década de 1970, siendo el periodo de recuperación del capitalismo, y, por último, el periodo de recuperación del capitalismo a partir de la post-estanflación de mediados de 1970 y principios de 1980 (Jiménez, 2010).

Durante el último periodo de desarrollo de la teoría del crecimiento económico surgen nuevos modelos, a mediados de los ochenta, debido al descontento respecto a los modelos neoclásicos. Los nuevos modelos se alejan del supuesto de rendimientos decrecientes para los factores acumulables y tratan de encontrar una explicación endógena al proceso de crecimiento. De esta circunstancia se deriva la denominación de esta nueva corriente (Galindo, 2011), donde los primeros modelos se le atribuyen a Romer (1986), Lucas (1988) y Rebelo (1991).

La primera fuente endógena de crecimiento se puede entender como las externalidades positivas que se reconocen en el modelo de Romer (1986) derivadas de la inversión en capital físico y la acumulación de conocimiento. La producción en el modelo está en función de la inversión en capital físico y el conocimiento de cada firma (suponiendo un número dado de firmas establecidas, “N”, lo cual refiere a competencia perfecta). Sus conclusiones más importantes son: a) la productividad marginal del capital no decrece con la acumulación debido a los efectos de las externalidades positivas de la inversión en capital físico y la acumulación de conocimientos; b) el nivel de productividad están asociado positivamente al acervo de conocimientos públicos; y c) la externalidad ligada a la acumulación de capital físico genera rendimientos crecientes en el proceso de producción.

Lucas (1988) extiende su análisis a un modelo de capital humano, definiéndolo como el nivel de capacitación general, e introduce el término de “tecnología” de manera más amplia, explicando que existen dos principales fuentes de

acumulación de capital humano: educación y aprendizaje en la práctica. Las externalidades del nivel de capital humano o del nivel de calificación se manifiestan en una mayor productividad. La endogenización del capital humano en la función de producción puede expresarse en un crecimiento endógeno con rendimientos crecientes, lo que impacta a la productividad actual y futura. Las conclusiones a las que llega son: a) el capital humano se puede clasificar como: experiencia y aprendizaje (producto de una formación educacional), esta variable produce rendimientos crecientes; b) en estado estacionario la tasa de crecimiento del capital físico es mayor que la tasa de crecimiento del capital humano; c) el capital humano aumenta en relación directa con la efectividad de la inversión y disminuye cuando aumenta la tasa de descuento.

El modelo de Rebelo (1991), a su vez, posee la propiedad de que el crecimiento es endógeno en el sentido de que se produce en ausencia de aumentos exógenos de productividad. Este modelo enfoca su análisis al efecto de los impuestos en el consumo e inversión, concluyendo que una mayor tasa de impuesto sobre la inversión conllevará a una menor tasa de crecimiento en las economías siempre que exista inversión. Por el contrario, los cambios permanentes en los impuestos sobre el consumo no afectan la tasa de crecimiento, sino únicamente el nivel de la trayectoria de consumo; en otras palabras, el impuesto al consumo no distorsiona las decisiones entre el consumo actual versus el consumo futuro. Al analizar el efecto bruto del impuesto sobre el consumo e inversión (impuesto sobre la renta) se obtiene que al aumentar la tasa de impuesto sobre la renta se induce a una disminución de la tasa de crecimiento de la economía.

En general, existen diversas perspectivas sobre los factores que condicionan el crecimiento económico en la literatura económica, se destaca inclusive el estudio de sus determinantes y las políticas que deben promover para estimularlo. Para cumplir con el objetivo del trabajo la exposición se centrará en los modelos de crecimiento de Solow-Swan, el modelo AK y el modelo AK extendido con gasto público sobre la línea de análisis de Sala-i-Martin (2000) y Birch y Whitta-Jacobsen (2008).

1.3 Modelo neoclásico de crecimiento de Solow-Swan

Uno de los primeros modelos formulados para explicar el crecimiento económico es el modelo de Solow (1956) y Swan (1956). Los supuestos para este modelo de crecimiento básico son: una economía cerrada sin gobierno, una función de producción neoclásica, la cual debe cumplir con rendimientos constantes a escala, la productividad de los factores de producción es positiva, pero decreciente, y cumple con las condiciones de Inada (1963), además de que el producto final de la economía se distribuye entre consumo e inversión.

Los elementos para explicar el modelo Solow-Swan son: una función de producción neoclásica, tasa de ahorro constante, tasa de depreciación constante y nivel tecnológico constante. No se abundará mucho en esta parte porque solamente nos interesan las conclusiones para el análisis al incluir el gasto público.

La función de producción que se utiliza toma la forma de la función Cobb-Douglas, que satisface las propiedades neoclásicas, donde $0 < \alpha < 1$, Y_t es la producción, K_t representa el capital, L_t es el trabajo y A_t es la tecnología, todas las variables son del periodo t .

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (1.1)$$

Si a partir de la ecuación (1.1) obtenemos el producto marginal de cada factor. Tenemos que para el capital es:

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = \alpha A_t K_t^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha}$$

y, análogamente, para el trabajo tenemos:

$$\frac{\partial Y}{\partial L} = (1 - \alpha) A_t K_t^\alpha L_t^{-\alpha}$$

Por lo tanto podemos distinguir las siguientes propiedades

- a) La Renta del capital = (Producto marginal del capital) * $K = \alpha Y$

$$\alpha A_t K_t^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha} * K = \alpha Y$$

b) La Renta del trabajo = (Producto marginal del trabajo) * L = (1 - α)Y

$$(1 - \alpha) A_t K_t^\alpha L_t^{-\alpha} * L = (1 - \alpha) Y$$

donde α representa una constante que mide la fracción de la renta que se queda el capital, es decir, la participación del capital; y la participación del trabajo es una constante igual a (1 - α).

Como otro elemento clave tenemos que la tasa de ahorro es una constante. Se introduce bajo la consideración de que la renta o producción sólo se destina al consumo o inversión, así se establece la siguiente relación:

$$f(A_t, K_t, L_t) = C_t + I_t \quad (1.2)$$

considerando el supuesto: en que sólo se consume una fracción constante de la renta o producto, por lo cual se ahorra una fracción "s" conocida como la tasa de ahorro, y la cantidad que se consume está dada como (1 - s). Por lo tanto, el consumo agregado se describe como:

$$C_t = (1 - s)Y_t \quad (1.3)$$

Siendo la tasa de ahorro (s) una fracción, debe cumplir con $0 < s < 1$. Si sustituimos la ecuación (1.3) en (1.2), obtenemos

$$Y_t = (1 - s)Y_t + I_t$$

$$Y_t - (1 - s)Y_t = I_t$$

$$sY_t = I_t$$

Por lo cual la inversión agregada constituye una fracción de la renta nacional. En una economía cerrada sin gobierno no existe el gasto público por lo que el ahorro y la inversión coinciden, es decir, la tasa de ahorro es también la tasa de inversión.

Se siguiente supuesto indica que la tasa de depreciación es constante, lo cual es posible al analizarla en términos de la contabilidad nacional donde *la inversión bruta* (la cantidad de producción adquirida por las empresas, I_t) es igual a la

inversión neta (el aumento neto en stock/acervo de maquinaria o capital) más la *depreciación*. Si denotamos el aumento neto de capital como $\dot{K} = \frac{dK}{dt}$ ¹¹, tenemos

$$I_t = \dot{K}_t + D_t \quad (1.4)$$

Donde D_t es la depreciación. Para simplificar el análisis, supondremos que en cada momento del tiempo una fracción constante de las máquinas (δ), se deteriora, así que la depreciación total es igual a la tasa de depreciación δ multiplicada por la cantidad de máquinas existente: δK_t . Esto nos permite escribir a la ecuación (1.4) como $I_t = \dot{K}_t + \delta K_t$. El supuesto de depreciación constante también nos indica que las maquinas son siempre productivas mientras no se deterioran.

Si sustituimos la inversión " I_t " en la ecuación (1.2) y utilizamos el supuesto de una tasa de ahorro constante en la ecuación (1.3), tenemos

$$f(A_t, K_t, L_t) = C_t + I_t = (1 - s)f(A_t, K_t, L_t) + \dot{K}_t + \delta K_t$$

Si ahora se despeja el término \dot{K}_t en el lado izquierdo y colocamos todos los demás en el lado derecho, esta igualdad se puede reescribir como

$$\dot{K}_t = sf(A_t, K_t, L_t) - \delta K_t \quad (1.5)$$

Con lo anterior, podemos decir que para generar un incremento en la producción es necesario un aumento en el capital, suponiendo que los demás factores permanecen constantes.

El papel del trabajo se integra a través del supuesto: la población es igual a trabajo, en el cual se presenta una tasa constante de crecimiento de la población. Además nos proporciona la generación de la producción *per cápita* al dividir la producción entre la población y este indicador nos sirve para poder comparar la riqueza de un país con otro, es decir, es una aproximación a una medida de estabilidad y bienestar material de una población.

¹¹ En general $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$.

Al tomar el anterior supuesto decimos que la población de la economía es equivalente a la cantidad de trabajadores, L_t , lo que nos permitirá concentrar el análisis en el papel que desempeña la inversión en el capital físico.

Si utilizamos la equivalencia entre trabajo y población, dividiendo los dos lados de la ecuación (1.5) por L_t encontramos que

$$\frac{\dot{K}_t}{L_t} = s \frac{f(A_t, K_t, L_t)}{L_t} - \delta \frac{K_t}{L_t} \quad (1.6)$$

En adelante denotaremos con la letra minúscula a las variables que se encuentren en términos *per cápita*. Por lo tanto:

$$y = \frac{Y}{L} = \frac{1}{L} f(A, K, L) = f\left(A, \frac{K}{L}, \frac{L}{L}\right) = F(A, k, 1) = f(A, k) \quad (1.7)$$

Esto implica que la producción *per cápita* es una función del capital *per cápita* y la tecnología. Al trasladar la ecuación (1.7) a la función Cobb-Douglas se obtiene

$$y = \frac{Y}{L} = \frac{1}{L} A K^\alpha L^{1-\alpha} = A \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha \left(\frac{L}{L}\right)^{1-\alpha} = A k^\alpha 1^{1-\alpha} = A k^\alpha \quad (1.8)$$

e introducimos el supuesto de que la población crece a una tasa exógena y constante denotada con la letra n , definida como $\dot{L}/L \equiv n$. Se calcula la tasa de crecimiento del capital por persona como

$$\dot{k}_t = \frac{\dot{K}_t L_t - \dot{L}_t K_t}{L_t^2} = \frac{\dot{K}_t}{L_t} - \frac{\dot{L}_t K_t}{L_t L_t} = \frac{\dot{K}_t}{L_t} - n k_t \quad (1.9)$$

Siendo que $\dot{k}_t = \left(\frac{\dot{K}_t}{L_t}\right) \equiv \frac{d(K/L)}{dt}$.

Al sustituir el término $\frac{\dot{K}_t}{L_t}$ de la ecuación (1.6) en la ecuación (1.9) y utilizamos la ecuación (1.7) tenemos:

$$\dot{k}_t = s \frac{f(A_t K_t L_t)}{L_t} - \delta \frac{K_t}{L_t} - n k_t$$

simplificando

$$\dot{k}_t = sf(k_t, A_t) - \delta k_t - nk_t \quad (1.10)$$

Por último, se introduce el supuesto de un nivel tecnológico constante, es decir, no cambia en el tiempo, expresada como $A_t = A$ donde A es constante. Sustituyendo lo anterior en la ecuación (1.10) obtenemos *la ecuación fundamental del modelo de Solow-Swan*:

$$\dot{k}_t = sf(k_t, A) - (\delta + n)k_t \quad (1.11)$$

Si la producción se expresa con la función tipo Cobb-Douglas, entonces la ecuación fundamental de Solow-Swan se escribe como

$$\dot{k}_t = sAk_t^\alpha - (\delta + n)k_t \quad (1.11')$$

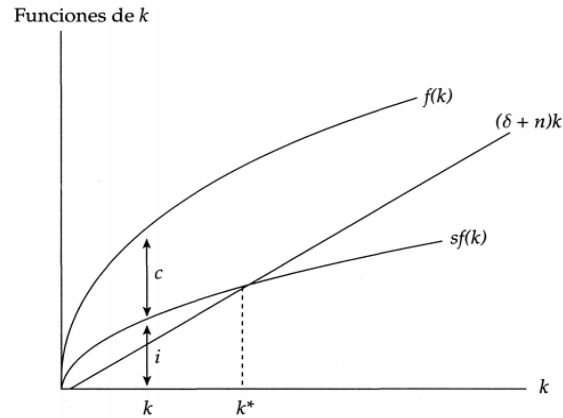
Dado el stock de capital *per cápita* existente en la economía en el momento t , la ecuación fundamental de Solow-Swan nos revela cuál será el incremento del stock de capital *per cápita* en el próximo instante, k_t . La interpretación económica para esta ecuación nos indica que el stock de capital *per cápita* aumenta con la diferencia entre el ahorro bruto de la economía y el término $(\delta + n)k_t$.

Ahora bien, el término δk_t muestra una relación negativa con el stock de capital *per cápita*, puesto que cuanto mayor es la fracción de máquinas que se deprecian en un momento dado, δ , menor será el aumento en el stock de capital por persona. Con respecto a la población se encuentra la misma relación, si se incrementa la población, n , el stock de capital por persona decrece si no hay inversión adicional.

Un aspecto importante de analizar es el Estado Estacionario, que se puede estudiar al trasladar a una gráfica los conceptos anteriores identificando a las tres ecuaciones que le dan origen al modelo de Solow-Swan, dadas por la función de producción que cumple con las características de una función neoclásica; la curva de ahorro en función de una proporción de la producción dada por $sf(k)$, y la curva de depreciación expresada como $(\delta + n)k_t$. Las tres funciones solo

dependen del capital por persona, dado que las demás variables son constantes. Estas funciones se observan en la siguiente gráfica 1.1.

Gráfica 1.1 Modelo Solow-Swan



Fuente: Sala-i-Martin (2000:22)

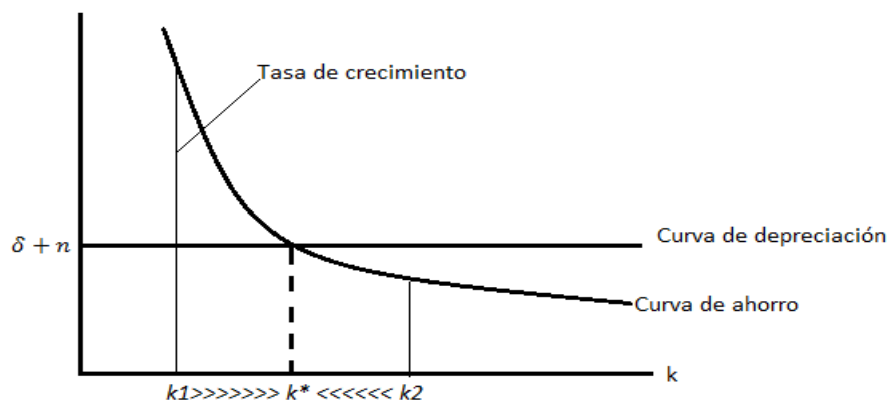
Bajo estos supuestos, como se observa en la gráfica 1.1, solamente dos veces se cruzan la curva de ahorro y la curva de depreciación siendo estos puntos: el origen y en el punto k^* , este último se denomina estado estacionario. Económicamente, el origen no posee relevancia pues $k^* = 0$, por lo que la explicación se limitará al estado estacionario.

Cuando una economía llega al estado estacionario $\dot{k}_t = 0$ y el capital *per cápita* no aumenta, provocando que la ecuación fundamental se cumpla en cada periodo. El estado estacionario provoca que en el siguiente periodo y sucesivamente se tome el valor de $\dot{k}_t = 0$, y al stock de capital k_t que tiene esta propiedad se le conoce como stock de capital del estado estacionario.

En este modelo, la inversión se utiliza para aumentar el stock de capital *per cápita* y para reemplazar el capital depreciado; y en el estado de estacionario la cantidad producida es tal que si se ahorra la fracción s se obtiene la cantidad de inversión justamente necesaria para reemplazar el capital depreciado. Por lo tanto, se interpreta que en el estado estacionario todas las variables expresadas en términos *per cápita* son constantes y sus tasas de crecimiento de estado estacionario son iguales a cero, $\gamma_y^* = 0$.

Los resultados del modelo Solow-Swan indican que como el nivel de producción *per cápita* es una función del stock de capital, el nivel de renta de estado estacionario será también una función creciente de la tasa de ahorro. Otro mecanismo para incrementar el stock de capital de estado estacionario es por medio de una mejora tecnológica. Contrariamente, sí se disminuye el capital *per cápita* con un incremento de la tasa de depreciación y/o de la tasa de crecimiento de la población (cambia la pendiente de la curva de depreciación).

Gráfica 1.2 Dinámica de transición en el modelo Solow-Swan



Fuente: Sala-i-Martin (2000:34)

Cuando el capital inicial es diferente al capital de estado estacionario existe una dinámica de transición desde el punto k_1 ó k_2 hacia k^* , gráficamente porque el capital se acumula de tal forma que converge hacia k^* y viceversa, es por esto que el estado estacionario es único y estable.

Sí la tasa de crecimiento es positiva para los valores k inferiores a k^* , $k < k^*$, y negativa para valores superiores a k^* , $k > k^*$; como se observa para el caso de k_1 y k_2 , respectivamente. La dinámica de la caída de la tasa de crecimiento en el caso del punto k_1 a k^* se explica porque rendimientos del capital son decrecientes, así que cuando sea menor el capital inicial su tasa de crecimiento al inicio será mayor, y conforme se acerca a su valor de estado estacionario, k^* , tiene a cero. La conclusión del modelo indica que por cada unidad adicional del acervo de capital que se incremente el efecto será cada vez menor hasta llegar al punto de cubrir al capital depreciado y compensan el crecimiento de la población.

En el caso de k_2 hacia k^* ya que se tiene más capital del que la economía puede hacer uso, por lo que su tasa de crecimiento es negativa y está se va disminuyendo paulatinamente hasta llegar a cero donde estaría en su valor óptimo.

1.4 Modelo de crecimiento económico endógeno AK

Para explicar el crecimiento económico endógeno debemos abandonar algunos supuestos del modelo neoclásico el cual predice que si existen mejoras tecnológicas puede haber crecimiento económico a largo plazo. De este modo, se cambia de la función de producción neoclásica a la función de producción lineal en el stock de capital, $Y_t = AK_t$, donde A es una constante, conocida como *tecnología AK*. Entre las propiedades de esta función se encuentran los rendimientos constantes a escala, que son los rendimientos positivos no decrecientes del capital y el incumplimiento de las condiciones de Inada (1963).

Bajo estos nuevos supuestos se reescribe la ecuación fundamental de Solow-Swan como

$$\dot{k}_t = sy_t - (\delta + n)k_t \quad (1.12)$$

Sustituyendo la función de producción en términos *per cápita* $Y_t = AK_t/L_t = Ak_t$

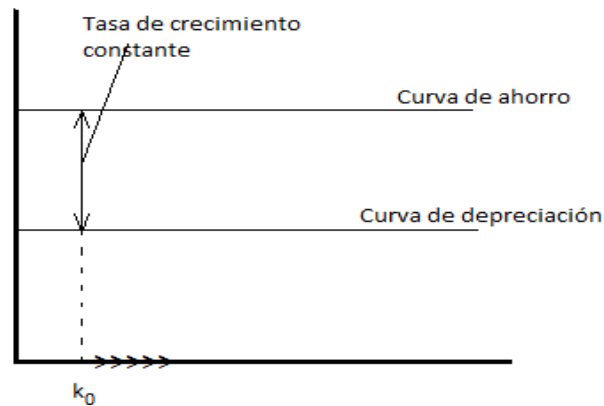
$$\dot{k}_t = sAk_t - (\delta + n)k_t \quad (1.13)$$

y dividiendo por k ambos lados de la ecuación obtenemos que la tasa de crecimiento del capital por persona es igual a

$$\begin{aligned} \frac{\dot{k}_t}{k_t} &= sA \frac{k_t}{k_t} - (\delta + n) \frac{k_t}{k_t} \\ \frac{\dot{k}_t}{k_t} &= \gamma_k = sA - (\delta + n) \end{aligned} \quad (1.14)$$

Los resultados del modelo muestran a una tasa de crecimiento constante al ser igual a una diferencia de dos números constantes, donde la curva de ahorro es una línea recta horizontal, dada por sA .

Gráfica 1.3 Modelo AK



Fuente: Sala-i-Martin (2000:53)

Si analizamos a la ecuación (1.14) bajo la consideración de una economía suficientemente productiva para lograr la relación $sA > (\delta + n)$ se genera una tasa de crecimiento constante y positiva, vista como $\gamma_k = \gamma^* = sA - (\delta + n)$. Dado que la producción *per cápita* es proporcional a k la tasa de crecimiento de la producción *per cápita* también será igual a γ^* . El comportamiento del consumo que es proporcional a la producción *per cápita* también crecerá igual a γ^* . Los cambios en la tasa de ahorro afectan a la tasa de crecimiento: un aumento en la tasa de ahorro inducida por una política fiscal (para promover el ahorro o la inversión) generará un mayor crecimiento. En este modelo todas las variables en términos *per cápita* crecerán al mismo ritmo, dado por $\gamma_c = \gamma_k = \gamma_y = \gamma^* = sA - (\delta + n)$.

Por la forma de la función de producción la economía carece de una transición al estado estacionario porque siempre crece a una tasa constante, aunque también predice que los efectos de una recesión serán permanentes. De este modo, no se predice convergencia (ni condicional, ni absoluta)¹², o la permanencia de las brechas de ingreso entre los países. Se le llama modelo de crecimiento endógeno porque no es necesario el supuesto sobre el crecimiento continuo y exógeno de

¹² La convergencia condicional es cuando dos países tienen la misma función de producción neoclásica, entonces el que tenga una menor cantidad de capital inicial tendrán un producto marginal de capital superior al que tenga un capital superior al inicio. La convergencia absoluta indica que sin importar cuál sea su capital inicial en los países de estudio en el largo plazo convergerán a un mismo estado estacionario (Sala-i-martin, 2000:45-47)

alguna variable para que la tasa de crecimiento de la producción por persona sea positiva.

Además, en el modelo de crecimiento con tecnología AK no se puede usar para siempre el incremento de la inversión ya que la economía llegaría a un punto en que esa inversión sería ociosa, es decir, encontrarse en una zona ineficiente en la cual la tasa de crecimiento ya no será positiva.

La principal conclusión es que un incremento en la tasa de ahorro (inversión) da lugar a una tasa de crecimiento del PIB y del consumo por trabajador permanentemente más alta. Si a través de la política económica se usan medidas que estimulen el ahorro se provocará un impulso duradero sobre el crecimiento (Birch y Whitta-Jacobsen, 2008).

Con respecto a la depreciación, una inversión agregada eficaz debería provocar una disminución en ésta, lo cual provoca en el modelo de crecimiento una tasa de crecimiento del PIB *per cápita* permanentemente más alta, aunque este argumento funciona mejor en países donde el Estado interviene mucho en la producción.

1.5 Modelo AK extendido con gasto público

El enfoque del crecimiento endógeno analiza el papel de los factores de oferta partiendo del supuesto de ausencia de rendimientos decrecientes en el capital. Para analizar el efecto del gasto público en la economía suponemos que la producción es una función del stock de capital privado, K_t , y del flujo de bienes/servicios públicos suministrados por el gobierno, G_t :

$$Y_t = AK_t^\alpha G_t^{1-\alpha} \quad (1.15)$$

Para financiar el gasto público, G , el gobierno pone un impuesto sobre la renta (o sobre la producción) denotado por τ . Para simplificar esto se asume un impuesto proporcional con una tasa impositiva constante en el tiempo. La renta disponible de los individuos es:

$$Y_t^d = (1 - \tau)Y_t = (1 - \tau)AK_t^\alpha G_t^{1-\alpha}$$

La parte de la renta que no está disponible, τY_t , es de la que se apropia el gobierno como recaudación impositiva. Si se expresan todas las variables en términos *per cápita*:

$$y^d = (1 - \tau)Ak^\alpha g^{1-\alpha} \quad (1.16)$$

y sabemos que la tasa de crecimiento del capital es

$$\dot{k} = sy^d - (\delta + n)k \quad (1.17)$$

Remplazando la ecuación (1.16) en la ecuación (1.17)

$$\dot{k} = s(1 - \tau)Ak^\alpha g^{1-\alpha} - (\delta + n)k \quad (1.18)$$

Partiendo de la nueva ecuación dividimos entre k para obtener la tasa de crecimiento del capital

$$\frac{\dot{k}}{k} = s(1 - \tau)Ak^{\alpha-1}g^{1-\alpha} - (\delta + n) \quad (1.19)$$

Del resultado anterior podemos deducir que la tasa de crecimiento depende positivamente del gasto público, g , y negativamente de la tasa impositiva, τ . Además, se incluye una nueva restricción al modelo, definida como $G_t = \tau Y_t$. Convirtiendo esta ecuación a términos *per cápita* y sustituyendo en la ecuación de producción con gasto, obtenemos:

$$g = \tau y$$

$$g = \tau Ak^\alpha g^{1-\alpha}$$

$$g = \tau^{1/\alpha} A^{1/\alpha} k \quad (1.20)$$

Reemplazando el nuevo valor del gasto en la ecuación (1.19)

$$\frac{\dot{k}}{k} = s(1 - \tau)Ak^{\alpha-1}(\tau^{1/\alpha} A^{1/\alpha} k)^{1-\alpha} - (\delta + n)$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = s(1 - \tau)A^{1/\alpha}\tau^{(1-\alpha)/\alpha} - (\delta + n) \quad (1.21)$$

Por lo tanto, la tasa de crecimiento del capital depende de la tasas de ahorro (s), depreciación (δ), crecimiento de la población(n), el nivel tecnológico (A) y del impuesto. Si este impuesto es constante, la tasa de crecimiento es constante. A partir de este resultado se analizan de manera más formal los efectos del gasto público en la tasa de crecimiento.

Lo que caracteriza la tasa de crecimiento de la economía cuando existen bienes públicos productivos financiados con impuestos sobre la renta es que la tasa impositiva afecta al crecimiento económico, haciéndolo de dos maneras distintas. En primer lugar, el impuesto a través del término $(1 - \tau)$ afecta negativamente a la economía, ya que reduce la renta disponible y, a la vez, el ahorro y la inversión de la economía, lo que reduce el crecimiento de la economía. Por otro lado, la tasa impositiva aparece positivamente a través del término $\tau^{(1-\alpha)/\alpha}$ indicando el hecho de que una mayor tasa impositiva permite al gobierno proporcionar un mayor nivel de gasto público productivo, lo que aumenta la producción y la capacidad de ahorrar e invertir, de esta manera se afecta a la tasa de crecimiento de manera positiva. Por lo tanto, el efecto agregado de la tasa impositiva es ambiguo, dependiendo de si el efecto positivo domina al negativo, y viceversa.

A través de la relación existente entre τ y la tasa de crecimiento se puede observar que cuando $\tau = 0$, el término $\tau^{(1-\alpha)/\alpha} = 0$ lo que provoca que la producción y el ahorro sean nulos, por lo que la tasa de crecimiento es negativa e igual a $\gamma^* = -(\delta + n)$. Cuando $\tau = 1$, el gobierno se apropia del 100% de la renta de las familias, por lo que éstas no tienen renta disponible. Al no tener renta disponible no existe ahorro o inversión, así que el capital *per cápita* cae a un ritmo constante de $\delta + n$.

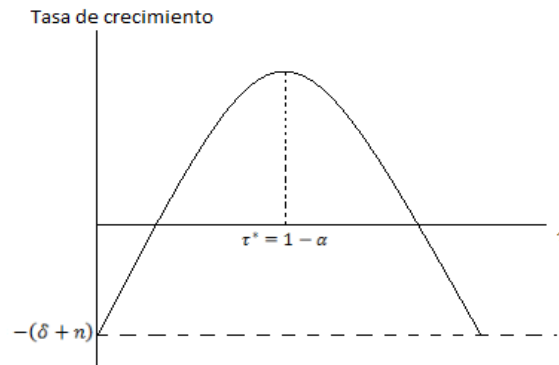
Para valores intermedios de τ tenemos que la relación entre la tasa de crecimiento y τ representa una forma invertida de “u” con un valor máximo en la tasa impositiva igual a τ^* . Para obtener el valor τ^* se iguala a cero la derivada de γ^* respecto a τ y se despeja τ , lo que resulta en:

$$\frac{\partial \gamma^*}{\partial \tau} = 0$$

$$\frac{\partial \gamma^*}{\partial \tau} = -sA^{1/\alpha} \tau^{(1-\alpha)/\alpha} + s(1-\tau)A^{1/\alpha} \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) \tau^{1-\alpha/\alpha-1} = 0 \quad (1.22)$$

$$\tau^* = 1 - \alpha.$$

Gráfica 1.4 Relación entre el crecimiento y la tasa impositiva



Fuente: Sala-i-Martin (2000: 64)

Las conclusiones son que cuando la tasa impositiva es igual a $\tau^* = 1 - \alpha$ se maximiza la tasa de crecimiento, para ello el gobierno debe escoger su tamaño τ eficiente. Por lo tanto, el gobierno puede influir a través de varios canales en la economía como: decidir el tamaño de los impuestos y a que grupo social y/o productivo van enfocados (como impuesto sobre el valor agregado, sobre la renta, sobre sociedades, transacciones e incluso el impuesto inflacionario sobre el dinero). Así mismo, decide el tamaño y el tipo de gasto público (gasto corriente, de inversión o transferencias) o mecanismos de regulación económica (regulación antimonopolio, leyes de protección a la propiedad intelectual, protección ambiental y a especies en peligro de extinción, leyes de libre circulación de mercancías, capitales y trabajo, etc.).

Capítulo 2

Aspectos metodológicos

El objetivo de este capítulo es introducir las pruebas de cointegración convencional de Engle y Granger (1987) y cointegración con cambio estructural de Gregory y Hansen (1996) para el análisis de la relación de largo plazo entre los componentes del gasto público y el PIB per cápita. Para ello se explica el concepto de estacionariedad y las pruebas de raíz unitaria, para terminar con una explicación más formal de cointegración para ambas pruebas.

En los últimos años la cointegración ha sido objeto de gran interés en las investigaciones en el ámbito econométrico, tanto en su vertiente teórica como aplicada. El atractivo central de esta estrategia de modelización se encuentra en que permite estimar las relaciones de equilibrio a largo plazo entre variables, por lo cual se utiliza como un instrumento fundamental para contrastar las relaciones de equilibrio postuladas por la teoría económica (Suriñach *et al*, 1995:1).

2.1 Estacionariedad

Una serie de tiempo son las realizaciones de un proceso estocástico que se desarrolla en el tiempo según leyes de probabilidad, mediante las funciones de distribución de probabilidad conjunta de todos y cada uno de los vectores de las variables aleatorias.¹³ O bien, una serie de tiempo está dada como la colección de observaciones muestrales independientes y no hay forma de obtener otra observación de modo que se llaman realizaciones únicas, cada una correspondiente a una variable del proceso estocástico (Maddala, 1996:599).

El concepto de la estacionariedad se relaciona con las tendencias dentro de las series de tiempo, por ejemplo, si una serie temporal muestra una tendencia creciente, por lo tanto se acepta que la esperanza matemática de dichas variables no es constante, o también si una serie experimenta fluctuaciones de amplitud

¹³ Las variables aleatorias son todo aquel conjunto de posibles realizaciones de un proceso estocástico en el momento t y posee cuatro propiedades: 1) adopta un solo valor, 2) no se sabe de ante mano que valor adoptará, 3) se conoce los posibles valores y 4) se conoce la probabilidad de que adopte alguno de esos valores posibles (Schmidt, 2005:30).

creciente en el tiempo cuyo caso se debe reconocer que la varianza de la variable no es constante y el proceso no es estacionario, en general la estacionariedad se enfoca en el comportamiento de los momentos de las series (más adelante se explicara con más detalle).

La estacionariedad es importante para la estimación puesto que al aplicar una regresión de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) sobre variables no estacionarias resulta en estimaciones de parámetros falsos acerca de las relaciones entre variables. La verificación de la estacionariedad también puede ser un factor importante para pronosticar: puede decirnos la clase de procesos que tendremos que construir en nuestros modelos para realizar predicciones precisas (Mahadeva y Robinson, 2009:52).

Por otro lado, la estrategia de modelización de variables económicas se ha ido transformado desde los años setenta con la crisis de petróleo y los cambios en el comportamiento histórico observado en los principales agregados económicos. En el campo de la econometría implicó un cambio en el análisis al pasar de modelos con posibles relaciones espurias a un estudio más centrado a las relaciones de largo plazo de las variables lo que permitió el surgimiento de la teoría de cointegración.

Los procesos se suelen describir mediante sus momentos:

- La media del proceso estocástico se define por $u(t) = E(x_t)$ y generalmente es una función del tiempo.
- La función de autocovarianza se define como

$$g(t, t + k) = cov[x_t, x_{t+k}] = E\{[x_t - E(x_t)][x_{t+k} - E(x_{t+k})]\}$$

para $k = \dots - 3, -2, -1, 0, 1, 2, 3 \dots$ a partir de esta función se obtiene:

- a) para $k = 0$ surge la función de varianza del proceso $g(t, t) = Var(x_t)$ y;
- b) la función de autocorrelación se define como: $h(t, t + k) = g(t, t + k) / [g(t, t), g(t + k, t + k)]^{1/2}$ para $k = \dots - 3, -2, -1, 0, 1, 2, 3 \dots$ (Schmidt, 2005:80).

Se puede definir a la función de autocovarianza $\gamma(t_2, t_1)$ como $\gamma(k)$, donde $k = (t_2 - t_1)$ que representa al rezago. Por lo tanto, $\gamma(k) = cov[x(t), x(t + k)]$, es el coeficiente de autocovarianza en el rezago k y $\gamma(k)$ se conoce como función de autocovarianza. Además, los coeficientes de autocovarianza dependen de las unidades de medición de $x(t)$. Como $var x(t) = var x(t + k) = \sigma^2 = \gamma(0)$, se tiene el coeficiente de autocorrelación es $\rho(k) = \gamma(k)/\gamma(0)$ y se conoce como función de autocorrelación y un diagrama de $\rho(k)$ contra k se llama correlograma (Maddala, 1996:600).

Un proceso estocástico es estrictamente estacionario cuando sus propiedades probabilísticas no varían ante cambios en el origen temporal. Es decir, una serie de tiempo es estacionaria si su distribución es constante a lo largo del tiempo, su media y varianza son constantes (Maddala, 1996:600).

Generalmente, el concepto usado para el análisis de series de tiempo es la estacionariedad débil. Considerando una serie temporal como la realización de un proceso estocástico, se dice que es estacionario en sentido débil si tiene momentos de primer y segundo orden finitos y que no varían en función del tiempo, es decir

$$E[x(t_i)] = E[x(t_i + k)] = \mu_1 < \infty$$

$$E[x(t_i)^2] = E[x(t_i + k)^2] = \mu_2 < \infty$$

$$E[x(t_i)x(t_j)] = E[x(t_i + k)(t_j + k)] = \mu_{ij} < \infty$$

Donde μ_1 , μ_2 y μ_{ij} son constantes a lo largo del tiempo. Para muchas de las aplicaciones prácticas es suficiente considerar la estacionariedad débil. La estacionariedad en el primer momento mide que la media sea constante y en el segundo momento que la varianza sea constante (Suriñach *et al*, 1995:12).

La implicación de existencia de tendencia en la varianza es que las distribuciones utilizadas en la inferencia estándar no sean aplicables. Estas tendencias en varianza son provocadas por distintos motivos, como la existencia de raíces

unitarias en el polinomio de la representación autorregresiva del proceso. El tratamiento en el caso de la media es al introducir una variable determinista¹⁴.

2.2 Series no estacionarias

La estacionariedad se refleja en la ausencia de tendencias en las series, la existencia de cualquier tipo de tendencia la serie puede implicar no estacionariedad. La no estacionariedad se puede observar en un modelo sencillo de serie de tiempo definido como $x_t = \mu_t + e_t$, donde la media μ_t es una función del tiempo y e_t es una serie estacionaria débil.

El proceso que describe el comportamiento de un camino aleatorio (*random walk*) es $x_t = x_{t-1} + \varepsilon_t$; si ε_t es una serie puramente aleatoria,¹⁵ es decir, un ruido blanco, con media μ y varianza σ^2 , en el proceso que genera x_t el comportamiento de los momentos de media y varianza cambian con t , por lo que el proceso no es estacionario. La idea básica detrás de una caminata aleatoria es que el valor de una serie mañana es el valor de hoy más un cambio impredecible (la trayectoria x_t de sigue “un camino” aleatorio) (Maddala, 1996:599).

Lo anterior se puede ejemplificar si partimos $x_t = 0$, entonces el proceso evoluciona en la forma siguiente: en su primer momento es $x_1 = \varepsilon_1$, para el segundo momento se tiene que $x_2 = x_1 + \varepsilon_2 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$ y así sucesivamente. Por lo tanto, $E(x_t) = t\mu$ y $var(x_t) = t\sigma^2$. Dado que la media y la varianza cambian con t , el proceso no es estacionario, aunque su primera diferencia si lo es.

Ahora bien, un proceso autorregresivo de orden r está dado por $x_t = a_1x_{t-1} + a_2x_{t-2} + \dots + a_rx_{t-r} + \varepsilon_t$, y se denota $AR(r)$. Ya que la expresión es similar a una ecuación de regresión múltiple se llama regresiva, además como es una regresión

¹⁴ La presencia de no estacionariedad únicamente en la media puede recogerse introduciendo elementos deterministas en la especificación del proceso, tales como tendencias lineales, polinómicas, segmentadas y variables ficticias, entre otras, y se puede aplicar sin problema el método de mínimos cuadrados ordinarios (Maddala, 1996:353).

¹⁵ Se dice que un proceso es puramente aleatorio si tiene una media igual a cero, $E(x) = 0$, una varianza constante $VAR(x) = \sigma^2$ y no está serialmente correlacionado. También denotado por estar independiente e idénticamente distribuido como una distribución normal con media cero y varianza constante y una función de autocovarianza es $\gamma(k) = cov(x_i, x_{i+k}) = 0$ para $k \neq 0$ (Gujarati, 2010:741).

sobre sus propios valores anteriores se le nombra autorregresión. En términos del operador del rezago L de la forma $L * x_t = x_{t-1}$, podemos escribir el proceso AR como:

$$x_t = (a_1L + a_2L^2 + \dots + a_rL^r)x_t + \varepsilon_t$$

$$(1 - a_1L - a_2L^2 - \dots - a_rL^r)x_t = \varepsilon_t$$

$$x_t = \frac{1}{1 - a_1L - a_2L^2 - \dots - a_rL^r} \varepsilon_t$$

$$= \frac{1}{(1 - \pi_1L)(1 - \pi_2L) \dots (1 - \pi_rL)} \varepsilon_t$$

donde $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_r$ son las raíces de la ecuación. La condición para que la expresión anterior sea válida y la varianza de x_t sea única es $|\pi_i| < 1$ para toda i (Maddala. 1996:608). Esta solución es válida para el modelo general de un proceso AR.

Para el modelo AR(2) dado por $x_t = a_1x_{t-1} + a_2x_{t-2} + \varepsilon_t$, se resuelve el polinomio de rezago $(1 - a_1L - a_2L^2)x_t = \varepsilon_t$ obteniendo a las raíces de la ecuación de

rezago como π_1 y π_2 . Se puede concluir que $|\pi_1| < 1$ sí $\left| \frac{-a_1 \pm \sqrt{a_1^2 + 4a_2}}{2a_2} \right| < 1$. Las

condiciones de estacionariedad son

$$\left. \begin{array}{l} a_1 + a_2 < 1 \\ a_1 - a_2 > 1 \\ |a_2| < 1 \end{array} \right\} \quad (2.1)$$

Y para el modelo más sencillo de AR(1) expresado como $x_t = a_1x_{t-1} + \varepsilon_t$, se resuelve el polinomio de rezago $(1 - a_1L)x_t = \varepsilon_t$ obteniendo a las raíz de la ecuación de rezago como π_1 la condición que se debe cumplir es $|a_1| < 1$.

Un modelo más general es el de camino aleatorio con desplazamiento según el cual la variable de serie de tiempo x_t evoluciona de acuerdo $x_t = \mu + x_{t-1} + e_t$ o $x_t - x_{t-1} = \mu + e_t$ donde e_t tiene media igual a cero y varianza σ_e^2 . Además e_t no

está correlacionada con e_s para $s \neq t$, por lo que e_t no puede ser pronosticado utilizando los valores pasados de x_t . El desplazamiento del camino aleatorio " μ " es el incremento promedio predecible de x_t en cada periodo (Stock y Watson, 1988).

Para determinar la estacionariedad en el modelo de camino aleatorio con desplazamiento en el caso general. Se parte del supuesto que la no estacionariedad en varianza es causada por una raíz unitaria¹⁶ en el polinomio autorregresivo, así tenemos que:

$$x_t - \phi x_{t-1} = \mu + (1 - \phi)L)x_t = \varepsilon_t \quad \text{con } \phi = 1 \quad (2.2)$$

Al realizar la ecuación recursiva de $x_t = \mu + \phi x_{t-1} + \varepsilon_t$ obtenemos:

$$\begin{aligned} x_1 &= \mu + \phi x_0 + \varepsilon_1 \\ x_2 &= \mu + \phi(\mu + \phi x_0 + \varepsilon_1) + \varepsilon_2 \\ x_3 &= \mu + \phi x_2 + \varepsilon_3 = \mu + \phi\mu + \phi^2\mu + \phi^3x_0 + \phi^2\varepsilon_1 + \phi\varepsilon_2 + \varepsilon_3 \end{aligned}$$

Generalizando, para el periodo t se tiene que:

$$x_t = \sum_{i=0}^{t-1} \phi^i \mu + \phi^t x_0 + \sum_{i=0}^{t-1} \phi^i \varepsilon_{t-i} \quad (2.3)$$

Por lo tanto, σ^2 es la varianza de ε_t y la $var(x_0) = 0$.

Al analizar casos específicos como si $\phi = 1$: la solución general cambia a

$$x_t = t\mu + x_0 + \sum_{t=1}^t \varepsilon_t$$

la media está dada por

$$E(x_t) = E\left(\mu t + x_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{t-1}\right) = E(x_t) + E\left(\sum_{i=1}^t \varepsilon_t\right) + \mu t = x_0 + \mu t,$$

¹⁶ Raíz unitaria" se refiere al coeficiente de unidad x_{t-1} en la fórmula que define un proceso integrado. La declaraciones " x_t tiene una raíz unitaria" y " x_t es integrada de orden uno" son equivalentes. Box y Jenkins utilizar el término "no estacionario" para referirse a un proceso integrado (Stock y Watson, 1988).

y la varianza

$$Var(x_t) = E(x_t - \mu)^2 = E\left(\sum_{i=1}^t \varepsilon_{t-i}\right)^2 = \sum_{i=1}^t E(\varepsilon_t^2) = t * \sigma_\varepsilon^2$$

En el caso de un camino aleatorio cuyo proceso estocástico presenta una raíz unitaria en el polinomio autorregresivo ($\phi = 1$), o bien, existe un factor $(1 - L)$, se puede decir que el proceso es integrable o integrado de orden 1 y su notación es $I(1)$. Para explicar lo anterior, tomemos la ecuación (2.2) despejando a x_t

$$(1 - L)x_t = \varepsilon_t$$

$$x_t = \frac{\varepsilon_t}{(1 - L)} = x_0 + \sum_{i=0}^{t-1} \varepsilon_{t-i} \quad (2.4)$$

se observa que x_t es la integración, entendida como la suma de términos (posiblemente infinitos) de ε_t . Ello ocasiona que dichos procesos tengan memoria ilimitada, frente a los no integrados que la tiene limitada, ya que el valor actual de x_t depende de todos los choques aleatorios pasados representados por ε_t , sin que el efecto de éstos se vaya diluyendo en el tiempo hasta desaparecer (Suriñach *et al.* 1995:13).

En el caso general de un camino aleatorio cuya representación está dada por $x_t = \phi x_{t-1} + \varepsilon_t$. Al sustituir recursivamente se obtiene como solución general

$$x_t = \phi^t x_0 + \sum_{i=0}^{t-1} \phi^i \varepsilon_{t-i}$$

Se pueden analizar tres casos: a) Estabilidad en el modelo se da cuando la influencia del valor inicial y el de los choques pasados decae a medida que se incrementa el tiempo, es decir, el parámetro se comporta $0 < \phi < 1$. b) En el caso que el parámetro $|\phi| = 1$ la influencia del valor inicial y los choques pasados y presentes son igual de importantes teniendo efectos permanentes en el nivel de la variable, a este comportamiento se le conoce como raíz unitaria. c) El caso

explosivo indica que la influencia del valor inicial y los choques pasados se vuelven cada vez más importantes a medida que aumenta el tiempo, es decir, el parámetro se comporta $\phi > 1$ (Suriñach *et al.* 1995:26).

Se pueden analizar dos casos: el primero cuando el coeficiente del rezago es igual a la unidad se dice que el proceso tiene raíz unitaria y es no estacionario ya que recoge una tendencia determinística en su media y estocástica en la varianza¹⁷. Cuando el coeficiente del rezago es menor a la unidad sigue un comportamiento estacionario y su media y varianza ya no dependen del tiempo, siempre y cuando se cumplan las condiciones de la ecuación (2.1).

Para transformar a una variable con una raíz unitaria a una variable estacionaria en varianza se aplica el operador de diferencia $\Delta = (1 - L)$. Al aplicar d diferencias para conseguir estacionariedad en la variable el proceso se denotara como $I(d)$, y si no fuera necesaria la diferenciación, es decir, si el proceso ya fuera estacionario en varianza, se expresará como $I(0)$. Por lo tanto, el valor del número de diferenciaciones d se denomina orden de integración de x_t . Por lo que, la presencia de raíces unitarias en la representación autorregresiva del proceso origina momentos de segundo orden que cambian a lo largo del tiempo, lo cual provoca que la inferencia clásica no sea utilizable.

Engle y Granger (1987) sintetizan a un proceso $I(0)$ como aquel con una media constante y tendencia a fluctuar alrededor de esa media. El comportamiento de la función de autocorrelación decrece rápidamente cuando aumentan los retardos. Su varianza es finita e independiente del tiempo, además de poseer memoria limitada de su comportamiento pasado, es decir, que los efectos de choques aleatorios tan sólo son transitorios y va decreciendo en el tiempo (perdiendo ponderación en el proceso).

Por lo contrario, un proceso $I(1)$, mencionan los mismos autores, no posee una media constante, su autocorrelación tienden a 1 para cualquier rezago y su

¹⁷ Se define a un proceso con tendencias deterministas como aquel cuya media es función del tiempo, y con tendencia estocástica cuando la varianza depende de él (Suriñach *et al.*, 1995:27).

varianza depende del tiempo y tiende a infinito cuando éste tiende a infinito. El proceso posee memoria ilimitada, por lo cual, un choque aleatorio tendrá efectos permanentes en el proceso.

Partiendo de lo anterior concluimos que si una variable contiene una tendencia estocástica se puede escribir como $y_t = y_t^p + y_t^s$, donde y_t^p es un paseo aleatorio (posiblemente con deriva) y y_t^s es una variable estacionaria; los superíndices "p" y "s" corresponden a los componentes "permanente" (o tendencia) y componentes "estacionarios" (o transitorias) de y_t , respectivamente. En contraste, una variable que contiene una tendencia temporal determinista se puede escribir como $y_t = at + y_t^s$, donde y_t^s es estacionario y a es el crecimiento constante de la tendencia determinista (Stock y Watson, 1988).

2.2.1 Tendencias

La estacionariedad o no estacionariedad de un proceso está asociado con la naturaleza de sus tendencias subyacentes. En particular, se pueden considerar diferentes casos:

- 1) La ausencia de tendencia se presenta en aquellas series cuya media y varianza son constantes en el tiempo, es decir, la serie oscila sobre su valor medio con una amplitud constante. En este caso las series son estacionarias.
- 2) La tendencia determinista se establece en las series cuya varianza sigue siendo independiente del tiempo, pero la media es función de éste. Por ejemplo, si x_t viene determinada por un proceso autorregresivo estacionario sobre una tendencia determinista, $x_t = \mu + \beta t + \phi x_t + \varepsilon_t$, con $|\phi| < 1$ y ε_t es ruido blanco, su media y varianza son:

$$E(x) = \frac{\mu}{1 - \phi} + \frac{\beta}{1 - \phi} t$$

$$VAR(x) = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1 - \phi^2}$$

La especificación de la tendencia determinista en la estimación del modelo elimina completamente el problema de la no estacionariedad en media. Las

variables que siguen dicho proceso se denominan estacionarias sobre una tendencia (trend-stationary, TS).

- 3) La tendencia estocástica se observa cuando el comportamiento de la media es constante y la varianza es función del tiempo, por lo que crecerá al aumentar la muestra y tiende al infinito cuando el tiempo tienda a infinito. Es decir, si x_t es la suma de un valor inicial más todos los choques aleatorios $x_t = x_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_t$. Suponiendo $x_0 = 0$, su media y varianza son:

$$E(x) = 0$$

$$VAR(x) = t\sigma^2$$

Por lo cual, si se aplica primera diferencia se transforma el proceso a estacionario, este cambio transforma a la media y varianza a constantes $VAR(x) = (\sigma^2)$. Se aprecia a la serie como un proceso que divaga ampliamente y con poca frecuencia repetirá valores alcanzados anteriormente, ya que un choque externo tiene un efecto permanente sobre la serie, es decir, la serie deambula.

- 4) Tendencia determinística junto con una estocástica se da cuando el comportamiento de la media y la varianza de una serie son funciones del tiempo, como consecuencia este proceso presenta tendencia tanto en media como en varianza. Por ejemplo, teniendo un proceso $x_t = \mu + x_{t-1} + \varepsilon_t$, siendo ε_t es ruido blanco, es decir, un paseo aleatorio con desplazamiento. Cuya ecuación general es $x_t = t\mu + \sum_{i=0}^{t-1} \varepsilon_{t-i}$. su media y varianza son:

$$E(x) = t\mu$$

$$VAR(x) = t\sigma^2$$

Dicho proceso se puede hacer estacionario a partir de la diferenciación, presentando una media (μ) y varianza (σ^2) constantes, o bien, corresponde a camino aleatorio con aleatorio con desplazamiento. A las variables que siguen un comportamiento similar a éste se les denomina, además de integradas, estacionarias por diferenciación (difference-stationary, DS).

Por lo tanto, la determinación de la estacionariedad depende de la tendencia de la serie. Un efecto de no considerar la presencia de tendencias estocásticas es la obtención de relaciones espurias, las cuales muestran que el comportamiento sistemático similar de dos variables puede no ser explicado tanto por una relación de causalidad como por una situación de casualidad, y por lo tanto, deberse a una .relación de tipo espurio (Suriñach *et al.* 1995:23). Adicionalmente, al modelar una relación espuria o tendencias determinísticas en lugar de estocásticas se origina resultados erróneos e inconsistentes.

Dado que para una serie integrada de orden d , $I(d)$, fue necesario aplicar el polinomio $(1 - L)^d$ para transformarla en estacionaria, se tiene d raíces/soluciones unitarias, al referirse al contraste del orden de integrabilidad de una serie nos referimos habitualmente a él como prueba de raíces unitarias (Suriñach *et al.* 1995: 25).

2.3 Prueba de raíces unitarias

El procedimiento para determinar el orden de integración de una serie de tiempo está basado en pruebas que permiten identificar la presencia de raíces unitarias. En esta segunda sección se explicaran dos de las pruebas más importantes.

2.3.1 Prueba Dickey-Fuller aumentada

La prueba de Dickey y Fuller fue propuesta en 1979 considerando que bajo la hipótesis nula el proceso sigue un paseo aleatorio y un proceso $AR(1)$ estacionario. En 1981 la amplían para el caso en que el proceso siga un esquema $AR(p)$ estacionario considerando en la hipótesis alternativa, a esta generalización se le conoce como prueba Dickey-Fuller aumentada o Dickey-Fuller Ampliada (ADF).

Para explicar esta prueba suponemos que x_t sigue un esquema $AR(p)$ sin deriva (término constante):

$$x_t = \sum_{i=1}^p \phi_i x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2.5)$$

donde $\varepsilon_t \sim iidn(0, \sigma^2)$, es decir, sigue un proceso ruido blanco.

La ecuación característica del polinomio autorregresivo de x_t es:

$$\lambda^p - \sum_{i=1}^p \phi_i \lambda^{p-i} = 0$$

siendo $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_p$ las raíces características del proceso. Si $|\lambda_i| < 1$ entonces x_t es un proceso estacionario; para el caso general de un $AR(p)$ la suma de todas las raíces características debe ser menor a 1. Si $\lambda_1 = 1$, o para el caso general de $AR(p)$ si la suma de las raíces características es igual a la unidad, el proceso está dentro del círculo unitario y no es estacionario. La prueba de hipótesis en el caso de un $AR(1)$ se puede plantear mediante la estimación de

$$x_t = \phi x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.6)$$

Estableciendo la hipótesis nula como $\phi = 1$, es decir, que bajo la hipótesis nula x_t es integrada de orden 1 ($x_t \sim I(1)$), frente a la hipótesis alternativa $H_a: \phi < 1$ lo que la hace una prueba de una cola.

La regla de decisión se toma a través de dos estadísticos:

- 1) El sesgo normalizado, $T(\hat{\phi} - 1)$, obtenido a partir de la estimación MCO de (2.6).
- 2) Estadístico t de ϕ estimado por MCO.

Alternativamente, se puede estimar por MCO el modelo equivalente al anterior:

$$\Delta x_t = \alpha x_t + \varepsilon_t \quad (2.7)$$

donde $\alpha = (\phi - 1)$, de modo que al contrastar la hipótesis nula de existencia de una raíz unitaria ($\phi = 1$) en (2.6) equivale a contrastar $\alpha = 0$ en (2.7), donde la hipótesis alternativa sería $H_a: \alpha < 0$, por lo que los valores críticos serán negativos.

En general, si se obtiene un valor inferior del estadístico t a esos valores críticos se rechazara la hipótesis nula. Los valores críticos que se utilizan provienen de distribuciones empíricas de Fuller (1976) en virtud de que los valores convencionales no son válidos al trabajar con series no estacionarias.

La distribución del estimador α no es independiente de la presencia de un término constante y/o una tendencia determinística en la especificación de la ecuación de la prueba. Así que se deben considerar estas tres posibilidades:

$$1. \Delta x_t = \alpha x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.8)$$

$$2. \Delta x_t = \mu + \alpha x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.9)$$

$$3. \Delta x_t = \mu + \beta t + \alpha x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.10)$$

En cada especificación se evalúa la hipótesis nula $H_0: \alpha = 0$ con los estadísticos t denotados τ , τ_μ , τ_T respectivamente.

La especificación (2.10) plantea la hipótesis nula de integración de primer orden, es decir, un paseo aleatorio con deriva, frente a una hipótesis alternativa de un proceso $AR(1)$ estacionario ($-1 < \phi < 1$; $-2 < \alpha < 0$) entorno a una tendencia determinista.

Para el caso del modelo (2.9) la hipótesis nula de paseo aleatorio sin deriva frente a la alternativa de esquema $AR(1)$.

El modelo (2.8) contrasta la hipótesis nula de paseo aleatorio con $x_0 = 0$ frente a una alternativa de procesos autorregresivo estacionario con media nula. Debido a las distintas implicaciones de los tres modelos sobre el comportamiento de la variable y con la intención de maximizar la potencia de los estadísticos de prueba¹⁸ se debe seguir la estrategia de partir del modelo más general analizando los modelos (2.10), (2.9) y (2.8) respectivamente

¹⁸ El poder de una prueba estadística es la probabilidad de que la prueba va a rechazar la hipótesis nula cuando la hipótesis nula es falsa, es decir la probabilidad de no cometer un error de tipo II o tomar la decisión de falsos negativos (Cohen, 1992).

Al plantear lo anterior se está suponiendo que ε_t no está autocorrelacionado. Pero este supuesto no tiene por qué cumplirse, por lo que la inferencia en cualquiera de las tres ecuaciones planteadas será afectada. En tal caso la estacionariedad se puede examinar a través de pruebas paramétricas y no paramétricas, como se verá a continuación.

Se considera como solución paramétrica a la prueba DFA que consiste en la inclusión en la prueba Dickey-Fuller de la estructura de retardos de la variable dependiente lo que permite capturar la estructura autorregresiva de ésta, quedando el término de perturbación lo menos autocorrelacionado posible. La prueba consiste en estimar

$$\Delta x_t = \mu + \beta t + \alpha x_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2.11)$$

con p lo suficientemente grande para garantizar que ε_t sea aproximadamente un ruido blanco. La inclusión de los citados retardos dependerá de su significancia estadística. Al establecer el número de retardos se debe tomar en cuenta que un número excesivo reducirá la potencia de la prueba, mientras que si no se especifican suficientes no se recogerá toda la autocorrelación residual, por lo que los valores críticos tabulados no serán aplicables. Alternativamente se puede aplicar los criterios de información como Schwart (SBIC) o Akaike (AIC).

2.3.2 Prueba Phillips-Perron

Para el caso de raíces unitarias la solución no paramétrica es la prueba Phillips y Perron (1988), la cual sugiere transformar los estadísticos de la prueba Dickey-Fuller para hacerlos compatibles con la presencia de autocorrelación y heteroscedasticidad en el término de perturbación. Se aplica a través de los residuos estimados ε_t en la regresión DF para corregir el estadístico t asociado a los parámetros.

La distribución asintótica del estadístico t de los parámetros α en los modelos (2.8), (2.9) y (2.10) de la prueba DF depende de la relación σ_t^2 / σ^2 dónde:

$$\sigma_t^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} \left[T^{-1} \sum_{t=1}^T E(\varepsilon_t^2) \right] \quad \text{y} \quad \sigma^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} \left[T^{-1} E \left(\sum_{t=1}^T \varepsilon_t \right)^2 \right] \quad (2.12)$$

El aspecto importante en estas relaciones es que σ^2 considera las autocovarianzas entre los términos de perturbación, si éstos no son ruido blanco σ_t^2 y σ^2 serán distintas y la razón σ_t^2/σ^2 será distinto de uno (así que las distribuciones realizadas por Fuller (1976) ya nos son adecuadas). Esto provoca que para cada valor de las razones σ_t^2/σ^2 exista una distribución asintótica distinta bajo la H_0 de no estacionariedad.

Para enfrentar el anterior problema Phillips y Perron (1988) corrigieron las estimaciones de los estadísticos t para hacerlos independientes de la relación σ_t^2/σ^2 y poder usar los valores críticos de Fuller. La corrección consiste en realizar una transformación de los estadísticos τ , τ_μ y τ_T mediante las estimaciones muestrales de σ^2 y σ_t^2 a partir de los residuos de la prueba de Dickey Fuller. La estimación para σ^2 es:

$$S_{Tl}^2 = \frac{\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2}{T} + 2 \frac{\sum_{r=1}^l \left(1 - \frac{r}{l+1}\right) \sum_{t=r+1}^T \hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}_{t+r}}{T} \quad (2.13)$$

y para σ_t^2 :

$$S_\varepsilon^2 = \frac{\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2}{T}$$

De acuerdo a las anteriores ecuaciones se observa que S_{Tl}^2 depende del parámetro de truncamiento elegido como l . Por esto, se debe analizar la sensibilidad de los resultados para diferentes valores. Como criterio de decisión Schwert (1987 y 1989) sugiere elegirlo en función del número de datos tomando a $l = \text{ent}(4\sqrt[4]{T}/100)$ o bien $l = \text{ent}(12\sqrt[4]{T}/100)$.

Además, se observa en S_{Tl}^2 se incorpora una suma ponderada de las autocovarianzas muestrales de los residuos de MCO (ε_t). Las correcciones no paramétricas de τ , τ_μ y τ_T , denotadas por $Z(\cdot)$ son:

$$Z(\tau) = \frac{S_\varepsilon}{S_{Tl}} \hat{\tau} - \frac{\frac{1}{2}(S_{Tl} - S_\varepsilon^2)}{S_{Tl}\sqrt{T^{-2} \sum_{t=2}^T x_{T-1}^2}} \quad (2.14)$$

para el modelo (2.8), donde $\hat{\tau}$ indica el valor estimado en la prueba DF. Para el modelo (2.9), $Z(\tau_\mu)$ presenta una expresión similar vista como:

$$Z(\tau_\mu) = \frac{S_\varepsilon}{S_{Tl}} \hat{\tau}_\mu - \frac{\frac{1}{2}(S_{Tl} - S_\varepsilon^2)}{S_{Tl}\sqrt{T^{-2} \sum_{t=2}^T (x_{t-1} - \bar{x}_{-1})^2}} \quad (2.15)$$

Por último, la corrección no paramétrica para el modelo (2.10), $Z(\tau_T)$, está dada por:

$$Z(\tau_T) = \frac{S_\varepsilon}{S_{Tl}} \hat{\tau}_T - \frac{T^3(S_{Tl} - S_\varepsilon^2)}{4S_{Tl}\sqrt{3D_x}} \quad (2.16)$$

donde

$$D_x = \frac{T^2(T^2 - 1)}{12} \sum_{t=2}^T x_{T-1}^2 - T \left(\sum_{t=2}^T t x_{t-1} \right)^2 + T(T + 1) \sum_{t=2}^T t x_{t-1} \sum_{t=2}^T x_{t-1} - \frac{T(T + 1)(2T + 1)}{6} \left(\sum_{t=2}^T x_{t-1} \right)^2$$

Los estadísticos $Z(\tau)$, $Z(\tau_\mu)$ y $Z(\tau_T)$ siguen asintóticamente las distribuciones de Fuller, bajo la hipótesis nula de raíz unitaria (Suriñach *et al.* 1995:42-44).

2.4 Prueba de cointegración

Las regresiones espurias son aquellas que parecen ofrecer un buen ajuste y predecir una relación estadística significativa entre variables cuando no existe en absoluto. Este problema fue tratado formalmente por Yule (1926), pero hasta los trabajos de Granger y Newbold (1974) y Phillips (1986) se obtuvieron bases para diferenciar entre relaciones de tipo espurio y relaciones reales, puesto que las regresiones espurias no cumplen con las propiedades estadísticas de estacionariedad lo que ocasiona problemas como coeficientes inconsistentes,

altos valores en el R^2 y estadísticos t que no converge a su valor poblacional (Gujarati, 2010:748). Granger y Newbold (1974) plantean la conveniencia de estimar las relaciones entre variables en primeras diferencias con el fin de eliminar la tendencia estocástica y el problema de raíz unitaria.

Granger y Newbold (1974) encontraron que las propiedades de realizar regresiones entre variables no estacionarias son: las distribuciones de los estadísticos t de los coeficientes divergen; los coeficientes no son consistentes, es decir, los valores de los parámetros de MCO tienden a converger a una distribución no concentrada en un punto que diverge de la probabilidad de estar cerca del verdadero valor de los parámetros; el valor Durbin-Watson tiende a 0, aun cuando el término aleatorio de la regresión no presente autocorrelación; e incluso en muestras grandes y/o las series que son independientes podrían, con alta probabilidad, parecer estar relacionadas si ambas tienen tendencias estocásticas (regresión espuria).

Para el análisis de largo plazo se aborda el concepto de cointegración, el cual indica que si dos o más variables se encuentran en equilibrio en el largo plazo están cointegradas. Sobre este punto Venegas *et al.* (2009) señala que la noción de equilibrio no se refiere al vaciamiento del mercado, sino hace referencia a un equilibrio estadístico en el que dos variables se “mueven” igualmente en el largo plazo, sin que se desvíen ampliamente una de la otra.

Para ello es importante destacar a la integración como propiedad dominante, lo que significa que la suma o combinación lineal de procesos de distinto orden de integración es del mismo orden que el proceso de orden mayor. Es decir, si:

$$z_t = x_t + \alpha y_t \quad \text{con} \quad x_t \sim I(e) \quad y_t \sim I(d) \quad (2.17)$$

Entonces $z_t \sim I(\max(e, d))$.

El concepto de cointegración se debe a Engle y Granger (1987) y definiéndolo de la siguiente forma:

Los componentes de un vector $Y_t(m * 1)$ se dice que están cointegrados de órdenes d y b , y se denota por $Y_t \sim CI(d, b)$, si:

- 1) Todos los componentes de Y_t son integrables del mismo orden d , indicado como $I(d)$,
- 2) Existe un vector α , no nulo, tal que $\alpha'Y_t = z_t \sim I(d - b)$, con $b > 0$. Al vector α se le denomina vector de cointegración.

El caso más comúnmente considerado es aquel en que $d = b = 1$, en otras palabras, todos los elementos de Y_t son $I(1)$ y z_t es, $I(0)$, estacionaria. Al existir una relación de cointegración entre el conjunto de variables significa que las perturbaciones tienen un efecto temporal sobre esa relación, $\alpha'Y_t$, mientras que tienen un efecto permanente sobre las variables individuales y los choques aleatorios tienen un efecto permanente sobre las variables integradas.

En el caso de que α exista no será único. Basta multiplicar el vector por un escalar no nulo para obtener un nuevo vector de cointegración. No obstante, el número de vectores de cointegración linealmente independientes que puede haber entre m variables integradas del mismo orden es $m - 1$. Normalizando el vector habrá como máximo $m - 1$ vectores de cointegración distintos. Se le denomina rango de cointegración al número de vectores de cointegración linealmente independientes.

La relación lineal de equilibrio entre un conjunto de variables es la interpretación de la existencia de una relación de cointegración entre ellas dada por el vector de cointegración. Las divergencias de la relación de equilibrio (z_t) tienen una dispersión constante y las variables de la relación a largo plazo tienden a evolucionar conjuntamente en el tiempo.

Para el caso de dos variables $I(1)$, y_t y x_t , cointegradas con el vector de cointegración normalizado $(1, -\alpha)'$ tenemos:

$$\alpha'Y_t = (1 \quad -\alpha) \begin{pmatrix} y_t \\ x_t \end{pmatrix} = y_t - \alpha x_t = z_t \quad z_t \sim I(0) \quad (2.18)$$

La relación de equilibrio no sujeta a perturbaciones ($z_t = 0$) sería $\alpha = \frac{y_t}{x_t}$, en este caso una constante. Al combinar linealmente las variables del vector Y_t es la cancelación de los componentes no estacionarios en éstos lo que da lugar a una variable estacionaria.

Para el caso de dos variables, supongamos que las podemos descomponer como:

$$x_t = w_t + \bar{x}_t \quad w_t \sim I(1) \text{ y } \bar{x}_t \sim I(0)$$

$$y_t = \alpha w_t + \bar{y}_t \quad \bar{y}_t \sim I(0)$$

Por lo que: $y_t - \alpha x_t = \bar{y}_t - \alpha \bar{x}_t = z_t \sim I(0)$ donde w_t es la tendencia estocástica común, y α es el parámetro de cointegración, parámetro que anula la tendencia estocástica en la combinación lineal de las variables $I(1)$, por lo que solo existe un vector de cointegración normalizado.

Generalizando, si entre m variables hay r relaciones de cointegración ello significa que hay $m - r$ tendencias estocásticas comunes. Por ejemplo, si dos variables x_t e y_t , ambas $I(1)$, están cointegradas, y por ejemplo x_t lo está con otra tercera, p_t , entonces y_t y p_t también lo estarán:

$$y_t = \alpha_1 x_t + z_{1,t} \quad x_t, y_t \sim I(1) \quad p_t \sim I(1)$$

$$x_t = \alpha_2 p_t + z_{2,t} \quad z_{1,t}, z_{2,t} \sim I(0)$$

Entonces:

$$y_t = \alpha_1 \alpha_2 p_t + \alpha_1 z_{2,t} + z_{1,t} = \alpha_3 p_t + z_{3,t} \quad \text{con} \quad z_{1,t} + \alpha_1 z_{2,t} = z_{3,t} \sim I(0)$$

$$\text{y } \alpha_3 = \alpha_1 \alpha_2$$

Además si y_t y x_t están cointegradas, x_t e y_{t-i} ($i = 1, 2, \dots$) también lo estarán. Por lo tanto, si y_t y x_t son $CI(1, 1)$ entonces, o bien y_t causa a x_t , o bien a la inversa, x_t causa y_t , en el sentido de causalidad de Granger, pudiendo haber causalidad en ambas direcciones.

2.4.1 Prueba Engle-Granger

Engle y Granger (1987) proponen un procedimiento bietápico que consiste en estimar primero la relación de cointegración por MCO y, posteriormente, estimar el Modelo de Corrección de Error introduciendo los residuos de la relación de cointegración estimada, desfasados un periodo. Por ejemplo, en un caso bivalente se estimaría por MCO: $y_t = \mu + \alpha x_t + z_t$ donde y_t y x_t son $I(1)$ y z_t es el término de perturbación, por lo que se obtendría

$$\hat{z}_{t-1} = y_{t-1} - \hat{\mu} - \hat{\alpha}_{t-1} \quad (2.19)$$

Para la segunda etapa estimar:

$$\Delta y_t = \sum_{i=1}^{p1} \phi_i \Delta y_{t-i} + \sum_{j=0}^{p2} \omega_j \Delta x_{t-j} + \gamma \hat{z}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.20)$$

Se le denomina estimación estática o de cointegración a la primer etapa de estimación y podría contrastarse si la relación estimada constituye una relación de cointegración mediante las pruebas de raíz unitaria. Si las variables no están cointegradas los residuos de la estimación estática presentarían raíz unitaria, es decir, no serán $I(0)$, además si por parte de la teoría económica conocemos al vector de cointegración $\alpha, \alpha' = (1, -\alpha_1, -\alpha_2, \dots, -\alpha_n)'$, se puede calcular la serie que recoge los desequilibrios en la relación de cointegración y revisar si es estacionaria al aplicarle las pruebas de raíz unitaria.

El procedimiento que permite determinar si dos variables integradas de orden 1, $I(1)$, están cointegradas de orden $C(1, 1)$ es mediante la prueba de Engle y Granger:

1. Determinar el orden de integración de las variables y que sean integradas del mismo orden. Entonces, se puede emplear la prueba DFA y/o la prueba PP para determinar el número de raíces unitarias en las series. Si las series son estacionarias, entonces se pueden aplicar métodos convencionales de series de tiempo para series estacionarias. Por otro lado, si las series son

integradas de diferente orden, se puede concluir que esas series no están cointegradas.

2. Estimar la relación de equilibrio de largo plazo si las dos variables son $I(1)$ bajo la forma:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \varepsilon_t \quad (2.21)$$

Si las variables están $CI(1, 1)$, la secuencia de residuos $\{e_t\}$ de la regresión cointegradora (condición de equilibrio de largo plazo) debe ser estacionaria. Para determinar el orden de integración de los residuos se puede implementar la siguiente prueba DF:

$$\Delta e_t = \alpha_t e_{t-1} + v_t \quad (2.22)$$

La regresión no requiere la inclusión de un intercepto porque la serie en cuestión consta de los residuos de una ecuación de regresión. Se define como hipótesis nula $\alpha_1 = 0$. Si la hipótesis nula no se puede rechazar, se infiere que la serie e_t tiene una raíz unitaria. Por lo tanto, las variables x_t y y_t no están cointegradas. Por el contrario, si no se puede rechazar la hipótesis alternativa implica que la secuencia de residuos es estacionaria. Dado que las variables $x_t, y_t \sim I(1)$, se concluye que las dos series están $CI(1, 1)$, es decir, están cointegradas. Los valores críticos que se usan en la prueba son los de Engle y Granger (1987) o los de tablas de Davidson y MacKinnon (1993).

Si los residuos de la regresión (2.22) muestran evidencia de autocorrelación, se puede emplear la siguiente versión de la prueba DFA o el estadístico Durban-Watson para evaluar cointegración, denotado como CIDW, respectivamente:

$$\Delta e_t = \alpha_1 e_{t-1} + \sum_{i=1}^n \alpha_{i+1} \Delta e_{t-i} + v_t \quad (2.23)$$

$$CIDW = \frac{\sum (e_t - e_{t-1})^2}{\sum (e_t - \bar{e}_t)^2} \quad (2.24)$$

Con la regresión (2.23) se puede contrastar la relación de cointegración que consiste en analizar si los residuos de la regresión presentan un orden de integración menor que el de las variables implicadas. En el caso de variables $I(1)$ la prueba consistirá en determinar si los residuos presentan una raíz unitaria, es decir, si no están cointegrados. a través de revisar si son o no estacionarios en la varianza.

Para ello se usa la prueba de DFA representada en la ecuación (2.23) pero los valores críticos utilizados en esta prueba no son aplicables para el caso de cointegración, debido a que la estimación de MCO proporciona residuos de menor varianza. Los valores críticos de las pruebas de integración tenderán a rechazar la hipótesis de no estacionariedad, por ello Engle y Granger proponen estadísticos críticos basados en el estadístico Durbin-Watson de la regresión cointegradora. El rechazo de la existencia de la relación de cointegración entre las variables integradas utilizadas en la regresión debe interpretarse como que la regresión estimada es de tipo espurio unitaria (Suriñach *et al.* 1995:72-3).

El estadístico CIDW se calcula a partir de las desviaciones de la trayectoria de largo plazo, las cuales bajo la hipótesis de cointegración son estacionarias y \bar{e}_t es la media aritmética de los residuos. La intuición detrás del uso de este estadístico es que cuanto más pequeño sea su valor, más pequeña es la posibilidad de que las series estén cointegradas.

Asimismo, se sabe que el poder del estadístico CIDW depende positivamente de la bondad de ajuste de la estimación por MCO de la relación de equilibrio de largo plazo. Así, este estadístico se puede emplear “como regla de dedo” para la evaluación de la hipótesis de cointegración: si el estadístico CIDW es menor que el coeficiente de determinación (R^2) para una regresión como (2.21), es muy probable que la hipótesis de cointegración sea falsa, y viceversa. En términos más simples, podemos establecer que si el estadístico Durbin-Watson de una regresión como (2.21) es cercano a 2, es muy probable la presencia de cointegración.

3. Estimar el modelo de corrección de error. Si las variables están cointegradas, los residuos de la regresión cointegradora pueden emplearse para construir un modelo de corrección de error. En concreto, si las variables x_t y y_t están $CI(1, 1)$, tienen una representación de corrección de error de la forma:

$$\Delta y_t = \alpha_{10} + \alpha_y(y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 x_{t-1}) + \sum \alpha_{11}(i) \Delta y_{t-i} + \sum \alpha_{12}(i) \Delta x_{t-i} + \varepsilon_{yt} \quad (2.25)$$

$$\Delta x_t = \alpha_{20} + \alpha_x(y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 x_{t-1}) + \sum \alpha_{21}(i) \Delta y_{t-i} + \sum \alpha_{22}(i) \Delta x_{t-i} + \varepsilon_{xt} \quad (2.26)$$

donde β_0 y β_1 son los parámetros del vector cointegrador definidos en (2.22), ε_{xt} y ε_{yt} son procesos ruido blanco (que pueden estar correlacionados entre sí), α_x , α_y y α_{kj} , para $k = 1, 2$ y $j = 0, 1, 2$, son parámetros. El modelo de corrección de error puede formularse también como:

$$\Delta y_t = \alpha_{10} + \alpha_y e_{t-1} + \sum \alpha_{11}(i) \Delta y_{t-i} + \sum \alpha_{12}(i) \Delta x_{t-i} + \varepsilon_{yt} \quad (2.27)$$

$$\Delta x_t = \alpha_{20} + \alpha_x e_{t-1} + \sum \alpha_{21}(i) \Delta y_{t-i} + \sum \alpha_{22}(i) \Delta x_{t-i} + \varepsilon_{xt} \quad (2.28)$$

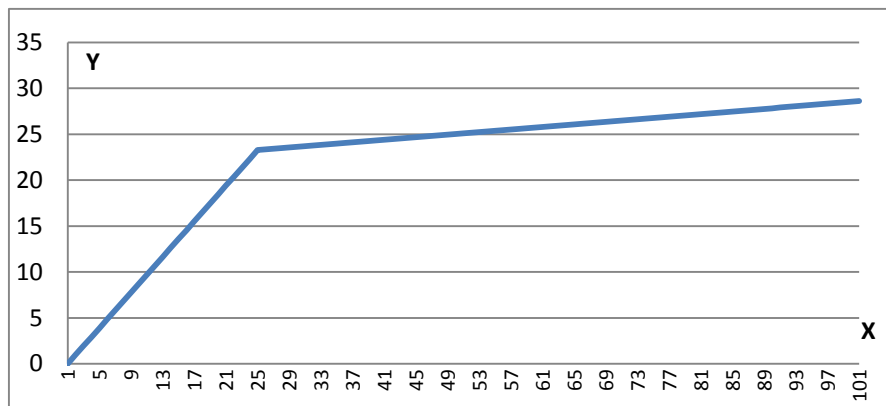
Excepto por el término de error e_{t-1} , estas ecuaciones constituyen un modelo de Vectores Autorregresivo (VAR) en primeras diferencias.

4. Evaluar las propiedades estadísticas del modelo mediante la implementación de pruebas de especificación.
- Si las variables están cointegradas al menos uno de los coeficientes de velocidad de ajuste α_x y α_y debe ser distinto de cero,. Si ambos fuesen cero, el modelo sería un modelo VAR en primeras diferencias.
 - Las funciones de impulso respuesta y la descomposición de varianza pueden aplicarse también a este tipo de modelos para analizar la interacción entre las variables; si todos los términos que intervienen en el sistema son estacionarios, las funciones de impulso respuesta deben converger a cero.

2.4.2 Prueba Gregory-Hansen

Camarero *et al.* (1998) mencionan que se puede presentar un cambio estructural en el vector de cointegración lo que provocaría rechazo de la hipótesis de cointegración. De este modo, si existe un cambio de régimen en la relación de largo plazo, la prueba ADF no puede rechazar la hipótesis nula y se podría concluir erróneamente que no existe una relación de cointegración. Por lo tanto, es importante aplicar la prueba de Gregory y Hansen (1996) que considera el análisis de cambio estructural.

Gráfica 2.1 Cambio estructural



Elaboración propia. Ejemplo de cambio estructural.

Gregory y Hansen (1996) desarrollaron pruebas basadas en los residuales de la regresión de cointegración basados en tres posibles modelos de cambio estructural en la hipótesis nula, que son válidos en contra de una hipótesis alternativa de que no hay un cambio en el vector de cointegración. La hipótesis nula considera los modelos: (I) cambio de nivel, (II) cambio de nivel con tendencia y (III) cambio de régimen (tanto el cambio de nivel y coeficientes de la pendiente).

El Modelo de Cointegración estándar se representa de la siguiente forma:

$$y_t = \mu + \alpha x_t + e_t, \quad t = 1, \dots, N \quad (2.29)$$

donde x_2 es una serie de tiempo integrada de primer orden $I(1)$ y e_t es integrada de orden 0, $I(0)$. N es el tamaño de la muestra. Los parámetros μ y α describen el intercepto y pendiente de la relación entre las series.

El modelo (2.29) captura la relación de equilibrio a largo plazo; se considera μ y α como invariantes en el tiempo. Pero se puede dar el cambio en la relación de largo plazo, a ese momento de cambio desconocido se le puede nombrar cambio estructural y se refleja en los cambios en el intercepto μ y/o cambios en la pendiente α .

Para modelar el cambio estructural, se define la variable binaria

$$\varphi_{t\tau} = \begin{cases} 0, & \text{si } t \leq [N\tau] \\ 1, & \text{si } t > [N\tau] \end{cases}$$

Donde el parámetro desconocido $\tau \in (0,1)$ denota el tiempo del punto de cambio¹⁹ (relativo) y $[\]$ indica que el intervalo debe de expresarse en valores enteros.

El cambio estructural puede tomar varias formas, el caso simple es que haya un cambio de nivel en la relación de cointegración, que puede ser modelado, como un cambio en el intercepto μ , mientras que la pendiente α se mantiene constante. Se le conoce como cambio de nivel y se representa con la siguiente ecuación:

$$y_t = \mu_1 + \mu_2\varphi_{t\tau} + \alpha x_t + e_t, \quad t = 1, \dots, n \quad (2.30)$$

Donde μ_1 representa el intercepto antes del cambio, μ_2 representa el intercepto después del cambio, $\varphi_{t\tau}$ representa la variable binaria en el periodo t y α es la pendiente de la relación entre las dos variables.

El tercer modelo introduce una la tendencia temporal en el modelo de cambio de nivel, denominado como Modelo de Cambio de nivel con tendencia (C/T):

$$y_t = \mu_1 + \mu_2\varphi_{t\tau} + \beta t + \alpha x_t + e_t, \quad t = 1, \dots, n \quad (2.31)$$

Un cambio estructural permite un cambio en el intercepto y a su vez un cambio en la pendiente, lo que causa que la relación de equilibrio rote como un cambio paralelo, es decir, que conserve la tendencia. A esto se le llama el cambio de régimen (C/T):

¹⁹ Tomando el valor de cero hasta el año del cambio estructura y para después tomar el valor de la unidad en el año después del cambio hasta el final de la muestra. Está variable binario cambiará según sea el caso para cada año donde se analice el cambio estructural.

$$y_t = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{t\tau} + \alpha_1 x_t + \alpha_2 x_t \varphi_{t\tau} + e_t, \quad t = 1, \dots, n \quad (2.32)$$

En este caso μ_1 y μ_2 son como el modelo de cambio de nivel, α_1 son los coeficientes de pendiente de cointegración antes del cambio de régimen y α_2 representa los coeficientes después del cambio de pendiente.

Los métodos estándar para probar la hipótesis nula de no cointegración (derivado del modelo 2.29) están basados en los residuos de la regresión cointegradora. La regresión se estima por MCO, para aplicarse sobre los residuos de la regresión una prueba de raíz. En principio se podría utilizar el mismo enfoque para los modelos de prueba (2.29) – (2.32), si el momento del cambio de régimen τ se conoce a priori.

Una vez estimados los cuatro modelos por MCO, se aplica el contraste de raíz unitaria sobre $\hat{\varepsilon}_t$, el residuo estimado de la ecuación. Para cada posible punto de corte t , para el intervalo $\tau \in (0,1)$, el más apropiado es (0.15,0.85), se calcula el estadístico $ADF(\tau) = tstat(\hat{\varepsilon}_{t-1\tau})$, que bajo la hipótesis nula tiene la distribución de Dickey-Fuller, o bien escoger el valor más pequeño entre todos los valores ADF calculados.

Para las pruebas se pueden considerar tres estadísticos para probar la existencia de una relación de cointegración entre las variables. Uno de los estadísticos está basado en el estadístico ADF, mientras los otros dos están basados en el estadístico de Phillips, o bien los implementados por Gregory y Hansen (1996).

Los valores críticos fueron generados a través del modelo

$$y_t = 1 + 2x_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + \vartheta_t, \quad \vartheta_t \sim NID(0.1)$$

$$y_t = x_t + \eta_t, \quad \eta_t = \eta_{t-1} + \omega_t, \quad \omega_t \sim NID(0.1)$$

Donde x_t es un escalar ($m = 1$), $\rho = 1$ y que la hipótesis de cointegración es cierta. Además que se agregan los supuestos de cambio estructural en el intercepto y en la pendiente.

$$y_t = \mu_t + \alpha_t x_t + \varepsilon_t,$$

$$\mu_t = \mu_1, \alpha_t = \alpha_1 \text{ si } t \leq [\tau n]$$

$$\mu_t = \mu_2, \alpha_t = \alpha_2 \text{ si } t > [\tau n]$$

$$\varepsilon_t = 0.5\varepsilon_{t-1} + \vartheta_t,$$

$$y_t = x_t + \eta_t, \eta_t = \eta_{t-1} + \omega_t.$$

Los dos errores ϑ_t y ω_t están no correlacionados y normalizados e idénticamente distribuidos $NID(0,1)$ Gregory y Hansen (1996).

Capítulo 3

El impacto del gasto público en México

El objetivo del último capítulo es examinar la relación de largo plazo entre el gasto público y el Producto Interno Bruto (PIB) nacional y de los estados del centro de México durante el periodo 1980-2012, con base en los modelos planteados en los capítulos 1 y 2. Para analizar el comportamiento de largo plazo del PIB y el gasto público se realizaron las pruebas de cointegración con y sin cambio estructural.

Este capítulo se divide en dos secciones: la primera describe el comportamiento del crecimiento económico y del gasto público en los estados centro de México y analiza la estacionariedad de cada serie. En la segunda sección se realiza el análisis de cointegración por medio de las pruebas Engle-Granger (1987) y Gregory-Hansen (1996).

3.1 Comportamiento de las variables en los estados del centro de México

En esta sección se realiza un análisis exploratorio de la evolución del PIB *per cápita* nacional y de los estados centro, además del gasto público total (GT) y sus componentes clasificados en gasto administrativo (GA), gasto en obras públicas (GO), gasto en transferencias (GTR), pago de la deuda pública (DP) y disponibilidades (DI)²⁰. Estas variables se analizan a nivel Nacional (NAC) y de los estados de Hidalgo (HGO), Guanajuato (GTO), México (MEX), Morelos (MOR), Puebla (PUE), Querétaro (QRO), Tlaxcala (TLX) y el Distrito Federal (DF): Las series utilizadas se expresan en logaritmos de los valores reales, a precios de 2008²¹, lo que se denota por la letra L; DLX indica que se ha tomado la diferencia del logaritmo de la variable X.

²⁰ A partir del 2002, cambia la clasificación en las cuentas del gasto público utilizada en años anteriores. Para homogenizarla se siguió utilizando la misma clasificación y solamente se incorporaron los nuevos rubros en administrativos, obras públicas y transferencias (CEFP, 2009). Véase anexo para nomenclatura.

El rubro de disponibilidades se define como el

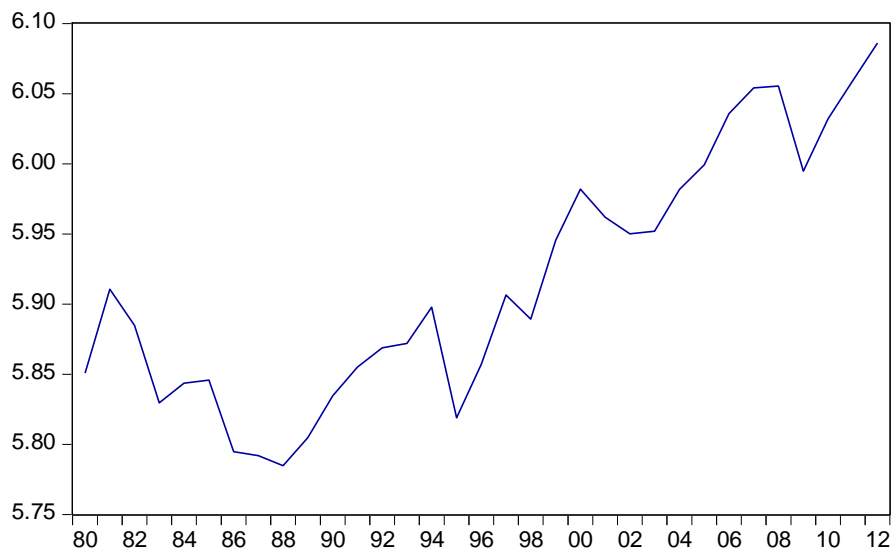
²¹ Véase anexo 1.

3.1.1 Crecimiento económico, 1980-2012

Para explicar el crecimiento económico es primordial analizar la evolución del Producto Interno Bruto por persona (*PIB per cápita*) el cual representa la cantidad de bienes y servicios finales generados en un país que le correspondería a cada habitante en un año dado si esta riqueza se repartiera por igual. Se interpreta como una medida del potencial económico de un país y de su capacidad para promover la inversión social, o bien como una medida aproximada de la calidad de vida de la población. El *PIB per cápita* por regiones permite captar las diferencias en el desempeño económico entre éstas.

En las gráficas 3.1 a 3.3 se puede observar que el *PIB per cápita* de 1980 a 2012 para el país y los diferentes estados ha tenido un comportamiento creciente en el tiempo en distintas escalas, de manera que sus tendencias tienen pendientes positivas. Además, en general, en la mayoría de los casos se presentan los mismos episodios de expansión y contracción, principalmente en los años de 1982-1983, 1987-1988, 2001-2003 y 2009.

Grafica 3.1. Logaritmo de *PIB per cápita* real nacional, 1980-2012



Nota: Logaritmo de valores a precios de 2008.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2014a y 2014b) y CONAPO (2014).

Desde la perspectiva de la evolución de la economía mexicana se puede observar que a partir de 1995 el *PIB per cápita* nacional tiene una tendencia creciente. El

comportamiento de los años ochenta y primera mitad de los noventa se explica por los problemas que no se atendieron desde los años sesenta, como la poca atención al sector de la agricultura, fortalecimiento al sector secundario y el escaso fortalecimiento del sector exportador, obstaculizaron el establecimiento de las bases para generar un crecimiento sostenido (Moreno Brid y Ross, 2004). Sin embargo, pese al cambio en México de un país agrario a una sociedad urbana semi-industrial, la distribución de los beneficios del crecimiento distaba mucho de ser equitativa.

A fines de los setenta, el 20% de la población percibía más del 50% del ingreso total disponible, mientras que un 58% de los mexicanos seguía viviendo en condiciones de pobreza. En consecuencia, en México aún quedaban por resolver los problemas de pobreza y desigualdad al momento de cambiar de una economía cerrada a una de mercado a mitad de los años ochenta (Moreno Brid y Ross, 2004).

En la década de los ochenta, se tuvo un ajuste estructural de la economía para hacerla más eficiente, pues el modelo de desarrollo sustentado en el mercado interno se había agotado y se pasaba a un modelo de mercado y orientado hacia afuera, lo cual generó una modificación de la actividad estatal (CEFP, 2006). En la gráfica 3.1 se observa un decrecimiento en el PIB *per cápita* en la década de los ochenta causado principalmente por la crisis de la deuda y del petróleo.

Al inicio del periodo de análisis, entre 1980 y 1982, el PIB tiene una tendencia creciente explicada por la explotación y exportación de petróleo. Sin embargo, desde 1982-3 se presenta la crisis de la deuda pública a causa de la dependencia de las finanzas públicas a los ingresos petroleros por el fracaso de las reformas tributarias (Moreno Brid y Ross, 2004; Mejía y Torres, 2014).

Las consecuencias de la crisis de la deuda fueron la depreciación del tipo de cambio e incremento de la inflación a lo que siguió la aplicación del programa de ajuste conocido como Programa Inmediato de Reordenamiento Económico (Cárdenas, 1995:129). Las medidas que se tomaron para hacer frente a este

problema fue la reestructuración de la deuda haciendo grandes transferencias netas a sus acreedores privados, a través del ajuste fiscal, pero hasta la aplicación del Pacto de Solidaridad Económica fue que la economía se estabilizó (Oks y Van Wijnbergen, 1993).

La caída en la tendencia del PIB de 1987 fue causada por la crisis del petróleo que cortó espectacularmente gran parte de la principal fuente de divisas y de ingresos fiscales del país generando una subvaluación del tipo de cambio, que a su vez afectó a las exportaciones de mercancías e incrementó la inflación. En diciembre de 1987 el gobierno anunció el Pacto de Solidaridad Económica, un acuerdo entre el gobierno, las compañías privadas y los sindicatos, para estabilizar la economía combinando una mayor moderación en las políticas fiscales y monetarias, respaldada con controles de salarios y precios y la congelación por un año del tipo de cambio. Después se adoptó un tipo de cambio con deslizamiento estable y la economía se encaminó a proteger la balanza de pagos y las reservas del país para evitar el despido de trabajadores y cierres de empresas (Oks y Van Wijnbergen, 1993 y Cárdenas, 1995:137-44). A su vez, se ejecutó el Plan de Aliento y Crecimiento (PAC) con una política expansionista para evitar el estancamiento económico sin incrementar el gasto público (Cárdenas, 1996: 132-151).

Después se observa una etapa de 1989 a 1994 de estabilización de la economía y crecimiento en la cual se diseñó y se puso en práctica uno de los más amplios y radicales programas de reforma económica con el apoyo del Banco Mundial y del Fondo Monetario Internacional. Se eliminaron casi por completo las restricciones de comercio, los aranceles se redujeron a un promedio de aproximadamente 12%, se instauró un programa masivo de desregulación industrial y agilización administrativa y se puso en marcha una extensa reforma del sector financiero. Esta última convirtió un sistema bancario prácticamente en quiebra en un éxito espectacular de privatización (Oks y Van Wijnbergen, 1993).

En 1994-1995 se observa una leve caída en la tendencia del PIB a causa del debilitamiento del ahorro interno y el déficit en la cuenta corriente que fue pagado

con ingreso de capitales que hicieron que el desempeño de México fuera cada vez más vulnerable a los cambios de los mercados internacionales. La situación económica de México comenzó a ser insostenible en 1994, a partir de abril se aumentó progresivamente las tasas de interés con la finalidad de mantener niveles de rendimiento atractivos para los inversionistas y se intentó retener el ahorro en el mercado financiero, mediante la emisión de Tesobonos, las autoridades eligieron no modificar la política cambiaria utilizando hasta determinado límite las reservas de las divisas y expedir más instrumentos de deuda indexados en dólares para desalentar la fuga de capitales, lo que no fue suficiente (Banda y Chacón, 2005 y Lustig, 1994:209).

Las medidas que el gobierno uso para tratar de restaurar la estabilidad financiera fueron la reducción del déficit en las finanzas públicas, a través de la austeridad en el régimen fiscal y mediante la devaluación monetaria, en tanto los recursos disponibles se orientaron en favor del desarrollo social, el combate a la pobreza y la inversión productiva (CEPF, 2006 y Banxico, 1995).

A causa de la apertura comercial, la reprivatización de capital público y la desregulación financiera se ha mantenido un crecimiento sostenido desde mediados de los noventa siendo éste el más alto en el periodo de la muestra por el incremento del comercio exterior y la inversión extranjera, aunque en la última década de la muestra el crecimiento ha sido modesto a pesar de las políticas de inversión y desarrollo económico.

La última caída importante en la producción se observa en 2009 provocada por la crisis en los mercados financieros durante 2008 y sus efectos en la economía real²². El desempeño de la economía fue muy lento y la señal más contundente de la crisis financiera en México se dio a través de la depreciación del tipo de cambio, dado que la cotización del peso-dólar estadounidense pasó de 10 pesos en julio de 2008 a 15 pesos en febrero de 2009 (Reyes y Moslares, 2011).

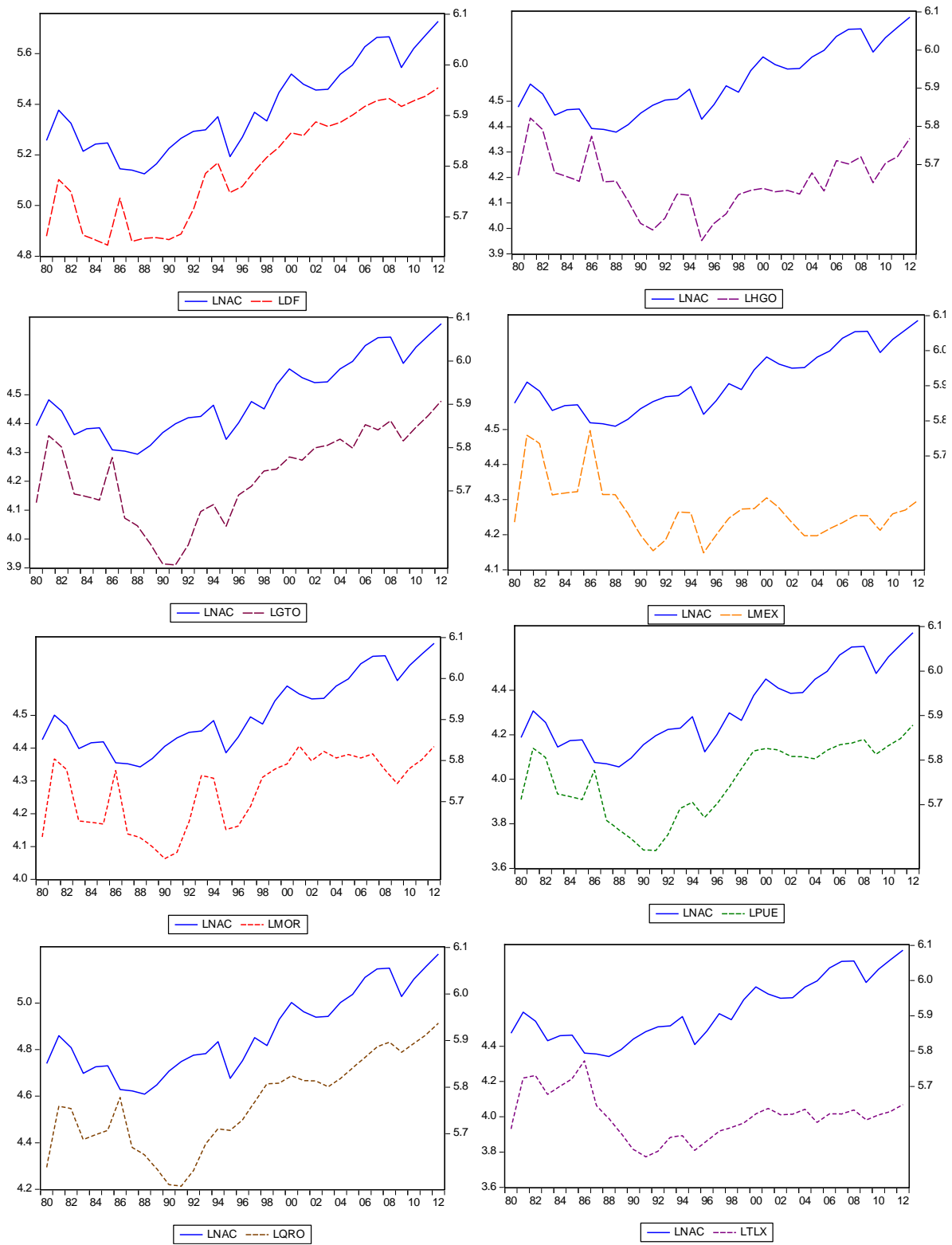
²² La fuente principal de la crisis hipotecaria que se halla en el exceso de gasto y del endeudamiento por parte de los estadounidenses estimulado por bajas tasas de interés, parte de este gasto excesivo se dirigió al mercado inmobiliario (González *et al*, 2009).

El Banco de México implemento una política más activa en el mercado cambiario con ajustes en la cotización del peso frente al dólar de alrededor del 30% y para lidiar con esto se hizo uso de la política fiscal a través de un mayor gasto público para contrarrestar la caída en la demanda agregada (González, et. al., 2009 y Banxico, 2009).

La gráfica 3.2 muestra el comportamiento del logaritmo del PIB *per cápita* de los estados, junto con el nacional (escala derecha). Se puede observar que en el Distrito Federal y los estados de Guanajuato, Morelos, Puebla y Querétaro se presenta un patrón similar al nacional. En general, durante los años ochenta se observan caídas muy fuertes seguidas de un crecimiento sostenido con mayor o menor intensidad, según el estado.

Para los casos de México y Tlaxcala, el comportamiento del PIB *per cápita* muestra un crecimiento sostenido hasta 1986, de 1987 a 1992 decrece constantemente por debajo de los valores presentados en 1980, aunque posteriormente crece moderadamente hasta final del periodo de estudio, a su vez el Estado de Hidalgo muestra una tendencia decreciente desde el inicio de la muestra hasta mediados de los noventa para después crecer sostenidamente a tasas modestas.

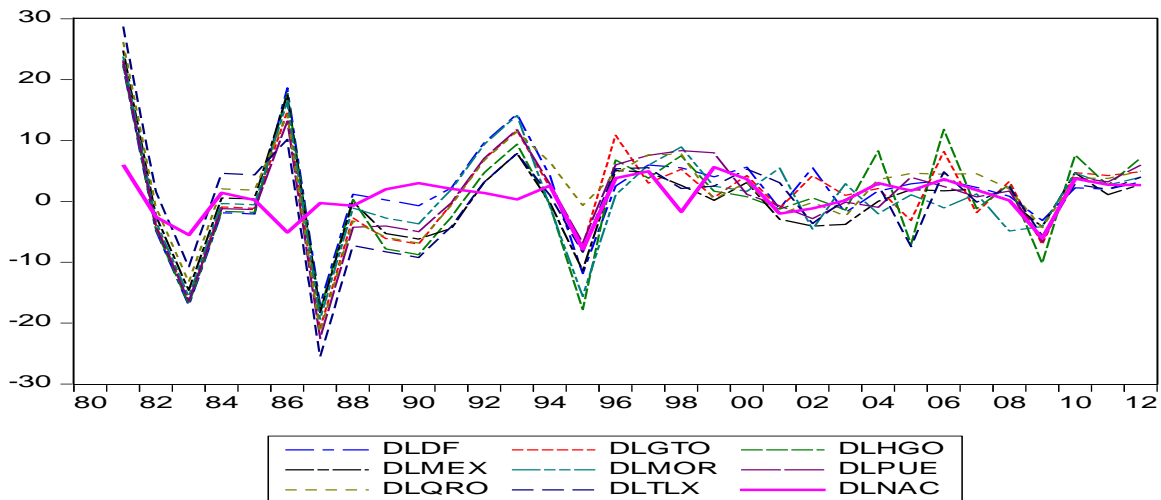
Grafica 3.2 Logaritmos del Producto Interno Bruto *per cápita* estatal, 1980-2012



Nota: Logaritmo de valores a precios de 2008.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2014a y 2014b), CONAPO (2014) y CEFP (2009).

Grafica 3.3 Producto interno bruto per cápita nacional y estatal 1980-2012.
(Diferencias del logaritmo)



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2014a y 2014b), CONAPO (2014) y CEFP (2009).

Por otro lado, en la gráfica 3.3 se presentan las diferencias del logaritmo de las series (que aproximan a las tasas de crecimiento), donde se observa una gran volatilidad sobre todo en los años ochenta y una reducción significativa en la última década. Se puede identificar claramente las recesiones que ha tenido la economía mexicana y los diferentes estados en 1982-1983, 1987, 1995 y 2009.

Las estadísticas básicas de la primera diferencia de los logaritmos del PIB *per cápita* se presentan en el cuadro 3.1. Usando el crecimiento del PIB *per cápita* nacional como referencia, podemos destacar que los estados de Guanajuato, Morelos, Puebla, Distrito Federal y, específicamente, Querétaro tuvieron una tasa de crecimiento promedio mayor. Por otra parte, los estados de Hidalgo, México y Tlaxcala presentaron un desempeño menor en este aspecto dentro de la muestra debido al menor crecimiento que siguió a la estabilización de la economía, como se aprecia en la gráfica 3.2. Además, las series de los estados de México, Querétaro y Tlaxcala presentan problemas de normalidad, de acuerdo al estadístico de Jarque-Bera.

Cuadro 3.1. Estadísticas básicas de la primer diferencia del logaritmo del PIB *per cápita*, 1980-2012

	DLNAC	DLDF	DLGTO	DLHGO	DLMEX	DLMOR	DLPUE	DLQRO	DLTLX
Media	0.735	1.831	1.100	0.453	0.195	0.860	1.044	1.934	0.431
Mediana	1.584	2.214	1.548	0.422	0.274	1.064	0.922	2.593	2.240
Máximo	5.984	22.304	23.202	22.551	24.768	23.802	23.007	26.181	28.715
Mínimo	-7.891	-17.098	-20.961	-17.953	-18.287	-19.348	-22.510	-21.483	-25.530
Desviación estándar	3.401	8.087	8.387	9.217	7.869	8.567	8.297	8.104	8.746
Sesgo	-0.827	-0.045	-0.116	-0.024	0.599	0.086	-0.281	-0.028	0.108
Curtosis	3.151	4.505	4.342	3.266	5.596	4.292	4.838	5.767	6.570
Jarque-Bera	3.678	3.032	2.474	0.097	10.899	2.266	4.927	10.210	17.059
Valor-p	(0.159)	(0.220)	(0.290)	(0.953)	(0.004)	(0.322)	(0.085)	(0.006)	(0.000)

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2014a y 2014b) y CONAPO (2015).

Se observa que sólo en el caso nacional las caídas anuales del PIB *per cápita* son más severas que las alzas, debido a que en valores absolutos el valor mínimo es mayor al valor máximo. Las series presentan un comportamiento de una distribución asimétrica hacia la izquierda, excepto en tres casos, dado que la mediana es mayor a la media y el coeficiente del sesgo tiene signo negativo. Con respecto a su curtosis se observa que todas las series tienen una distribución leptocúrtica²³ y volatilidad baja en los datos.

3.1.2 Gasto público. 1980-2012

Un primer acercamiento a las características del gasto público se relaciona con la participación de cada rubro en el gasto público total a nivel nacional y de los estados del centro. Como muestra el cuadro 3.2, el componente de transferencias tiene mayor peso en el gasto total, 32 y 56%, excepto en Guanajuato donde ocupa el segundo lugar después de los gastos administrativos.

²³ Es una distribución con media mayor y colas relativamente grandes respecto a una distribución normal. Usualmente es generada por heterogeneidad y/o volatilidad en los datos (Ramachandra y Tsokos, 2009).

Cuadro 3.2. Participación de los componentes del gasto público en el Gasto Total a nivel nacional y estatal, 1980-2012

	Gasto en Transferencias	Gasto Administrativo	Gasto en Obras Públicas	Disponibilidades	Gasto en Deuda pública
Nacional	39.8	29.3	11.9	4.3	4.7
DF	32.5	28.2	3.6	2.8	8.1
Guanajuato	37.3	41.8	15.1	4.1	0.8
Hidalgo	56.0	19.5	14.0	4.7	4.2
México	36.5	32.3	15.8	2.2	11.8
Morelos	47.3	21.0	18.9	7.7	2.4
Puebla	47.2	25.0	16.4	10.1	0.7
Querétaro	48.7	21.0	22.3	3.7	2.5
Tlaxcala	42.7	28.0	19.5	5.9	2.1

Nota: Las sumas totales de participaciones no darán igual a 100 por que no se pudieron homogenizar todos los rubros del gasto público.

El Gasto en Deuda pública representa las amortizaciones de la deuda pública.

Las disponibilidades son el dinero que no se gastó durante el ejercicio fiscal.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2014a y 2014b) y CEFP (2009).

Por su parte, el gasto administrativo se encuentra entre 19 y 32% en el nivel de importancia, excepto en Querétaro donde el gasto en obras públicas tiene una participación de 22%. La participación del gasto en obras públicas está entre 3 y 22% en el gasto total, mientras que los rubros de la deuda pública²⁴ y disponibilidades²⁵ sólo participan menos del 12%.

Con respecto a la proporción que ocupa el gasto público en el PIB estatal, se observa en el cuadro 3.3 que el estado de Tlaxcala tiene el mayor gasto público total como porcentaje del PIB cercano al 9%, con una mayor participación del gasto en transferencias (4.0%). Los estados de Hidalgo, México y Morelos tienen un comportamiento similar en el gasto total como porcentaje del PIB del 7.5%, el

²⁴ Gastos destinados a cubrir las obligaciones de los gobiernos por concepto de deuda pública, derivados de la contratación de empréstitos; incluye las asignaciones destinadas a cubrir la amortización, el servicio (intereses y comisiones) y los Adeudos de Ejercicios Fiscales Anteriores (ADEFAS) (INEGI; 2009).

²⁵ Son aquellas cantidades de dinero que los gobiernos contabilizan al iniciarse un nuevo año o ejercicio fiscal como "Existencia de Entrada", debido a que en el año anterior que termina no fueron gastadas y por ende quedan como disponibilidades en caja o en bancos para su aplicación en el nuevo ejercicio fiscal (INEGI; 2009).

gasto en transferencias tiene la mayor participación entre el 4% y 5%, seguido del gasto en obras públicas y el gasto administrativo con alrededor del 1% del PIB, excepto México en los cuales la proporción que ocupa son 0.8 y 2.2% respectivamente.

Cuadro 3.3. Participación del gasto total y sus componentes en el PIB a nivel nacional y estatal, 1980-2012

	Gasto Total	Gasto Administrativo	Gasto en Obras Públicas	Gasto en Transferencias	Gasto en Deuda pública	Disponibilidades
DF	5.683	1.573	0.211	1.805	0.496	0.151
Guanajuato	5.549	2.207	0.588	2.446	0.040	0.228
Hidalgo	7.531	0.830	0.925	5.260	0.226	0.210
México	7.399	2.187	0.864	3.346	0.727	0.190
Morelos	7.479	1.187	1.213	4.325	0.175	0.441
Puebla	6.319	1.769	0.813	3.362	0.050	0.496
Querétaro	5.611	0.996	1.083	3.140	0.162	0.167
Tlaxcala	8.968	2.278	1.444	4.014	0.177	0.807

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2014a y 2014b) y CEFP (2009).

El gasto total del Distrito Federal, Guanajuato y Querétaro representa alrededor del 5.6% del PIB, mientras que en Puebla presenta del 6.3%. El gasto en transferencia muestran una participación alrededor de 1.8 y 3.3% del PIB, seguido del gasto administrativo entre 2.207 y 0.996%, y en obras públicas menores al 1.1%.

Al respecto de las características básicas de la diferencia del logaritmo del gasto público y sus componentes a nivel nacional en el cuadro 3.4 se observa que sólo el gasto administrativo y de transferencias presentaron tasas de crecimiento mayores al gasto público total, y en los casos en que se presentaron las menores tasas de crecimiento se explica por su participación en el gasto total; también todas las series presentan volatilidad alta y una distribución leptocúrtica. Se observan caídas más pronunciadas que alzas en los casos del PIB *per cápita*, gasto total, en obras públicas y en transferencias, además una distribución asimétrica hacia la izquierda. Sólo el gasto total y las Transferencias presentan problemas de normalidad, según muestran los estadísticos del Jarque-Bera.

Cuadro 3.4. Estadísticas básicas a nivel nacional. Diferencias del logaritmo del PIB *per cápita* y el gasto público 1980-2012

	DLPIB	DLGT	DLGA	DLGO	DLGTR	DLGDP	DLGDI
Media	0.735	4.688	4.960	2.366	8.921	3.103	2.536
Mediana	1.584	5.611	4.833	7.438	6.993	-3.810	14.713
Máximo	5.984	26.318	24.831	35.813	43.990	96.872	152.424
Mínimo	-7.891	-45.957	-13.238	-50.744	-53.619	-64.764	-145.817
Desviación estándar	3.401	12.666	8.214	19.397	20.020	64.967	37.369
Sesgo	-0.827	-1.923	0.225	-0.977	-0.715	0.508	-0.153
Curtosis	3.151	9.216	3.635	3.664	4.688	3.033	3.580
Jarque-Bera	3.678	71.244	0.807	5.681	6.527	1.379	0.572
Valor-p	(0.159)	(0.000)	(0.668)	(0.058)	(0.038)	(0.502)	(0.751)

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2014a y 2014b) y CEFP (2009).

El cuadro 3.5 presenta las estadísticas de la diferencia del logaritmo de las variables estatales, como se observa en general, los gastos administrativos y en obras públicas tuvieron tasas de crecimiento inferiores al gasto total en cada estado e incluso en algunos casos negativo (gasto en obras públicas del DF, México y Querétaro). Por otra parte, el gasto en transferencias tuvo en promedio una tasa de crecimiento mayor en la muestra para todos los estados.

Se observan caídas más pronunciadas que alzas, debido a que en valores absolutos el valor mínimo es mayor al valor máximo, en los casos de: gasto en obras públicas (excepto para los estados de Guanajuato y Tlaxcala); administrativo en los estados de México y Querétaro; gasto en transferencias en los estados de México y Puebla; y gasto total y disponibilidades en el DF.

Cuadro 3.5. Estadísticas básicas a nivel estatal: Diferencias del logaritmo del gasto público y sus componentes, 1980-2012

Variables	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	Sesgo	Curtosis	Jarque-Bera (Valor-p)
DLGTDF	1.462	2.413	18.716	-43.178	11.936	-1.819	7.665	46.658 (0.000)
DLGADF	4.375	4.900	51.396	-21.034	12.810	1.272	7.273	32.978 (0.000)
DLGODF	-0.926	-6.227	83.042	-91.158	35.937	0.278	3.415	0.641 (0.725)
DLDTDF	10.179	8.602	273.189	-270.536	79.268	-0.101	9.716	60.198 (0.000)
DLDPDF	-3.535	1.027	103.055	-149.622	57.270	-0.789	3.576	3.765 (0.152)
DLGTGTO	7.225	5.012	56.008	-23.360	15.368	0.857	4.714	7.836 (0.019)

DLGAGTO	6.494	4.150	96.333	-94.006	31.877	-0.316	6.631	18.112	(0.000)
DLGOGTO	2.124	-1.009	145.193	-113.633	58.905	0.373	3.324	0.881	(0.643)
DLTRGTO	10.095	5.591	130.802	-111.394	44.097	0.019	4.770	4.180	(0.123)
DLGTHGO	9.248	9.686	77.911	-53.368	21.912	0.431	6.293	15.448	(0.000)
DLGAHGO	4.804	6.445	92.755	-90.183	33.094	-0.174	4.810	4.531	(0.103)
DLGOHGO	7.847	14.575	128.034	-143.805	47.126	-0.799	5.644	12.722	(0.001)
DLTRHGO	11.978	6.135	133.438	-58.790	34.983	1.637	7.553	41.934	(0.000)
DLGTMEX	5.167	5.887	35.269	-29.265	12.269	-0.144	4.080	1.666	(0.434)
DLGAMEX	5.617	4.388	64.696	-68.392	20.172	-0.669	8.982	50.100	(0.000)
DLGOMEX	-0.673	0.020	93.811	-97.148	31.383	-0.171	6.234	14.103	(0.000)
DLTRMEX	9.452	7.268	123.704	-182.299	51.459	-1.115	8.609	48.581	(0.000)
DLGTMOR	6.429	6.992	56.633	-43.521	16.622	-0.053	6.085	12.701	(0.002)
DLGAMOR	3.568	4.749	45.875	-33.298	16.921	0.273	3.789	1.229	(0.541)
DLGOMOR	1.089	21.075	76.913	-237.771	59.729	-2.023	8.946	68.970	(0.000)
DLTRMOR	13.727	8.473	123.290	-69.677	37.959	0.968	5.661	14.442	(0.001)
DLGTPUE	8.441	7.894	40.977	-18.075	13.970	0.346	2.614	0.783	(0.676)
DLGAPUE	8.601	4.150	96.333	-44.532	27.192	1.715	7.641	41.629	(0.000)
DLGOPUE	2.841	6.232	108.257	-115.463	54.164	-0.180	2.741	0.246	(0.884)
DLTRPUE	10.182	7.733	84.126	-97.404	33.042	-0.571	6.174	13.747	(0.001)
DLGTQRO	7.316	6.662	78.299	-24.965	16.846	2.144	11.584	118.932	(0.000)
DLGAQRO	4.361	6.516	43.016	-75.191	20.652	-1.557	8.622	53.352	(0.000)
DLGOQRO	-1.047	5.971	68.716	-117.631	45.422	-0.707	3.014	2.580	(0.275)
DLTRQRO	11.500	6.297	116.616	-46.838	27.378	1.843	9.132	63.978	(0.000)
DLGTTLX	7.926	5.027	88.359	-21.013	20.192	2.185	9.668	84.732	(0.000)
DLGATLX	4.123	3.582	80.470	-63.784	24.599	-0.149	6.956	20.982	(0.000)
DLGOTLX	2.935	9.800	121.474	-110.936	56.811	-0.140	2.561	0.361	(0.835)
DLGRTLX	13.447	6.491	796.129	-772.883	236.459	0.021	9.037	48.592	(0.000)

Nota: Para los estados de Puebla y Querétaro el periodo de análisis empieza a partir de 1983 y 1982 respectivamente por falta de datos al inicio de la muestra.

Los casos de las variable correspondientes a Deuda pública y disponibilidades no tienen consistencia de los datos por ello se eliminaron del análisis, a causa de datos 0 durante varios años en las muestras.

Fuente: Elaboración propia con base en "Estadísticas de Finanzas Públicas Estatales y Municipales de México (Varios)", INEGI (2014a y 2014b) y CEFP (2009).

Sólo en los casos de gasto total en Puebla y gasto en obra pública de Tlaxcala y Puebla se presenta una distribución platicúrtica;²⁶ los demás casos presentan alta volatilidad y una distribución leptocúrtica. Sólo el gasto administrativo de los

²⁶ Indica que en las colas de la distribución hay más casos acumulados, es decir, hay una menor concentración de datos entorno a la media (Ramachandra y Tsokos, 2009).

estados de Hidalgo y Morelos; el gasto en obras públicas de los estados de Guanajuato, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y el Distrito Federal; el gasto en transferencias de Guanajuato; y la deuda pública del Distrito Federal se comportan como una distribución normal, según el estadístico de Jarque-Bera.

3.2 Gasto público y PIB per cápita en los estados

Después de la anterior revisión preliminar se procede a realizar pruebas más formales para el análisis de estacionariedad y cointegración a través de las metodologías presentadas previamente.

3.2.1 Pruebas de raíz unitaria

Para saber si las series antes descritas se pueden relacionar en un modelo de cointegración, es fundamental aplicar pruebas estadísticas que indiquen su orden de integración. Los cuadros 3.6 y 3.7 presentan los resultados de las pruebas de raíz unitaria ADF y PP para los logaritmos y primeras diferencias de las series. Las pruebas en nivel se realizaron incluyendo tendencia e intercepto; en la especificación de los modelos en primeras diferencias sólo se incluyó el intercepto.

El cuadro 3.6 contiene en la primera columna las variables de análisis divididas por cada estado; la segunda y tercera columna muestra los *valores-p* de la prueba DFA para cada modelo; en las últimas dos columnas se observan los *valores-p* de las pruebas de PP. Los resultados indican el no rechazo de la hipótesis nula de raíz unitaria en la mayoría de los casos de nivel con ambas pruebas, excepto para el gasto administrativo (LGAHGO) y de obras públicas (LGOHGO) en el estado de Hidalgo; el PIB *per cápita* del Estado de México (LMEX); y los gastos administrativos (LGATLX) y de transferencias (LRTLX) en el estado de Tlaxcala.

Se puede decir que las series LGAHGO, LGOHGO, LGATLX y LRTLX son estacionarias en torno a una tendencia determinística dado que los resultados son consistentes con las pruebas DFA y PP. Además, el PIB *per cápita* nacional y estatal (excepto del estado de México) son estacionarios en primera diferencia

según la prueba PP; con respecto a gasto público total y sus componentes podemos observar un comportamiento similar en los resultados.

Cuadro 3.6. Prueba de raíz unitarias para el logaritmos de las series de estudio.

Valores-p. 1980-2012

Variables	Dickey-Fuller Aumentada		Phillips-Perron	
	Nivel	Primera diferencia	Nivel	Primera diferencia
LNAC	0.3890 (0)	0.0000 (0)	0.4901 (3)	0.0000 (0)
LGT	0.2151 (8)	0.0000 (0)	0.1290 (5)	0.0000 (2)
LGA	0.7456 (0)	0.0004 (0)	0.6461 (3)	0.0003 (4)
LGO	0.4068 (0)	0.0000 (0)	0.4068 (0)	0.0000 (5)
LGTR	0.5485 (0)	0.0069 (1)	0.4944 (2)	0.0001 (3)
LGDP	0.0537 (3)	0.0012 (5)	0.1830 (0)	0.0000 (0)
LGDI	0.5351 (4)	0.0000 (0)	0.0117 (2)	0.0000 (8)
LDF	0.0203 (1)	0.0003 (1)	0.3195 (8)	0.0000 (9)
LGTDF	0.3238 (0)	0.0000 (0)	0.4174 (2)	0.0000 (2)
LGADF	0.7345 (0)	0.0008 (0)	0.7987 (8)	0.0009 (3)
LGODF	0.7515 (0)	0.0000 (0)	0.7826 (4)	0.0000 (4)
LGTRDF	0.0366 (0)	0.0000 (0)	0.0782 (9)	0.0000 (8)
LGDPDF	0.2302 (3)	0.0000 (0)	0.6471 (4)	0.0000 (4)
LGTO	0.0001 (8)	0.0000 (0)	0.6812 (5)	0.0000 (3)
LGTGTO	0.4676 (0)	0.0000 (0)	0.4489 (3)	0.0000 (2)
LGAGTO	0.1858 (0)	0.0000 (0)	0.1732 (2)	0.0000 (0)
LGOGTO	0.1543 (0)	0.0000 (0)	0.2279 (6)	0.0000 (7)
LTRGTO	0.2123 (0)	0.0001 (1)	0.1960 (4)	0.0000 (3)
LHGO	0.0012 (8)	0.4374 (8)	0.5227 (8)	0.0000 (3)
LGTHGO	0.6140 (1)	0.0000 (0)	0.2365 (0)	0.0000 (7)
LGAHGO	0.0010 (0)	0.0000 (0)	0.0010 (4)	0.0000 (0)
LGOHGO	0.0014 (0)	0.0000 (1)	0.0015 (3)	0.0000 (7)
LTRHGO	0.5829 (0)	0.0000 (0)	0.6158 (1)	0.0000 (3)
LMEX	0.1575 (1)	0.1124 (8)	0.0386 (1)	0.0000 (5)
LGTMEEX	0.2186 (2)	0.0032 (0)	0.3095 (1)	0.0025 (2)
LGAMEEX	0.2787 (0)	0.0001 (1)	0.2787 (0)	0.0000 (5)
LGOMEX	0.2210 (0)	0.0001 (0)	0.2705 (4)	0.0000 (9)
LTRMEX	0.0219 (1)	0.0003 (0)	0.2300 (9)	0.0001 (8)
LMOR	0.0407 (1)	0.0002 (1)	0.1460 (5)	0.0000 (8)
LGTMOR	0.5921 (0)	0.0000 (0)	0.5987 (1)	0.0000 (1)
LGAMOR	0.6160 (2)	0.0010 (0)	0.6646 (1)	0.0010 (1)
LGOMOR	0.1252 (1)	0.0000 (0)	0.5863 (8)	0.0036 (8)

LTRMOR	0.2418 (0)	0.0000 (0)	0.2451 (2)	0.0000 (3)
LPUE	0.1522 (1)	0.0006 (0)	0.1433 (4)	0.0006 (4)
LGTPUE	0.6827 (0)	0.0004 (0)	0.6031 (3)	0.0004 (2)
LGAPUE	0.1945 (0)	0.0002 (0)	0.2304 (6)	0.0002 (2)
LGOPIUE	0.0720 (0)	0.0000 (0)	0.0759 (2)	0.0000 (1)
LTRPUE	0.4361 (0)	0.0003 (0)	0.4774 (7)	0.0000 (24)
LQRO	0.3667 (2)	0.0000 (0)	0.4135 (1)	0.0000 (2)
LGTQRO	0.7055 (0)	0.0004 (0)	0.6266 (2)	0.0004 (0)
LGAQRO	0.1423 (0)	0.0000 (0)	0.1305 (1)	0.0000 (1)
LGOQRO	0.4187 (0)	0.0002 (0)	0.3255 (1)	0.0002 (1)
LTRQRO	0.5061 (0)	0.0000 (0)	0.5528 (2)	0.0000 (3)
LTLX	0.0001 (8)	0.0000 (0)	0.4930 (2)	0.0000 (3)
LGTTX	0.1931 (0)	0.0000 (0)	0.1842 (2)	0.0000 (2)
LGATX	0.0008 (0)	0.0000 (0)	0.0008 (3)	0.0000 (3)
LGOTX	0.2628 (0)	0.0000 (1)	0.2691 (3)	0.0000 (3)
LTRTX	0.0000 (0)	0.0000 (0)	0.0000 (3)	0.0000 (1)

Nota: En el cuadro se presenta el *valor-p* de las pruebas respectivas. Entre paréntesis se indica el número de rezagos (DFA) de acuerdo al criterio de información de Schwarz y el parámetro de truncación (PP) sugerido por el enfoque Newey-West.

Fuente: Estimaciones propias con datos de CEFP (2009) e INEGI (2014a y 2014b).

En general, la prueba PP es más potente porque su método corrige heterocedasticidad y autocorrelación mientras que la prueba DFA sólo corrige autocorrelación²⁷. Por lo tanto, en el cuadro 3.7 se indica el orden de integración de las variables a partir de los resultados observados en el cuadro 3.6 de la prueba de Phillips-Perron. Así, se concluye que en general las series son ntegradas de I(1), por lo cual se puede proceder a realizar el análisis de cointegración a partir de los niveles de las series²⁸.

A partir de estos resultados se esperaría que el PIB del Estado de México y el gasto público no estén cointegrados, como a su vez las disponibilidades con el PIB nacional; el gasto administrativo y obras públicas de Hidalgo con su PIB; y el gasto administrativo y transferencias de Tlaxcala con el PIB del mismo estado. La verificación de estas conjeturas se revisa a continuación.

²⁷ La prueba DFA se presenta no sólo con fines comparativos sino también porque su especificación se usa como base de muchas otras pruebas, como la de Gregory-Hansen (1996).

²⁸ Incluso en los casos en los que las series son I(0), la especificación de las pruebas indica que sus desviaciones están en torno a una tendencia determinista lineal son estacionarias, pero las series muestran una tendencia con inclinación positiva.

Cuadro 3.7. Orden de integración del PIB *per cápita*, gasto público total y por componentes nacional y estatal. 1980-2012

Variables		I(i) PP	Variables		I(i) PP
PIB per cápita	LNAC	I(1)	Gasto Público		
	LDF	I(1)	Hidalgo	LGTHGO	I(1)
	LGTO	I(1)		LGAHGO	I(0)
	LHGO	I(1)		LGOHGO	I(0)
	LMEX	I(0)		LTRHGO	I(1)
	LMOR	I(1)	México	LGTMEX	I(1)
	LPUE	I(1)		LGAMEX	I(1)
	LQRO	I(1)		LGOMEX	I(1)
	LTLX	I(1)		LTRMEX	I(1)
Gasto Público			Morelos	Total	I(1)
Nacional	LGT	I(1)		LGAMOR	I(1)
	LGA	I(1)		LGOMOR	I(1)
	LGO	I(1)		LTRMOR	I(1)
	LTR	I(1)	Puebla	LGTPUE	I(1)
	LDP	I(1)		LGAPUE	I(1)
	LDI	I(0)		LGOPUE	I(1)
		LTRPUE		I(1)	
Distrito Federal	LGPDF	I(1)	Querétaro	LGTQRO	I(1)
	LGADF	I(1)		LGAQRO	I(1)
	LGODF	I(1)		LGOQRO	I(1)
	LTRDF	I(1)		LTRQRO	I(1)
	LDPDF	I(1)		Tlaxcala	LGTTLX
Guanajuato	LGTGTO	I(1)	LGATLX		I(0)
	LGAGTO	I(1)	LGOTLX		I(1)
	LGOGTO	I(1)	LTRTLX		I(0)
	LTRGTO	I(1)			

Fuente: Estimaciones propias con datos de CEFP (2009) e INEGI (2014a y 2014b).

3.2.2 Cointegración y cambios estructurales

El análisis de la relación entre la producción y el gasto público total y desagregado a nivel nacional y de los estados del centro de México se realizará aplicando las pruebas de cointegración descritas en el capítulo 2. En general se esperaría un efecto positivo del gasto total sobre la producción; para el gasto administrativo y transferencias se esperaría un efecto negativo debido a que la mayor parte de dichas erogaciones no están destinadas a incrementar la productividad y su uso se limita al momento inmediato; el gasto en obras públicas tendría un efecto

positivo ya que se espera que incremente la productividad; y las disponibilidades se esperaría un efecto neutral en el crecimiento económico en los estados del centro de la República Mexicana debido a que no se utiliza en el ejercicio fiscal.

En el cuadro 3.8 se muestran los resultados de la prueba de Engle-Granger estimada usando Mínimos Cuadrados Completamente Modificados (Fully Modified Least Squares, FMOLS),²⁹ para la economía nacional.

La regresión cointegradora que representa la relación de equilibrio entre los logaritmos del PIB *per cápita* y el gasto público se expresa como:

$$L(Y)_t^j = \beta_0 + \beta_1 L(G)_{it}^j + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

donde $L(Y)_t^j$ representa el PIB *per cápita* nacional o del j-ésimo estado y $L(G)_{it}^j$ denota el gasto público total o el i-ésimo componente del j-ésimo estado. Esta regresión se estima para cada indicador del gasto y para cada estado, los resultados se muestran en los cuadros 3.8 y 3.9.

Como se observa en el cuadro 3.8, los coeficientes estimados de la regresión cointegradora a nivel nacional son significativos al 1%, tanto los interceptos como los de los gastos, lo que indicaría que el PIB *per cápita* puede estar cointegrado con todos los componentes del gasto público. Sin embargo, en la columna de la prueba Engle-Granger los estadísticos no son estadísticamente significativos y se concluye que a nivel nacional no hay cointegración entre el PIB *per cápita* y los componentes del gasto público. Es decir, la hipótesis nula de no cointegración no puede rechazarse.

²⁹ FMOLS es una corrección no paramétrica considerando correcciones para autocorrelación, con lo que tiene en cuenta la posible correlación entre el término de error y las primeras diferencias de los regresores, así como la presencia de un término constante.

Cuadro 3.8. Análisis de cointegración para el gasto público total y por componentes: A nivel Nacional 1980-2012.

Variable dependiente PIB per cápita			
Variable	β_0	β_1	Engle-Granger (Estadístico)
LGT	3.1418 (0.000)	0.1392 (0.000)	-2.95
LGA	3.2042 (0.000)	0.1451 (0.000)	-2.22
LGO	2.2202 (0.000)	0.2078 (0.000)	-2.46
LGTR	4.4386 (0.000)	0.0783 (0.000)	-2.77
LGDP	3.6789 (0.000)	0.1333 (-0.011)	-1.79
LGDI	4.0263 (0.000)	0.1138 (-0.003)	-1.04

Nota: En las tres primeras columnas se representa la regresión de cointegración del PIB per cápita estatal, $L(Y)$, con el gasto público indicado en los cuadros correspondientes. Entre paréntesis se presentan los *valores-p*.

Los valores críticos proporcionados por MacKinnon (1991) son inadecuados, por lo cual se utilizan los valores propuestos por Enders (2010, table C). Los valores críticos para la prueba de cointegración de Engle y Granger son -4.123, -3.461 y -3.13 para 1, 5 y 10%, respectivamente. (Enders, 2010)

Fuente: Estimaciones propias con datos de CEFP (2009) e INEGI (2014a y 2014b).

Las estimaciones de las regresiones de cointegración a nivel estatal se muestran en el cuadro 3.9 y en las columnas del estadístico de Engle-Granger se observa que sólo seis casos son estadísticamente significativos. Para el Distrito Federal sólo el gasto total esta cointegrado con el PIB *per cápita* y los coeficientes indican que al incrementar en 1% el gasto público total del DF se incrementa el PIB *per cápita* en 0.91%, en el largo plazo.

Los resultados para el estado de México muestran que al 5% el gasto administrativo está cointegrado con el PIB *per cápita* con un coeficiente de signo negativo, ya que al incrementar 1% el gasto administrativo el PIB *per cápita* se reduce en 0.08%; en el caso del gasto en transferencias la prueba muestra evidencia de cointegración al 10% con signo negativo, así que al incrementar 1%

el gasto en transferencias se reduce en 0.02% el PIB *per cápita*; y no hay evidencia de cointegración con respecto al gasto total³⁰ y de obras públicas.

Cuadro 3.9. Análisis de cointegración entre el PIB *per cápita* y el gasto público total y sus componentes de los estados del centro de México, 1980-2012.

	Variable	β_0	β_1	Engle-Granger (Estadístico)		Variable	β_0	β_1	Engle-Granger (Estadístico)
Variable dependiente: IB per cápita DF	LGDF	-11.444 (0.000)	0.9081 (0.000)	-3.66**	Variable dependiente: IB per cápita MOR	LGMOR	2.5957 (0.000)	0.1066 (0.000)	-3.77**
	LGADF	0.0372 (0.985)	0.3034 (0.141)	-1.90		LGAMOR	4.1309 (0.008)	0.0108 (0.917)	-2.40
	LGODF	6.0829 (0.000)	-0.0626 (0.565)	-0.93		LGOMOR	3.7447 (0.000)	0.0380 (0.470)	-2.38
	LTRDF	2.6372 (0.000)	0.1501 (0.000)	-3.07		LTRMOR	3.5551 (0.000)	0.0489 (0.002)	-3.39***
	LDPDF	4.4078 (0.000)	0.0496 (0.424)	-1.22					
Variable dependiente: IB per cápita GTO	LGTGTO	1.8612 (0.005)	0.1434 (0.001)	-2.31	Variable dependiente: IB per cápita PUE	LGTPUE	1.3741 (0.006)	0.1593 (0.000)	-2.57
	LGAGTO	2.0055 (0.009)	0.1424 (0.004)	-2.27		LGAPUE	2.0705 (0.000)	0.1288 (0.000)	-2.55
	LGOGTO	4.4723 (0.001)	-0.0176 (0.830)	-1.16		LGOPUE	2.7580 (0.042)	0.0858 (0.343)	-0.85
	LTRGTO	2.7388 (0.000)	0.0967 (0.000)	-2.36		LTRPUE	1.6928 (0.001)	0.1450 (0.000)	-2.34
Variable dependiente: IB per cápita HGO	LGTHGO	4.2789 (0.000)	-0.005 (0.877)	-2.22	Variable dependiente: IB per cápita QRO	LGTQRO	1.3781 (0.006)	0.2044 (0.000)	-2.41
	LGAHGO	4.7938 (0.002)	-0.0447 (0.669)	-2.24		LGAQRO	0.8490 (0.434)	0.2661 (0.002)	-1.73
	LGOHGO	4.2494 (0.000)	-0.0050 (0.899)	-2.16		LGOQRO	0.7963 (0.318)	0.2680 (0.000)	-1.35
	LTRHGO	4.2715 (0.000)	-0.0042 (0.000)	-2.23		LTRQRO	2.3519 (0.000)	0.1488 (0.000)	-2.78
Variable dependiente: IB per cápita MEX	LGMEX	4.7833 (0.000)	-0.0276 (0.238)	-3.29***	Variable dependiente: IB per cápita TLX	LGTTX	4.3642 (0.000)	-0.0236 (0.651)	-2.13
	LGAMEX	5.6192 (0.000)	-0.0802 (0.010)	-3.92**		LGATX	5.9907 (0.000)	-0.1415 (0.189)	-2.22
	LGOMEX	3.1724 (0.001)	0.0699 (0.229)	-3.12		LGOTX	3.7870 (0.000)	0.0160 (0.805)	-2.27
	LTRMEX	4.6854 (0.000)	-0.0245 (0.080)	-3.40***		LTRTLX	4.2946 (0.000)	-0.0206 (0.229)	-1.68

Nota: Para los estados de Puebla y Querétaro el periodo de análisis empieza a partir de 1983 y 1982, respectivamente, por falta de datos al inicio de la muestra. Entre paréntesis se presentan los valores-*p*. *, ** y *** indica que son significativos al 1, 5 y 10%, respectivamente.

Los valores críticos proporcionados por MacKinnon (1991) son inadecuados, por lo cual se utilizarán los valores propuestos por Enders (2010, table C). Los valores críticos para la prueba de cointegración de Engle y Granger son -4.123, -3.461 y -3.13 para 1, 5 y 10%, respectivamente. (Enders, 2010)

Fuente: Estimaciones propias con datos de CEFP (2009) e INEGI (2014a y 2014b).

³⁰ Los estadísticos de la regresión de cointegración no son significativos.

Por su parte, los gastos total y en transferencias de Morelos muestra cointegración con el PIB *per cápita*, al pasar la prueba de Engle-Granger al 5 y 10%, respectivamente. Lo que significa que cuando crece en 1% el gasto total de Morelos se incrementa en promedio 0.11% el PIB *per cápita* estatal, y del mismo modo, al incrementarse en 1% el gasto en transferencias el PIB *per cápita* crece en 0.05%.

Por su parte, los resultados de la prueba Engle-Granger para los estados de Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Querétaro y Tlaxcala no muestran evidencia de cointegración entre el PIB *per cápita* y el gasto público y sus componentes.

Como se ha discutido previamente, es posible que existan relaciones de largo plazo que cambien en algún periodo de tiempo, lo que dificultaría la evaluación de cointegración en la muestra completa. Con la prueba Gregory Hansen se evaluará el cambio estructural con cambio de nivel (C) por medio de la ecuación denotada como:

$$L(Y)_t^j = \mu_1 + \mu_2\varphi_{t\tau} + aL(G)_{it}^j + e_t, \quad t = 1, \dots, 24 \quad (3.2)$$

Donde μ_1 representa el intercepto antes del cambio estructural y μ_2 representa el intercepto después de dicho cambio; Donde $L(Y)_t^j$ representa el PIB *per cápita* nacional o del j-ésimo estado y $L(G)_{it}^j$ denota el gasto público total o el i-ésimo componente del j-ésimo estado, y e_t son los errores de las regresiones. Para modelar el cambio estructural se define variables binarias ($\varphi_{t\tau}$) las cuales toman el valor de 0 hasta el periodo τ cuando se presenta el cambio estructural y 1 hasta el final de la muestra.³¹ Para realizar la prueba de Gregory-Hansen el modelo se estima de manera recursiva para los diferentes valores de τ , al final se elige aquel que presente el menor valor del estadístico ADF.

Para evaluar un cambio de nivel con tendencia (C/T) se estima el modelo:

$$L(Y)_t^j = \mu_1 + \mu_2\varphi_{t\tau} + \beta t + aL(G)_{it}^j + e_t, \quad t = 1, \dots, 24 \quad (3.3)$$

³¹ Para tener suficientes observaciones en la estimación $\tau \in [0.15, 0.85]$ a lo que se denomina "trimming percentage".

Esta ecuación tiene los mismos elementos que la ecuación 3.3, excepto que se agrega un término de tendencia lineal denotado por βt . Y por último para evaluar el cambio de régimen (C/S) se estima:

$$L(Y)_t^j = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{t\tau} + a_1 L(G)_{it}^j + a_2 L(G)_{it}^j \varphi_{t\tau} + e_t, \quad t = 1, \dots, 24 \quad (3.4)$$

donde las variables son las mismas que en la ecuación 3.2, en este caso μ_1 y μ_2 se definen como el modelo de cambio de nivel. En este modelo α_1 es el coeficiente pendiente de cointegración antes del cambio de régimen y $\alpha_1 + \alpha_2$ representa el coeficiente pendiente después del cambio estructural. Este modelo es el más completo ya que incorpora un cambio de nivel en el término μ_2 y pendiente con a_2 .

Como se puede apreciar en el cuadro 3.10 hay evidencia de la existencia de cointegración al introducir diferentes tipos de cambio estructural, en este cuadro se presentan todos los resultados, pero en el cuadro 3.11 sólo se muestran aquellos en los que hay cointegración con cambio estructural. Además, el análisis se centra en los casos en los que los coeficientes que miden el cambio estructural son estadísticamente significativos (destacados en negritas).

Cuadro 3.10. Pruebas de cointegración con cambio estructural, 1980-2012.

Estados/G(i)	Cambio de nivel		Cambio de nivel y tendencia		Cambio de régimen	
	Estadístico DFA (Rezagos)	Fecha de cambio	Estadístico DFA (Rezagos)	Fecha de cambio	Estadístico DFA (Rezagos)	Fecha de cambio
LNAC Lgt	-4.38*** (3)	1990	-4.86*** (3)	1992	-4.58 (3)	1999
LNAC lga	-4.00 (0)	1992	-4.59 (1)	1984	-4.47 (1)	1992
LNAC lgo	-4.16 (2)	1992	-5.37** (1)	1984	-4.34 (1)	1993
LNAC lgtr	-4.25 (1)	2003	-5.50* (1)	1984	-4.60 (1)	1997
LNAC lgdp	-3.74 (1)	1998	-4.01 (1)	1987	-4.04 (1)	1997
LNAC lgdi	-3.18 (0)	1997	-5.31** (1)	1984	-3.72 (2)	1996
LDF lgtdf	-4.65** (0)	1993	-4.05 (1)	1998	-4.09 (1)	1992
LDF lgadf	-3.78 (1)	1999	-4.05 (1)	1998	-3.76 (1)	2001
LDF lgodf	-3.72 (1)	1994	-6.17* (1)	1984	-4.09 (1)	1995
LDF ltrdf	-3.99 (1)	1995	-4.24 (0)	1985	-4.46 (1)	1994
LDF ldpdf	-4.49*** (0)	1987	-5.10** (1)	1990	-3.62 (1)	1995

LGTO	lgtgto	-5.56*	(2)	1987	-5.53*	(2)	1987	-5.01**	(2)	1987
LGTO	lgagto	-3.04	(1)	1999	-3.86	(1)	1985	-3.22	(1)	1997
LGTO	lgogto	-3.58	(1)	2001	-4.30	(3)	2003	-3.91	(1)	1997
LGTO	ltrgto	-4.88**	(1)	1986	-5.83*	(2)	1987	-4.61	(1)	1987
LHGO	lghgo	-3.88	(1)	1988	-6.69*	(2)	1987	-5.43*	(2)	1992
LHGO	lgahgo	-3.65	(1)	2007	-5.77*	(2)	1987	-4.15	(1)	2003
LHGO	lgohgo	-3.72	(1)	2003	-6.66*	(1)	1988	-5.82*	(2)	1989
LHGO	ltrhgo	-3.35	(1)	2003	-6.49*	(2)	1986	-3.85	(1)	1997
LMEX	lgtmex	-6.15*	(1)	1988	-4.49	(2)	1987	-5.81*	(1)	1988
LMEX	lgamex	-6.12*	(1)	1988	-5.99*	(1)	1988	-4.50	(1)	1995
LMEX	lgomex	-5.38*	(1)	1988	-6.10*	(1)	1988	-5.37**	(1)	1988
LMEX	ltrmex	-6.34*	(1)	1988	-6.26*	(1)	1988	-4.92***	(2)	1987
LMOR	lgtmor	-5.28*	(2)	1985	-6.30*	(2)	1999	-5.08**	(2)	2000
LMOR	lgamor	-4.69**	(1)	1995	-4.85	(1)	1984	-4.63	(1)	1998
LMOR	lgomor	-4.70**	(1)	1998	-4.68	(1)	1998	-4.62	(1)	1998
LMOR	ltrmor	-4.61***	(1)	1998	-5.46*	(1)	1984	-4.98**	(2)	1987
LPUE	lgtpue	-2.93	(4)	1997	-3.52	(3)	1992	-3.54	(2)	1989
LPUE	lgapue	-3.17	(4)	1997	-3.50	(4)	1997	-3.10	(4)	1997
LPUE	lgopue	-3.27	(4)	1997	-4.49	(3)	1995	-3.21	(4)	1997
LPUE	ltrpue	-5.01**	(0)	1987	-3.11	(4)	1997	-3.82	(0)	1993
LQRO	lgtqro	-3.99	(4)	2004	-5.29**	(0)	1987	-4.21	(4)	1994
LQRO	lgaqro	-2.64	(1)	1987	-4.21	(0)	1987	-4.02	(0)	1993
LQRO	lgoqro	-3.33	(4)	1998	-4.62	(0)	1987	-3.32	(4)	1998
LQRO	ltrqro	-6.31*	(0)	1988	-7.14*	(1)	1987	-5.42**	(0)	1988
LTLX	lgttlx	-7.21*	(0)	1987	-7.22*	(0)	1987	-7.17*	(0)	1987
LTLX	lgatlx	-4.40***	(0)	1989	-6.26*	(0)	1987	-4.58	(0)	1989
LTLX	lgotlx	-2.75	(5)	1984	-6.64*	(0)	1987	-4.77***	(5)	1994
LTLX	ltrtlx	-2.75	(1)	1985	-6.54*	(0)	1987	-7.99*	(0)	1987

Nota: *, ** y *** indican si son estadísticamente significativos al 1%, 5% y 10%.

Para la prueba de Gregory y Hansen (1996) los valores críticos son: a) Cambio de nivel -5.13, -4.61 y -4.34 para 1, 5 y 10%, respectivamente. b) Cambio de tendencia -5.45, -4.99 y -4.72 para 1, 5 y 10%, respectivamente. y c) Cambio de régimen -5.47, -4.95 y -4.68 para 1, 5 y 10%, respectivamente.

Fuente: Estimaciones propias con datos de CEFP (2009) e INEGI (2014a y 2014b).

El modelo de cointegración con cambio en el nivel sugiere una relación entre el PIB *per cápita* y el gasto público total a nivel nacional con un cambio en el intercepto a partir del año 1990 y en el modelo de cambio de nivel y tendencia hay un cambio en el año de 1992 a un nivel de significancia del 10%.

En el modelo de cambio de nivel y tendencia (C/T), a un nivel de significancia de 5%, las relaciones que presentan cointegración a nivel nacional son el PIB *per cápita* y gasto en obras públicas, y el PIB *per cápita* y disponibilidades a partir de 1984. Al 1%, se presenta entre el PIB *per cápita* y gasto en transferencias. Es interesante denotar que las fechas del cambio se ubican en 1984, época de alta inestabilidad, y en 1992, cuando la economía había consolidado la estabilización macroeconómica se habían llevado a cabo importantes reformas económicas. Por otro lado, no hay evidencia de cointegración en el modelo cuando se considera cambio de nivel y de pendiente

En el caso nacional tenemos que el modelo de cambio de nivel (C) muestra que hasta 1990 el intercepto era 2.74 y a partir de 1991 pasó a 2.70, en tanto que la relación PIB *per cápita* y gasto total refleja que al incrementarse en 1% el gasto público total se incrementa el PIB *per cápita* nacional en 0.16%. Las estimaciones de los modelos del gasto total, transferencias y disposiciones son no significativas al introducir cambio de nivel y tendencia. En particular, el coeficiente de la tendencia lineal o el coeficiente que mide la relación de largo plazo entre las variables no son estadísticamente significativos, lo que hace irrelevante al modelo.

Al contrario en el modelo (C/T) del gasto en obras públicas nacional se tiene un cambio estructural significativo en 1984. Por lo tanto, hasta 1984 su intercepto era 4.87 y desde 1985 baja a 4.77 con una tendencia significativa, pero pequeña, y una relación que sugiere que al incrementarse en 1% el gasto en obras públicas se incrementa el PIB *per cápita* nacional en 0.06%.

En el caso del DF se observa cointegración para el modelo (C) en la relaciones del PIB *per cápita* y gasto total cuyo intercepto cambia desde 1993 de -4.77 a -4.57 y en promedio cuando se incrementa en 1% este gasto, el PIB *per cápita* crece en 0.54%. La relación de PIB *per cápita* y las disposiciones es significativa en los modelos (C) y (C/T), por lo cual el modelo más completo es el cambio de nivel y tendencia teniendo un cambio en el intercepto de 3.87 a 3.98 a partir de 1990, una tendencia de 0.01 y al incrementar en 1% el gasto en obras públicas el PIB *per cápita* crece 0.06%.

El estado de Guanajuato tiene evidencia de cointegración entre el PIB *per cápita* y gasto total con los tres modelos³². Al analizar el modelo de cambio de régimen (C/S) (se considera el más completo) se observa que en el periodo de 1980 a 1987 al incrementar en 1% el gasto total el PIB *per cápita* aumenta en 0.01% y, a partir de 1988 este efecto es de 0.09% y su intercepto disminuye a partir de 1988 de 3.052 a 2.772.

Para el mismo estado, en el caso del gasto en transferencias los modelos (C) y (C/T) de cambio estructural son significativos. Con respecto al modelo de cambio de nivel, el gasto en transferencias tiene efectos positivos en el PIB *per cápita* y después de 1986 el intercepto disminuye. Al introducir la tendencia a la regresión de cambio de nivel se observa que en el intercepto cambia de 3.05 a 2.77 después de 1987 con una tendencia significativa y positiva, y la relación de cointegración muestra que al incrementarse en 1% las transferencias el PIB *per cápita* en promedio se incrementa en 0.08%.

El gasto en obras públicas en Hidalgo es significativo en los modelos (C/T) y (C/S); en el primero, se observa que el intercepto cambia de 5.35 a 5.05 después de 1988 con una tendencia positiva y significativa, la relación de cointegración muestra que al incrementarse en 1% el gasto en obras públicas el PIB *per cápita* en promedio disminuye en 0.08%.

En el segundo modelo se distinguen dos comportamientos en el que el gasto tiene un efecto negativo hasta 1992 y otro positivo a partir del siguiente año teniendo un efecto de 0.13% en el PIB *per cápita* de Hidalgo al incrementarse en 1% el gasto en obras públicas; el intercepto cambia de 5.23 a 2.27.

³² En el modelo de cambio de nivel y tendencia se observa que el coeficiente de la tendencia es no significativo, por lo que el modelo es del tipo de cambio de nivel. Entre los modelos de cambio de nivel y régimen es más completo el segundo.

.Cuadro 3.11. Pruebas de cointegración con cambio estructural, 1980-2012.

		Cambio de nivel				Cambio de nivel y tendencia					Cambio de régimen				
		μ_1	$\mu_1 + \mu_2$	α	Fecha	μ_1	$\mu_1 + \mu_2$	β	α	Fecha	μ_1	$\mu_1 + \mu_2$	a_1	$a_1 + a_2$	Fecha
Nacional	LGT	2.745 (0.000)	2.704 (0.038)	0.160 (0.000)	1990	1.655 (0.007)	1.586 (0.001)	-0.002 (0.217)	0.217 (0.000)	1992					
	LGO					4.869 (0.000)	4.777 (0.000)	0.008 (0.000)	0.055 (0.022)	1984					
	LTR					5.505 (0.000)	5.402 (0.000)	0.008 (0.008)	0.019 (0.430)	1984					
	LDI					6.010 (0.000)	5.889 (0.000)	0.011 (0.000)	-0.010 (0.370)	1984					
Distrito Federal	LGTFD	-4.767 (0.002)	-4.568 (0.000)	0.536 (0.000)	1993										
	LGODF					5.025 (0.000)	4.840 (0.002)	0.024 (0.000)	-0.007 (0.779)	1984					
	LDPDF	2.265 (0.000)	2.774 (0.000)	0.162 (0.000)	1993	3.875 (0.000)	3.980 (0.040)	0.016 (0.000)	0.061 (0.000)	1990					
Guanajuato	LGTGTO	0.749 (0.028)	0.511 (0.000)	0.220 (0.000)	1987	1.359 (0.251)	1.102 (0.000)	0.004 (0.588)	0.180 (0.024)	1987	3.052 (0.000)	2.772 (0.000)	0.010 (0.026)	0.089 (0.009)	1987
	LTRGTO	2.420 (0.000)	2.218 (0.000)	0.126 (0.000)	1986	3.052 (0.000)	2.772 (0.000)	0.010 (0.026)	0.078 (0.009)	1987					
Hidalgo	LGTHGO					5.507 (0.000)	5.224 (0.000)	0.018 (0.003)	-0.088 (0.149)	1987	8.022 (0.000)	1.042 (0.000)	-0.259 (0.000)	0.188 (0.000)	1992
	LGAHGO					5.030 (0.000)	4.740 (0.000)	0.011 (0.000)	-0.058 (0.310)	1987					
	LGOHGO					5.348 (0.000)	5.050 (0.000)	0.018 (0.000)	-0.089 (0.028)	1988	5.235 (0.000)	2.277 (0.000)	-0.076 (0.075)	0.131 (0.000)	1992
	LTRHGO					4.786 (0.000)	4.509 (0.000)	0.015 (0.005)	-0.041 (0.182)	1986					
México	LGMEX	3.897 (0.000)	3.745 (0.000)	0.0277 (0.162)	1988						2.346 (0.207)	3.799 (0.435)	0.117 (0.277)	0.024 (0.393)	1988
	LGAMEX	3.629 (0.000)	3.456 (0.000)	0.046 (0.115)	1988	3.454 (0.000)	3.282 (0.000)	-0.008 (0.775)	0.057 (0.248)	1988					
	LGOMEX	4.143 (0.000)	4.020 (0.000)	0.013 (0.636)	1988	4.301 (0.000)	4.147 (0.000)	0.001 (0.334)	0.003 (0.913)	1988	4.053 (0.000)	4.051 (0.998)	0.019 (0.754)	0.012 (0.917)	1988
	LTRMEX	4.199 (0.000)	4.051 (0.000)	0.010 (0.330)	1988	4.306 (0.000)	4.149 (0.000)	0.001 (0.615)	0.003 (0.859)	1988	4.676 (0.000)	4.070 (0.208)	-0.020 (0.474)	0.010 (0.329)	1987
Morelos	LGMOR	2.370 (0.000)	2.314 (0.157)	0.123 (0.000)	1985	1.664 (0.070)	1.752 (0.098)	-0.009 (0.039)	0.172 (0.007)	1999	2.803 (0.000)	5.683 (0.213)	0.092 (0.013)	-0.080 (0.221)	2000
	LGAMOR	4.732 (0.000)	4.881 (0.000)	-0.038 (0.419)	1995										

	LGOMOR	4.582 (0.000)	4.756 (0.000)	-0.027 (0.212)	1988										
	LTRMOR	4.131 (0.000)	4.279 (0.010)	0.005 (0.791)	1998	3.464 (0.000)	3.341 (0.016)	0.001 (0.791)	0.033 (0.085)	1984	4.704 (0.000)	2.951 (0.009)	-0.036 (0.428)	0.087 (0.014)	1987
Puebla	LTRPUE	1.133 (0.000)	0.876 (0.000)	0.193 (0.000)	1987										
Querétaro	LGTQRO					2.367 (0.001)	2.085 (0.000)	0.014 (0.003)	0.138 (0.006)	1987					
	LTRQRO	1.646 (0.000)	1.376 (0.000)	0.208 (0.000)	1988	2.890 (0.000)	2.588 (0.000)	0.012 (0.007)	0.113 (0.002)	1987	7.079 (0.000)	1.283 (0.000)	-0.194 (0.085)	0.215 (0.001)	1988
Tlaxcala	LGTTLX	2.677 (0.000)	2.340 (0.000)	0.103 (0.000)	1987	2.523 (0.008)	2.191 (0.000)	-0.001 (0.856)	0.114 (0.083)	1987	1.532 (0.371)	2.377 (0.626)	0.183 (0.130)	0.101 (0.497)	1987
	LGATLX	1.480 (0.037)	1.144 (0.000)	0.199 (0.000)	1989	3.073 (0.004)	2.705 (0.000)	0.006 (0.045)	0.079 (0.299)	1987					
	LGOTLX					4.266 (0.000)	3.904 (0.000)	0.009 (0.000)	-0.010 (0.643)	1987	5.912 (0.000)	3.294 (0.027)	-0.140 (0.060)	0.053 (0.028)	1994
	LRTLX					4.167 (0.000)	3.811 (0.000)	0.009 (0.000)	-0.009 (0.697)	1987	4.256 (0.000)	3.092 (0.000)	-0.008 (0.370)	0.058 (0.000)	1987

Nota: Son las estimaciones de las regresiones que son estadísticamente significativas en la prueba de Gregory-Hansen (1996).

Los valores en paréntesis son el *valor-p* de las estimaciones

Valores significativos en negritas.

Fuente: Estimaciones propias con datos de CEFP (2009) e INEGI (2014a y 2014b).

Respecto al gasto total de Hidalgo el modelo (C/S) distingue que hasta 1992 tiene un efecto negativo para el crecimiento económico y, a partir, de 1993 el efecto es positivo en la cuantía de que al incrementar en 1% el gasto público el PIB *per cápita* se incrementa en promedio 0.19%; el intercepto pasa de 8.02 a 1.04. Por su parte, los demás modelos de Hidalgo no muestran evidencia de cambio estructural en su relación de largo plazo.

Por su parte, sólo el gasto total en Morelos muestra dos conclusiones importantes: en el modelo (C) se observa que el coeficiente del cambio de nivel es no significativo, por lo que el modelo es del tipo cointegración general o de Engle-Granger analizado en el cuadro 3.9. Sin embargo, el modelo (C/T) arroja un estadístico significativo al 10% con cambio en el intercepto en 1999 de 1.66 a 1.75, con tendencia negativa y un coeficiente pendiente que indica que un aumento de 1% en el gasto total el PIB *per cápita* se incrementa en 0.17%.

La prueba de cointegración de Gregory-Hansen en el estado de Puebla sólo encuentra cointegración en el modelo (C) en la relación PIB *per cápita* y gasto en transferencias: después de 1987 el intercepto cambia de 1.13 a 0.88 y al incrementar 1% este gasto se incrementa el PIB *per cápita* en 0.19%.

En el modelo (C/T) del gasto total de Querétaro hay evidencia de cambio estructural en 1987 cuando el intercepto cambia de 2.37 a 2.08 con tendencia positiva y la relación de cointegración indica que al incrementarse 1% el gasto total el PIB *per cápita* en promedio se incrementa en 0.14%. Con respecto a la relación de largo plazo del PIB *per cápita* y gasto en transferencias de Querétaro, el modelo (C/S) sugiere que hasta 1988 el efecto del gasto en transferencias era negativo y a partir de 1989 al incrementarse en 1% el PIB *per cápita* en promedio crece en 0.21% y el intercepto cambia de 7.08 a 1.28 a partir de 1989.

Los resultados de cointegración para los casos del gasto total y administrativo de Tlaxcala indican que el modelo (C) permite modelar mejor el cambio estructural en estas relaciones de largo plazo. Para el gasto total el intercepto cambia de 2.67 a 3.33 en 1987 y en promedio cuando se incrementa en 1% este gasto, el PIB *per*

cápita crece en 0.10%. El comportamiento del gasto administrativo muestra que al incrementarse en 1%, el PIB *per cápita* en promedio crece en 0.20%.y a partir de 1989 el intercepto cambia de 1.48 a 1.14.

El modelo (C/S) de gasto en obras públicas en Tlaxcala sugiere que en el periodo comprendido de 1980 a 1993 el efecto del gasto es negativo, ya que al incrementarse en 1% reduce al PIB *per cápita* en 0.14%. Después de 1994 el signo se invierte a positivo teniendo un efecto de 0.05% en el PIB *per cápita* y el intercepto disminuye de 5.91 a 3.29.

Existen dos casos relevantes en los modelos (C/S), el gasto en transferencias en Morelos y Tlaxcala, los cuales muestran efectos negativos y no significativos hasta 1987; sin embargo, desde 1988 este gasto tiene un efecto positivo y significativo en el crecimiento del PIB *per cápita* y el intercepto se reduce después del cambio estructural.

Los modelos que no generan coeficientes del cambio estructural significativos, a pesar de que la prueba de Gregory-Hansen sugiera cointegración son los de gasto total y administrativo en Tlaxcala y todos los componentes del gasto público el estado de México.

En general, estos resultados sugieren que hay un cambio fundamental en los parámetros que definen la relación entre las variables analizadas de la economía nacional y del centro de México. Estos cambios estructurales se podrían explicar por una baja producción en el país durante el periodo de crisis entre los años 1982-1987 y el aumento en los precios del petróleo. Es decir, los efectos de la crisis de 1982-83 y las políticas de estabilización provocaron un crecimiento lento por un largo periodo, además del cambio en la relación con el gasto público y sus componentes.

Por otra parte, el gasto público se redujo de manera significativa durante estos años, sobre todo entre 1988 a 1991, debido a la fuerte disciplina fiscal aplicada por las autoridades. El gasto neto que devengó el sector público, que representó 37.3% del PIB en 1988, fue tan sólo 23.6% de éste en 1991. La contención del

gasto fue posible, entre otros factores, por la caída del monto pagado por concepto de intereses de la deuda y como resultado de la renegociación de ésta. Este rubro pasó de representar 16.6% del PIB en 1988 a 2.4% en 1994 (Banxico, varios años)

En general, hay un fuerte ajuste en los años ochenta del gasto público, aunque la disciplina fiscal se mantuvo durante todo el periodo, y hasta principios de los años noventa que se recuperó, lo que podía explicar el cambio en las relaciones entre el PIB *per cápita* y los diferentes componentes del gasto en los estados.

Conclusiones

El estado en la economía posee un papel muy importante en la redistribución de la riqueza a través del gasto público, sobre todo en su uso desagregado. El análisis realizado a lo largo de este trabajo se hizo sobre una base de datos a nivel estatal y nacional de México para el periodo de 1980-2012.

El presente trabajo buscó analizar las relaciones de largo plazo del gasto público desagregado con respecto al crecimiento económico de los estados del centro de México, a través de los modelos de cointegración estándar y los tres modelos propuestos por Gregory y Hansen (1996) de cointegración con cambio estructural.

El comportamiento de las variables muestra que los rubros con mayor participación en el PIB en casi todos los estados es el de transferencias para el periodo de estudio. La relación del gasto total público con sus componentes indica que el gasto administrativo tiene mayor peso en el gasto total en Guanajuato y para los demás casos es el gasto en transferencias. Se cumplió el objetivo al determinar que relaciones de largo plazo no son estables en el tiempo porque existe evidencia de quiebre estructural en listadas a continuación.

Para iniciar el análisis se revisó la estacionariedad de las series que en su mayoría son $I(1)$. Los resultados obtenidos con respecto a la cointegración estándar entre el PIB *per cápita* y el gasto público desagregado para cada estado se realizaron con la prueba de Engle-Granger (1987). Las relaciones que muestran ser estables para el periodo 1980-2012 son: el PIB *per cápita* del DF y el gasto público total del DF con una significancia del 5%; el PIB *per cápita* del estado de México muestra relación negativa con el gasto administrativo significativa al 5%, con respecto al gasto total se observa un efecto negativo pero no significativo y gasto en transferencias muestra evidencia de tener un efecto negativo sobre el crecimiento significativo al 10%; y el PIB *per cápita* de Morelos muestra una relación con el gasto total y el gasto en transferencias con un efecto positivo con una significancia del 5%.

No se encuentra evidencia de que el gasto público y sus componentes estén cointegrados con el PIB *per cápita* en los estado de Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y a nivel Nacional, además de algunos componentes del gasto público de los estados de México, Morelos y del Distrito Federal.

Para comprobar que los resultados anteriores no son causados por un cambio estructural en las series se aplicó la prueba de Gregory y Hansen (1996). En general, los cambios estructurales se encontraron a mitad de los años ochenta y primera mitad de los años noventa los cuales se pueden explicar la inestabilidad derivada de las crisis de 1983 y 1987 y por las reformas en el uso del gasto de esos años.

Para el modelo (C) de Gregory-Hansen (1996) podemos ver que existen 7 modelos que pasaron las pruebas de cambio estructural con una relación positiva, dados por:

- 1) A nivel nacional se observa que la relación del PIB *per cápita* y el gasto público total con un cambio de nivel en 1990 de 2.74 a 2.70.
- 2) En el DF se observa que las relaciones del PIB *per cápita* con el gasto total; y con la deuda pública tienen una disminución en el intercepto a partir de 1993.
- 3) En Guanajuato se observa que la relación del PIB *per cápita* y el gasto en transferencias tiene una disminución en el intercepto de 2.4 a 2.2 a partir de 1986.
- 4) Puebla sólo presenta cointegración con cambio de nivel en la relación del PIB *per cápita* y el gasto en transferencias con una reducción en el intercepto después de 1987.
- 5) En Tlaxcala, las relaciones de PIB *per cápita* con gasto total; y con el gasto administrativo presentan cambio de nivel en 1987 y 1989, respectivamente.

Los resultados del modelo (C/T) que representa el cambio de tendencia en los cuales las relaciones de cointegración son positivas, están:

- 1) A nivel nacional el PIB *per cápita* y el gasto en obras públicas con cambio de nivel en 1984 y tendencia positiva.
- 2) En el DF se observa que la relación del PIB *per cápita* y deuda pública tienen tendencia positiva con cambio estructural en 1990.
- 3) En Guanajuato, la relación del PIB *per cápita* y el gasto en transferencias sugiere una tendencia positiva con cambio en estructural en 1987.
- 4) Morelos presenta evidencia de cointegración en la relación del PIB *per cápita* y el gasto total, la cual sugiere tendencia positiva con cambio estructural en 1999.
- 5) En Querétaro, la relación del PIB *per cápita* y el gasto total tiene tendencia positiva con cambio en el intercepto en 1987.

En el modelo más completo de cambio estructural, denotado como cambio de régimen (C/S), los resultados son:

- 1) En Guanajuato se observa que la relación del PIB *per cápita* y el gasto total es positiva y se incrementa después de 1987, mientras que el intercepto disminuye.
- 2) La relación del PIB *per cápita* de Hidalgo y el gasto total es negativa hasta 1992, a partir de 1993 esta relación se vuelve positiva disminuyendo el intercepto. Por su parte, la relación del PIB *per cápita* Hidalgo y el gasto en obras públicas tiene el mismo comportamiento.
- 3) En Querétaro, la relación del PIB *per cápita* y el gasto en transferencias es negativa hasta 1988, en el año siguiente cambia a positiva y disminuye el intercepto.
- 4) Por último, en Tlaxcala la relación del PIB *per cápita* y el gasto en obras públicas es negativa hasta 1994 y a partir de 1995 esta relación es positiva con una disminución del intercepto.

La hipótesis planteada se cumple con el gasto total y en obras públicas para todos los casos donde existe cointegración tiene efecto positivo y por parte de los gastos administrativos se cumple la mitad, ya que se encuentra cointegración pero con

signo contrario al esperado en el caso del gasto administrativo en Tlaxcala y se cumple en la relación del PIB *per cápita* y el gasto administrativo en México.

El gasto en transferencias en la prueba de Engle-Granger muestra una relación negativa en el caso del Estado de México y positiva en el estado de Morelos, cumpliéndose la hipótesis a la mitad. Al analizarla con los modelos de cambio estructural se obtiene una relación positiva en los estados de Guanajuato, Puebla y Querétaro.

En el caso de la deuda pública a nivel nacional no es significativa y se cumple la hipótesis con signo contrario en el caso del DF que presenta positivos en los modelos de cambio de nivel y cambio de tendencia.

Se puede observar que solamente en algunos estados el efecto del gasto público genera crecimiento en el PIB *per cápita*, lo cual señala la importancia de desarrollar políticas que impulsen el crecimiento a través del gasto desagregado según sea el caso específico.

Bibliografía

Arslanalp, S., F. Bornhorst. y S. Gupta (2011). "Inversión y crecimiento", *Finanzas y desarrollo*. Vol. 48, Núm. 1, pp. 34-37.

Bagdigen, M. y H. Cetintas (2004). "Causality between public expenditure and economic growth: The Turkish case", *Journal of Economic and Social Research*. Vol. 6, Núm. 1, pp. 53-72.

Bajo, O y C. Díaz (2003). "Política fiscal y crecimiento: nuevos resultados para las regiones españolas, 1967-1995". *Investigaciones Regionales. Sección Artículos*. Vol. 3, pp. 99-111.

Banco Central de Chile (2008). *Interpolación del PIB*. Chile

Banco de México (1988). *Informe Anual*. México.

Banco de México (1989). *Informe Anual*. México.

Banco de México (1990). *Informe Anual*. México.

Banco de México (1993). *Informe Anual*. México.

Banco de México (1994). *Informe Anual*. México.

Banco de México (1995). *Informe Anual*. México.

Banco de México (2009). *Informe Anual*. México.

Banco de México (2011). *Reporte sobre de las economías regionales*, Enero-Marzo, México.

Banda, H., y S. Chacón (2005). "La crisis financiera mexicana de 1994: una visión política-económica", *Foro Internacional*. Vol. 45, Núm. 3, pp. 445-465.

Barajas, H y L. Gutiérrez (2012). "La importancia de la infraestructura física en el crecimiento económico de los municipios de la frontera norte", *Estudios Fronterizos*. Vol. 13, Núm. 25, pp. 57-88.

Birch, P y H. Whitta-Jacobsen (2008). *Introducción a la macroeconomía avanzada*, Mc Graw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. Vol. I. Crecimiento económico, Madrid.

Bose, N., M. E. Haque y D. R. Osborn (2007). "Public expenditure and economic growth: A disaggregated analysis for developing countries". *The Manchester School*. Vol. 75, Núm. 5, pp. 533-556.

Cárdenas, E. (1996). *La política económica en México, 1950-1994*, El Colegio de México. Fondo de cultura económica, México, DF.

Camarero M., V. Esteve y C. R. Tamarit (1998). *Cambio de régimen de sostenibilidad a largo plazo de la política fiscal: El caso de España*, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, S. A., Valencia.

CEFP (2006) Centro de Estudio de las Finanzas Públicas "Evolución y Estadísticas de Gasto Público Federal en México, 1980-2006 (Actualizado con la Cuenta Pública Federal 2005)" <<http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0492006.pdf>> (13 de Abril 2015).

CEFP (2009) Centro de Estudio de las Finanzas Públicas. "Indicadores y Estadísticas (Ingresos y Deuda), Evolución estadística de ingresos y gastos por entidad federativa 1980-2007 (Estatales)" <http://www.cefp.gob.mx/Pub_Ingresos_Estadisticas.htm> (10 de Enero 2015).

CONAPO (2014) Consejo Nacional de Población. "Proyecciones de la Población 2010-2050 / Datos de Proyecciones" <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos> (15 de Enero 2015).

Chávez, A. M. y J. Guadarrama (2004). "La región central de México en transición: tendencias económicas y migratorias a finales del milenio". *Procesos metropolitanos y grandes ciudades. Dinámicas recientes en México y otros países*.

H. Cámara de Diputados, LIX Legislatura, Instituto de Geografía CRIM-PUEC-UNAM-Conacyt-Miguel Ángel Porrúa, México, pp. 147-187.

Cohen J. (1992). "Statistical power analysis", *Current directions in psychological science*. Vol. 1, Núm. 3, pp.98-101.

Davidson, R. y J. G. MacKinnon (1993). *Estimation and Inference in Econometrics*, Oxford: Oxford University Press.

Dickey, D. A. y W. A. Fuller (1979). "Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root", *Journal of the American statistical association*. Vol. 74, Núm. 366a, pp. 427-431.

Dickey, D. A. y W. A, Fuller (1981)."Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root", *Econometrica, Journal of the Econometric Society*. Vol. 49, Núm. 4, pp. 1057-1072.

Enders, W. (2010). *Applied time series econometrics*. John Wiley and Sons. Nueva York.

Engle, R. F. y C. W. J. Granger (1987) "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing" *Econometrica*, Vol. 55, Núm. 2, pp. 251-276.

Fuentes, N. A. (2003). "Crecimiento económico y desigualdades regionales en México: el impacto de la infraestructura", *Región y Sociedad*. Vol. 15, Núm. 27, pp. 81-103.

Fuentes, N. A. y E. Mendoza (2003), "Infraestructura pública y convergencia regional en México, 1980-1998", *Comercio Exterior*. Vol. 53, Núm. 2, pp. 178-187.

Fuller W. A. (1976). *Introduction to statistical time series*, John Wiley y Sonns, INC Second Edition, New York.

Galindo, M. (2011). "Crecimiento económico", *Tendencias y nuevos desarrollos de la teoría económica ICE*. Vol. 858, pp. 39-55.

González J. Z., J. F. Martínez y F. Rodríguez (2009). “La crisis financiera y económica del 2008. Origen y consecuencias en los Estados Unidos y México”. *El cotidiano*. Vol. 157, Núm..157, pp.17-27.

Granger C. W. J. y P. Newbold (1974), “Spurious regressions in econometrics”, *Journal of Econometrics*. Vol. 2, Núm. 2, pp. 111-120.

Gregory, A. W. y B. E. Hansen (1996). “Residual-based tests for cointegration in models with regime shifts”, *Journal of Econometrics*. Vol. 70, Núm. 1, pp. 99-126.

Gujarati, D. N. y D. C. Porter (2010). *Econometría*. McGraw Hill/Interamericana editores, S. A. de C. V., México.

Hernández M, J. L. (2010). “Inversión pública y crecimiento económico: Hacia una nueva perspectiva de la función del gobierno”, *Economía, teoría y práctica, Nueva época*, Vol. 33, Núm. 1, pp. 59-95.

Hernández M, J. L. (2011). “La relación gasto público-crecimiento en México, 1980-2009”, *Paradigma económico*, Vol. 3, Núm. 2, pp. 5-32.

Inada, K. (1963). “On a two-sector model of economic growth: Comments and a generalization”, *The Review of Economic Studies*. Vol. 30, Núm. 2, pp. 119-127.

INEGI (2009) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Finanzas públicas estatales y municipales de México 2004-2007, 2009, 2004-2007 <<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825001731>> (18 de Mayo 2015).

INEGI (2013) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. “Sistema de cuentas nacionales de México. Cuentas de corto plaza y regionales. Fuentes y Metodologías”.<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibt/doc/scnm_metodologia_01.pdf> (15 de febrero de 2015).

INEGI (2014a) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Consulta Interactiva de Datos, Estadísticas de Finanzas Públicas Estatales y Municipales de

México (Varios años) <<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie>> (26 de Noviembre de 2014).

INEGI (2014b) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Consulta Interactiva de Datos, Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto interno bruto por entidad federativa (Varios años) <<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie>> (26 de Noviembre de 2014).

INEGI (2015) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD). < <http://sc.inegi.org.mx/cobdem> > (18 de Mayo de 2015).

Jiménez, F (2010). *Crecimiento económico: enfoques y modelos: Capítulo 1. Introducción: la teoría del crecimiento, concepto básicos y breve historia*. Documento de trabajo 288, Departamento de Economía Pontificia Universidad Católica de Perú, Lima, pp. 5-68.

Lucas, R. E. (1988). "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics, North-Holland*. Vol. 22, Núm. 1, pp. 3-42.

Lustig, N. (1994). *México: hacia la reconstrucción de una economía*. El Colegio de México, México.

Maddala, G.S (1996). *Introducción a la econometría*. Prentice-hall Hispanoamericana, S. A., México.

Mahadeva, L. y P. Robinson (2009). *Ensayo 76. Prueba de raíz unitaria para ayudar a la construcción de un modelo*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, México.

MacKinnon, J. G. (1991), "Critical values for cointegration tests," en R. F. Engle and C. W. J. Granger (Ed.) *Long-Run Economic Relationships: Readings in Cointegration*. Oxford, Oxford University Press.

Marjit, S., J. Sasma y R. Sasmal (2013). "Distributive politics, public expenditure and economic growth: experience from the Indian States" *In DIAL Development International Conference*, University Dauphine, Paris.

Mejía, P. y V. H. Torres (2014) "Reformas estructurales en México: pasado, presente y futuro" en P. Mejía y V. H. Torres (coord.) *Efectos de las reformas estructurales en las fluctuaciones cíclicas y el crecimiento económico en México*. Ediciones y gráficos Eón, S. A. de C. V./Uaemex. México, pp. 13-42.

Mendoza, J. L. (2000). "¿Cuál es el rol del Estado?", *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas*. Vol. 5, Núm. 15, pp. 45-62.

Mendoza, W. y P Herrera (2006). *Macroeconomía: Un marco de análisis para una economía pequeña*. Fondo Editorial de la pontificia, Universidad Católica del Perú. Perú.

Moreno Brid, J. C. y J. Ross (2004). "México: las reformas del mercado desde una perspectiva histórica", *Revista de la CEPAL*. Vol. 84. pp. 35-57.

Noriega, A. y M. Fontenla (2007). "La infraestructura y el crecimiento económico en México", *El Trimestre Económico*. Vol. 74, Núm. 296, pp. 885-900.

Nworji, I. D., A. T. Okwn, T. C Obiwurn y L. O. Nworji (2012). "Effects of public expenditure on economic growth in Nigeria: a disaggregated time series analysis", *International Journal of Management Sciences and Business Research*. Vol. 1, Núm. 7, pp. 1-15.

Oks, D. y S. Van Wijnberge (1993) "México después de la crisis de la deuda: ¿Será sostenible el crecimiento?", *Economía Mexicana. Nueva Época*. Vol. 2, Núm. 1, pp. 65-112.

Olugbenga, A. y O. Owoye (2007). "Public expenditure and economic growth: New evidence from OECD countries", *Business and Economic Journal*, Vol. 4, Núm. 17, pp. 13-25.

Phillips, P. C. (1986). "Understanding spurious regressions in econometrics", *Journal of econometrics*. Vol. 33, Núm. 3, pp. 311-340.

Phillips, P. C. y P. Perron (1988). "Testing for a unit root in time series regression", *Biometrika*. Vol. 75, Núm. 2, pp. 335-346.

Pinilla, D. E., Jiménez J. D. y Montero R. (2013). "Gasto público y crecimiento económico. Un estudio empírico para América Latina", *Universidad Nacional de Colombia, Cuadernos de economía*. Vol. 32, Núm. 59, pp. 181-210.

Posada, C. E. y W. Gómez (2002) "Crecimiento económico y gasto público: un modelo para el caso colombiano", *Ensayos Sobre Política Económica*, pp. 41-42.

Ramachandran, K. M. y C. P. Tsokos (2009). *Mathematical Statistics with Applications*. Elsevier. Estados Unidos.

Rebelo, S. (1991). "Long-run policy analysis and long-run growth", *Journal of Political Economy*. Vol. 99, Núm. 3, pp 500-521.

Reyes G. y C. Moslares. (2011) "México en Recesión (2007-2009)" en P. Mejía y M. E. Morales (coord.) *Integración y recesión económica en el binomio México y Estados Unidos*. Uaemex. México, pp. 79-112.

Romer, P. M. (1986). "Increasing returns and Long-run growth", *The journal of Political Economy*. Vol. 94, Núm. 5, pp. 1002-1037.

Ros, J. (2010). "Política Fiscal, tipo de cambio y crecimiento en regímenes de alta y baja inflación: La experiencia de México", *Los grandes problemas de México, El Colegio de México*. Vol. 9, pp. 109-132.

Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. Antoni Bosch Editor, España.

Samuelson, P. y W. D. Nordhaus (2005). *Economía*. McGraw-Hill, México.

Schmidt, S. J. (2005). *Econometría*. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S. A. de C.V., México.

Schwert, G. W. (1987). "Effects of model specification on tests for unit roots in macroeconomic data", *Journal of Monetary Economics*. Vol. 20, Núm. 1, pp. 73-103.

Schwert, G. W. (1989). "Tests for unit roots: A Monte Carlo investigation", *Journal of Business and Economic Statistics*. Vol. 7, Núm. 2, pp. 147-159.

Solow, R. M. (1956). "A contribution to the theory of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 70, Núm. 1, pp. 65-94.

Sovilla, B. (2013). *Macroeconomía y finanzas públicas*. Facultad Autónoma de Chiapas, México.

Stock, J. H. y M. W. Watson (1988). "Variable Trends in Economic Time Series", *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 2, Núm. 3, pp. 147-174.

Suriñach, J., M. Artís, E. López y A. Sansó (1995). *Análisis económico regional; Nociones Básicas de teoría de la cointegración*. Antoni Bosch Editor, Barcelona.

Swan, T. W. (1956). "Economic growth and capital accumulation", *The Economic Record*, Vol. 32, Núm. 2, pp. 334-368.

Tanzi, V. (2000). "El papel del Estado y la calidad del sector público". *Revista de la CEPAL*. Vol. 71, pp. 7-22.

Tanzi, V. y Zee, H. H. (1997). "Fiscal policy and long-run growth", *Staff Papers-International Monetary Fund*. Vol. 44, Núm. 2, pp. 179-209.

Venegas F., M. A. Tinoco y V. H. Torres (2009). "Desregulación financiera, desarrollo del sistema financiero y crecimiento económico en México: efectos de largo plazo y causalidad", *Estudios Económicos, El Colegio de México*. Vol. 24, Núm. 2, pp. 249-283.

Yule, G. U. (1926). "Why do we sometimes get nonsense-correlations between Time-Series? A study in sampling and the nature of time series", *Journal of the royal statistical society*. Vol. 89, Núm. 1, pp. 1-63.

.ANEXOS

Anexo 1. Base de datos

Una de las actividades importantes de la tesis presentada fue la construcción de una base de datos homogénea desde 1980 a 2012 de las variables del gasto público total y desagregado. La base se elaboró con información publicada por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP) de la H. Cámara de Diputados para el periodo de 1980 a 2007, a precios corrientes haciendo los cambios de viejos pesos a nuevos pesos correspondientes. A partir de 2002 cambia la clasificación utilizada en años anteriores y para homegenizarla se incorporó a la anterior clasificación los nuevos rubros del **gasto administrativo**; a) servicios personales, b) materiales y suministros, y c) servicios generales, **gasto en obras públicas**; a) adquisición de bienes muebles e inmuebles y b) inversión pública, y en el **gasto en transferencias**; a) subsidios, transferencias y ayudas, y b) recursos federales y estímulos a municipios.

A.1 Clasificaciones del gasto

Clasificación hasta 2003	Cosificación actual
Gastos Totales	Gastos Totales
Administrativos	Servicios Personales
	Materiales y Suministros
	Servicios Generales
Obras Públicas	Inversión Pública
	Adquisición de bienes muebles e inmuebles
Transferencias	Subsidios, Transferencias y Ayudas
	Recursos Federales y Est. a municipios
Deuda pública	Servicio de Deuda pública
Disponibilidades	Disponibilidades
	Por cuenta de terceros
	Inversión Financiera
	Otros Egresos

Elaboración propia con información de INEGI y CEFP

Para el periodo de 2004 a 2012 los datos se obtuvieron de las Estadísticas de Finanzas Públicas Estatales y Municipales de México 2012 de INEGI. A partir de

los datos anteriores, se encadenaron³³ los datos para los rubros de gasto estatal desde 2004 a precios de 2008³⁴, excepto para los estados de Hidalgo y Morelos se encadenó para el rubro de disponibilidades en 2005 ya que no hay dato en el 2004. Para el Producto interno bruto estatal se obtuvieron de las mismas fuentes pero el encadenamiento fue en el año 2003.

A nivel nacional, para el periodo de 1980 a 1989, los datos se obtuvieron de los anuarios estadísticos “El ingreso y gasto público en México” varios años y, de 1989 a 2012, de las Estadísticas de Finanzas Públicas Estatales y Municipales de México de INEGI. Posteriormente tanto datos nacionales como estatales se deflactaron utilizando el índice de precios implícito (IPI) del PIB con base 2008=100.

³³ Se realizó a través del método de la tasa de variación $\hat{y}_{t-1|i2} = \hat{y}_{t|i2} * (y_{t-1|i1} / y_{t|i1})$, donde $i1$ se refiere a los datos de la serie del primer año base e $i2$ se refiere a los datos de la serie del segundo año base (Banco Central de Chile, 2008)

³⁴ Los cálculos anuales con base 2008 se elaboran dadas las recomendaciones del Sistema de Cuentas Nacionales 2008 (SCN08) en distintas variables, incluidos los indicadores macroeconómicos del Sector Público. Con esta actualización de año base se adopta el nuevo Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), que permite comparaciones con Canadá y Estados Unidos de América (INEGI, 2013)

Anexo 2. Variables

A.2. Nomenclatura

Variables		Nomenclatura	Variables	Nomenclatura		
PIB per cápita	Nacional	LNAC	Gasto Público			
	DF	LDF	Hidalgo	Total	LGTHGO	
	Guanajuato	LGTO		Administrativos	LGAHGO	
	Hidalgo	LHGO		Obras Públicas	LGOHGO	
	México	LMEX		Transferencias	LTRHGO	
	Morelos	LMOR	México	Total	LGTMEX	
	Puebla	LPUE		Administrativos	LGAMEX	
	Querétaro	LQRO		Obras Públicas	LGOMEX	
	Tlaxcala	LTLX		Transferencias	LTRMEX	
Gasto Público			Morelos	Total	LGMTOR	
Nacional	Total	LGT		Administrativos	LGAMOR	
	Administrativos	LGA		Obras Públicas	LGOMOR	
	Obras Públicas	LGO		Transferencias	LTRMOR	
	Transferencias	LTR		Puebla	Total	LGTPUE
	Deuda Pública	LDP			Administrativos	LGAPUE
	Disponibilidades	LDI	Obras Públicas		LGOPIUE	
		Transferencias	LTRPIUE			
Distrito Federal	Total	LGTDF	Querétaro	Total	LGTQRO	
	Administrativos	LGADF		Administrativos	LGAQRO	
	Obras Públicas	LGODF		Obras Públicas	LGOQRO	
	Transferencias	LTRDF		Transferencias	LTRQRO	
	Deuda Pública	LDPDF				
Guanajuato	Total	LGTGTO	Tlaxcala	Total	LGTTLX	
	Administrativos	LGAGTO		Administrativos	LGATLX	
	Obras Públicas	LGOGTO		Obras Públicas	LGOTLX	
	Transferencias	LTRGTO		Transferencias	LRTLX	

Anexo 3. Estimaciones originales

A.3. Pruebas de cointegración con cambio estructural: Estimaciones originales, 1980-2012.

		Cambio de nivel				Cambio de nivel y tendencia					Cambio de régimen				
		C	D()	Gi	Fecha	C	D()	T	Gi	Fecha	C	D()	Gi	Gi*D()	Fecha
Nacional	lgt	2.745 (0.000)	-0.041 (0.038)	0.160 (0.000)	1990	1.655 (0.007)	-0.069 (0.001)	-0.002 (0.217)	0.217 (0.000)	1992					
	lgo					4.869 (0.000)	-0.092 (0.000)	0.008 (0.000)	0.055 (0.022)	1984					
	ltr					5.505 (0.000)	-0.103 (0.000)	0.008 (0.008)	0.019 (0.430)	1984					
	ldi					6.010 (0.000)	-0.121 (0.000)	0.011 (0.000)	-0.010 (0.370)	1984					
Distrito Federal	lgtdf	-4.767 (0.002)	0.199 (0.000)	0.536 (0.000)	1993										
	lgodf					5.025 (0.000)	-0.185 (0.002)	0.024 (0.000)	-0.007 (0.779)	1984					
	ldpdf	2.265 (0.000)	0.509 (0.000)	0.162 (0.000)	1993	3.875 (0.000)	0.105 (0.040)	0.016 (0.000)	0.061 (0.000)	1990					
Guanajuato	lgtgto	0.749 (0.028)	-0.238 (0.000)	0.220 (0.000)	1987	1.359 (0.251)	-0.257 (0.000)	0.004 (0.588)	0.180 (0.024)	1987	3.052 (0.000)	-0.280 (0.000)	0.010 (0.026)	0.078 (0.009)	1987
	ltrgto	2.420 (0.000)	-0.202 (0.000)	0.126 (0.000)	1986	3.052 (0.000)	-0.280 (0.000)	0.010 (0.026)	0.078 (0.009)	1987					
Hidalgo	lgthgo					5.507 (0.000)	-0.283 (0.000)	0.018 (0.003)	-0.088 (0.149)	1987	8.022 (0.000)	-6.979 (0.000)	-0.259 (0.000)	0.447 (0.000)	1992
	lgahgo					5.030 (0.000)	-0.290 (0.000)	0.011 (0.000)	-0.058 (0.310)	1987					
	lgohgo					5.348 (0.000)	-0.298 (0.000)	0.018 (0.000)	-0.089 (0.028)	1988	5.235 (0.000)	-2.958 (0.000)	-0.076 (0.075)	0.207 (0.000)	1992
	ltrhgo					4.786 (0.000)	-0.277 (0.000)	0.015 (0.005)	-0.041 (0.182)	1986					
México	lgtmex	3.897 (0.000)	-0.152 (0.000)	0.0277 (0.162)	1988						2.346 (0.207)	1.453 (0.435)	0.117 (0.277)	-0.093 (0.393)	1988
	lgamex	3.629 (0.000)	-0.173 (0.000)	0.046 (0.115)	1988	3.454 (0.000)	-0.172 (0.000)	-0.008 (0.775)	0.057 (0.248)	1988					

	lgomex	4.143 (0.000)	-0.123 (0.000)	0.013 (0.636)	1988	4.301 (0.000)	-0.154 (0.000)	0.001 (0.334)	0.003 (0.913)	1988	4.053 (0.000)	-0.002 (0.998)	0.019 (0.754)	-0.007 (0.917)	1988
	ltrmex	4.199 (0.000)	-0.148 (0.000)	0.010 (0.330)	1988	4.306 (0.000)	-0.157 (0.000)	0.001 (0.615)	0.003 (0.859)	1988	4.676 (0.000)	-0.606 (0.208)	-0.020 (0.474)	0.030 (0.329)	1987
Morelos	lgtmor	2.370 (0.000)	-0.056 (0.157)	0.123 (0.000)	1985	1.664 (0.070)	0.088 (0.098)	-0.009 (0.039)	0.172 (0.007)	1999	2.803 (0.000)	2.880 (0.213)	0.092 (0.013)	-0.172 (0.221)	2000
	lgamor	4.732 (0.000)	0.149 (0.000)	-0.038 (0.419)	1995										
	lgomor	4.582 (0.000)	0.174 (0.000)	-0.027 (0.212)	1988										
	ltrmor	4.131 (0.000)	0.148 (0.010)	0.005 (0.791)	1998	3.464 (0.000)	-0.123 (0.016)	0.001 (0.791)	0.033 (0.085)	1984	4.704 (0.000)	-1.753 (0.009)	-0.036 (0.428)	0.123 (0.014)	1987
Puebla	ltrpue	1.133 (0.000)	-0.257 (0.000)	0.193 (0.000)	1987										
Querétaro	lgtqro					2.367 (0.001)	-0.282 (0.000)	0.014 (0.003)	0.138 (0.006)	1987					
	ltrqro	1.646 (0.000)	-0.270 (0.000)	0.208 (0.000)	1988	2.890 (0.000)	-0.302 (0.000)	0.012 (0.007)	0.113 (0.002)	1987	7.079 (0.000)	-5.796 (0.000)	-0.194 (0.085)	0.409 (0.001)	1988
Tlaxcala	lgttlx	2.677 (0.000)	-0.337 (0.000)	0.103 (0.000)	1987	2.523 (0.008)	-0.332 (0.000)	-0.001 (0.856)	0.114 (0.083)	1987	1.532 (0.371)	0.845 (0.626)	0.183 (0.130)	-0.082 (0.497)	1987
	lgatlx	1.480 (0.037)	-0.336 (0.000)	0.199 (0.000)	1989	3.073 (0.004)	-0.368 (0.000)	0.006 (0.045)	0.079 (0.299)	1987					
	lgotlx					4.266 (0.000)	-0.362 (0.000)	0.009 (0.000)	-0.010 (0.643)	1987	5.912 (0.000)	-2.618 (0.027)	-0.140 (0.060)	0.193 (0.028)	1994
	ltrtlx					4.167 (0.000)	-0.356 (0.000)	0.009 (0.000)	-0.009 (0.697)	1987	4.256 (0.000)	-1.164 (0.000)	-0.008 (0.370)	0.066 (0.000)	1987

Nota: Son las estimaciones de las regresiones que son estadísticamente significativas en la prueba de Gregory-Hansen (1996).

D() indica las variables binarias para el año del cambio estructural.

Fuente: Estimaciones propias con datos de CEFP (2009) e INEGI (2014a y 2014b).

