

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



EL PROCESO DE CONVERGENCIA REGIONAL EN MÉXICO: UN ANÁLISIS DE LA
DINÁMICA DE TRANSICIÓN BAJO HETEROGENEIDAD ESTATAL Y TEMPORAL.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN ECONOMÍA

PRESENTA

JOSÉ ÁNGEL LÓPEZ GONZÁLEZ

DIRECTOR DE LA TESINA: DR. RODOLFO CERMEÑO BAZÁN

CIUDAD DE MÉXICO.

JUNIO, 2016

Al Dios Altísimo:

Porque de él, y por él, y para él, son todas las cosas.

A él sea la gloria por los siglos. Amén.

Romanos 11:36

Agradecimientos

A Dios por acompañarme durante toda la maestría; a mi esposa por su amor, paciencia, apoyo y comprensión; a mis padres por su apoyo; finalmente agradezco a mi asesor, seminarista y lector, quienes con sus comentarios me ayudaron a enriquecer este trabajo.

Índice general

1. Introducción	1
2. Revisión de Literatura	3
3. Modelo de transición y prueba de convergencia	8
3.1. Una prueba de regresión de la convergencia	10
3.2. Club de Convergencia	11
4. Convergencia de los estados mexicanos	13
4.1. Otros Clubes de Convergencia	18
Conclusiones	24
Apéndice	26
Referencias	28

Índice de figuras

4.1. PIB <i>per cápita</i> nacional, máximo y mínimo en sección cruzada.	14
4.2. Curvas relativas de transición.	15
4.3. Club 3 de convergencia	17
4.4. Curvas de Transición de mayor a menor ingreso.	18
4.5. Mapa de Clubes de convergencia según el orden de mayor a menor ingreso. . .	19
4.6. Curvas de Transición de menor a mayor ingreso.	21
4.7. Mapa de Clubes de Convergencia según el orden de menor a mayor ingreso. . .	22
4.8. Curvas de transición de las tasas de crecimiento anuales.	23

Índice de cuadros

4.1. Clubes de convergencia sobre las 32 Entidades Federativas, orden de mayor a menor ingreso.	16
4.2. Clubes de convergencia sobre las 32 Entidades Federativas, orden de menor a mayor ingreso.	20
4.3. Proporción de inversión extranjera promedio por Club.	20
4.4. Proporción de inversión federal promedio por Club.	21

Capítulo 1

Introducción

El análisis de crecimiento económico ha atraído el interés de muchos investigadores, pero los estudios que se enfocan en el desarrollo de un país desde un punto de vista regional es escaso, pues las metodologías existentes requieren un conjunto de datos de un periodo de tiempo largo, lo cual no existe para la mayoría de países, especialmente aquellos en vías de desarrollo. En específico, para el caso mexicano, los estudios hechos al respecto se basan principalmente en regresiones de corte transversal, y por lo general suponen *a priori* la existencia de algún tipo de convergencia.

La pregunta que cada uno de estos estudios pretende responder es si es posible encontrar un proceso de convergencia entre regiones y en específico, si es que lo hay, como es el comportamiento de las regiones pobres (según los ingresos por persona) respecto a las regiones ricas. Para esto se debe tomar en cuenta la posibilidad de que estas regiones converjan de manera diferente al sendero de crecimiento nacional. Además, también es posible encontrar un sendero común de un grupo o club de regiones con características similares aun cuando hayan crecido a un ritmo diferente. Esto resulta importante para la toma de decisiones gubernamentales sobre las variables que tienen efecto sobre los supuestos necesarios para encontrar un estado estacionario. De esta manera las acciones gubernamentales pueden enfocarse a desarrollar una serie de estrategias para disminuir las diferencias entre regiones pobres y ricas.

El principal objetivo de este trabajo es enriquecer el conocimiento y el debate sobre convergencia, así como proporcionar una mejor comprensión de las características y evolución del desarrollo regional en México. Para ello este estudio hace una evaluación de la dinámica de transición del ingreso por persona de los estados mexicanos tomando como base una estimación de panel dinámico bajo un enfoque de distribución con heterogeneidad estatal y temporal para el periodo de 1940 a 2013.

La metodología de Phillips y Sul (2007) es la que se considera para este análisis, pues cuenta con robustez ante muestras pequeñas (con poca volatilidad en sección cruzada¹), heterogeneidad estatal y temporal, así como dependencia en sección cruzada mediante la agrupación de los estados. Así, este trabajo permite encontrar Clubes de convergencia según el ingreso estatal por persona. Dentro de estos clubes de convergencia se pudo determinar el club de ingresos altos como: Aguascalientes, Campeche, Coahuila, Chihuahua, D.F., N.L., Querétaro y Q.R.; mientras que el club de ingresos bajos esta compuesto por: Chiapas, Guerrero, México, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz.

El resto de la tesina se estructura de la siguiente manera: el capítulo 2 presenta la revisión de literatura, el capítulo 3 hace un resumen del modelo de transición y la prueba de convergencia desarrollados por Phillips y Sul (2007), el capítulo 4 muestra la aplicación de esta metodología para el caso mexicano de los ingresos por persona a nivel estatal; finalmente se muestran las conclusiones.

¹Esta limitante desaparece conforme el tamaño de muestra temporal crece.

Capítulo 2

Revisión de Literatura

Existe una enorme cantidad de trabajos acerca de la evaluación de convergencia del ingreso por persona entre países, todos ellos apuntan a que Baumol (1986) comenzó el debate empírico sobre convergencia económica.

Trabajos como el de Caselli, Esquivel, y Lefort (1996) e Islam (2003) se han encargado de estudiar la literatura de convergencia, comenzando por exponer sus diferentes definiciones y como las investigaciones han evolucionado a lo largo de cuatro enfoques diferentes: sección cruzada, panel, series de tiempo y enfoques de distribución. Siguiendo estos trabajos es importante señalar al menos dos de estas definiciones:

1. *Convergencia β* : Tanto la convergencia en términos de tasa de crecimiento y en nivel de ingresos requiere lo que se llama convergencia β . Esta se deriva del supuesto de rendimientos decrecientes, lo que implica una mayor productividad marginal en un país pobre. Con las tasas de ahorro similares, las economías pobres deberían crecer más rápido. Si este escenario se mantiene, debería haber una correlación negativa entre el ingreso inicial y la tasa de crecimiento posterior. El coeficiente de la variable de ingreso inicial en el tipo de regresión general típica:

$$\ln \left(\frac{Y_{i,t}}{Y_{i,t-\tau}} \right) = \beta \ln(Y_{i,t-\tau}) + W_{i,t-\tau} \delta + \eta_i + \psi_t + \epsilon_{i,t} \quad (2.1)$$

debería recoger la correlación negativa, donde $Y_{i,t}$ es el PIB per cápita en la región i en el periodo t , $W_{i,t}$ es un vector de determinantes del crecimiento de la economía, η_i es el efecto específico de la región, ψ_t es el efecto específico del periodo y $\epsilon_{i,t}$ es un término de error. La convergencia juzgada por el signo de β es conocida como convergencia β .

2. *Convergencia σ* : Varios investigadores han hecho hincapié en que la convergencia es una propuesta respecto a la dispersión de la distribución de la sección transversal de los ingresos (o de la tasa de crecimiento), y la convergencia β no implica necesariamente una reducción en esta dispersión. Esto dio lugar al concepto de convergencia σ , donde σ es la notación para la desviación estándar de la distribución de la sección transversal del nivel de ingresos o tasas de crecimiento.

La literatura que estudia el crecimiento mediante regresiones del tipo (2.1) es representada por estudios de sección cruzada. La variable dependiente en estas regresiones es la tasa de crecimiento promedio, mientras que las variables independientes suelen ser la tasa de inversión promedio, la tasa de gasto de gobierno promedio, etc. así como variables que no representan flujos sino existencia, entre ellas el PIB per cápita del periodo.

Este enfoque tiene al menos dos críticas en la literatura, la primera es el tratamiento al efecto específico de la región, pues este no permite la consistencia del estimador β , y la omisión de este efecto individual causa un sesgo a la baja en el estimador del coeficiente de convergencia β . La segunda crítica tiene que ver con el tema de endogeneidad, ya que en la mayoría de los modelos especificados, al menos un subconjunto de elementos en el vector $W_{i,t}$ es conceptualmente endógeno.

Los modelos panel pueden ayudar a resolver algunos de los problemas de los estudios en sección cruzada, teniendo en cuenta que el problema de inconsistencia por los efectos aleatorios y endogeneidad permanecen, es posible lidiar con ellos debido a las dimensiones temporal y en sección cruzada, lo cual es una gran ventaja para la investigación en convergencia.

Algunos trabajos en México con el enfoque panel son: Esquivel (1999), quien encuentra que las disparidades regionales en México se han reducido a una tasa de 1.2 % por año entre 1940 y 1995; Dapena, Vazquez, Garduño, y Morollón (2015) quienes estudian la convergencia en México después del TLCAN con datos a nivel municipal¹, encontrando que la convergencia en regiones cerca de la frontera con Estados Unidos creció más rápido que aquellas regiones más alejadas; entre otros que mencionaremos más adelante.

El enfoque de series de tiempo puede ser derivado de la forma reducida de la ecuación (2.1), pues esta puede ser usualmente expresada como:

$$y_t = \bar{\beta}y_{t-1} + \theta t + \mu + \epsilon_t \quad (2.2)$$

donde $\bar{\beta} = 1 + \beta$ y $y_t = \ln(Y_t)$.

Esta ecuación representa un proceso auto-regresivo de primer orden, $AR(1)$, con constante y tendencia temporal. Para convergencia β , el parámetro autoregresivo β debe ser negativo, en otras palabras $1 + \beta$ debe ser menor a uno; esto se reduce a saber si y_t tiene una raíz unitaria, lo cual puede evaluarse mediante la prueba Dickey-Fuller y otras pruebas alternativas. Esto es, si no podemos rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria $H_0 : (1 + \beta) = 1$ entonces no podemos rechazar la hipótesis de que no hay convergencia.

Aunque este análisis se puede hacer con una metodología de series de tiempo considerando cada estado de manera individual, esto puede llevar a conclusiones erradas por al menos tres motivos: el sesgo por utilizar OLS, la corta serie temporal (que también es problema para el enfoque panel) y la dependencia entre estados.

Los dos primeros problemas fueron abordados por Andrews (1993), él asegura que este sesgo subestima el valor del parámetro auto-regresivo del modelo AR de primer orden con intercepto

¹Este trabajo no considera datos a nivel municipal ya que, a pesar de ganar observaciones en sección cruzada (lo cuál *a priori* aumenta la varianza), se pierden datos en la dimensión temporal. Reducir la dimensión regional con datos estatales y aumentar la dimensión temporal con datos anuales asegura que la metodología de Phillips y Sul (2007) sea robusta.

y tendencia temporal, además de ser un sesgo mayor cuando su valor es mayor. Andrews (1993) propone el método *Median-Unbiased Estimation* para corregir de manera exacta el sesgo, aun con series cortas. Este método tiene inconvenientes, uno de ellos es que el procedimiento solamente aplica para procesos *AR* de primer orden.

Aunque los primeros problemas fueron resueltos, el tercero sigue latente y puede llevar a resultados no deseados. Cermeño (1999) extendió el trabajo de Andrews (1993) a modelos de información de tipo panel dinámico sin regresores exógenos asegurando que *Median-Unbiased estimation* puede ser confiable en modelos de información de tipo panel dinámico sin regresores exógenos.

Basado en este nuevo enfoque, Cermeño (2001) evalúa la dinámica del ingreso por persona de los estados mexicanos durante el periodo 1970-1995 con datos quinquenales y determina que existe una desaceleración continua del crecimiento durante todo el periodo. Las tasas de crecimiento de estado estacionario son negativas; es decir, los resultados de Cermeño (2001) sugieren la convergencia condicional en el marco de un proceso de decrecimiento del PIB estatal por persona. Estas conclusiones concuerdan con las obtenidas por Esquivel (1999) quien afirma que mientras que en el periodo 1940-1960 hubo un proceso relativamente rápido de convergencia, durante el periodo 1960-1995 este proceso se detuvo de manera súbita e incluso mostró cierta tendencia a revertirse.

Estas últimas publicaciones servirán de punto de referencia para el presente trabajo, pues aunque considera la información en conjunto, falta considerar la dependencia entre estados. Phillips y Sul (2003) ampliaron el trabajo de Cermeño (1999) mediante el desarrollo de una clase de estimador *Median-Unbiased* que se ocupa de un caso más general de dependencia en sección cruzada y que permite hacer pruebas de homogeneidad.

Bajo esta estructura, Phillips y Sul (2003) encuentran que el estimador *Generalized Least Squares* (GLS) (que toma en cuenta la dependencia) reduce la varianza, pero sufre de un sesgo hacia abajo. Para corregir este efecto de la dependencia en sección cruzada, Phillips y Sul (2003)

desarrolla un estimador de panel *Median-Unbiased* generalizado que elimina en gran parte el sesgo en GLS. Además proponen un estimador *Median-Unbiased* que se ocupa del caso más realista donde hay dependencia en sección cruzada y heterogeneidad en los coeficientes auto-regresivos.

Cermeño (2007) revisa la literatura sobre estimación *Median-Unbiased* en modelos panel y desarrolla lineamientos metodológicos para su implementación empírica. A manera de ilustrar el método, Cermeño (2007) lo utiliza para evaluar (entre otras cosas) la hipótesis de convergencia del ingreso en los estados mexicanos, sobre el periodo 1940-2004 con la serie de tiempo construida anualmente por German-Soto (2005). El autor encuentra convergencia muy lenta o ausencia de convergencia, mediante un modelo homogéneo sobre el parámetro auto-regresivo.

Las últimas investigaciones en México, tales como Gómez y Ventosa-Santaularia (2009), Villarreal y Tykhonenko (2007), Carrion-i Silvestre y German-Soto (2009), apuntan sobre múltiples cortes estructurales en el tiempo, directamente asociados al Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Además Carrion-i Silvestre y German-Soto (2009) muestra que existe una fuerte dependencia entre los estados de México, este aspecto se considera en el presente trabajo por medio de los clubes de convergencia propuestos por Phillips y Sul (2007).

Phillips y Sul (2007) proponen un modelo panel que representa el comportamiento de las economías en transición, el cual permite una amplia gama de senderos en el tiempo y heterogeneidad en sección cruzada. Esta formulación es útil para medir la transición a largo plazo y da lugar a prueba de convergencia que es la base para un algoritmo de agrupamiento por etapas que se propone para la búsqueda de grupos de convergencia de datos de panel y el análisis de comportamiento de transición entre las agrupaciones.

Capítulo 3

Modelo de transición y prueba de convergencia

La meta de este trabajo es examinar la dinámica de transición del PIB per cápita para las 32 entidades federativas de México de 1940 a 2013 bajo heterogeneidad estatal y temporal. Sobre la captura del comportamiento heterogéneo y sus modelos panel ya se han mencionado varios artículos de interés; sin embargo es de utilidad tomar en cuenta el ejemplo de un modelo con un sólo factor:

$$X_{i,t} = \delta_i \mu_t + \epsilon_{i,t} \quad (3.1)$$

donde δ_i mide la distancia entre el factor común μ_t y la parte sistemática $X_{i,t}$. El factor μ_t puede representar el comportamiento agregado de $X_{i,t}$, pero también puede ser alguna variable de interés común sobre el comportamiento individual, por ejemplo la tasa de interés. Así, el modelo busca capturar la evolución individual de $X_{i,t}$ en relación a μ_t por dos vías: el elemento sistemático δ_i y el error $\epsilon_{i,t}$.

Phillips y Sul (2007) proponen una extensión a este modelo, permitiendo el comportamiento heterogéneo de los agentes y la evolución de este comportamiento a través del tiempo, lo que se traduce como un coeficiente variante en el tiempo sobre el factor, $\delta_{i,t}$. Además permiten que

CAPÍTULO 3. MODELO DE TRANSICIÓN Y PRUEBA DE CONVERGENCIA

$\delta_{i,t}$ tenga un componente aleatorio, el cual absorbe $\epsilon_{i,t}$ y permite el posible comportamiento convergente en $\delta_{i,t}$ sobre el tiempo, en relación a el factor común μ_t . Por lo tanto, el nuevo modelo tiene la siguiente representación:

$$X_{i,t} = \delta_{i,t}\mu_t \quad (3.2)$$

donde $\delta_{i,t}$ se especifica como:

$$\delta_{i,t} = \delta_i + \sigma_i \xi_{i,t} L(t)^{-1} t^{-\alpha} \quad (3.3)$$

donde δ_i es fija, $\xi_{i,t}$ es *iid*(0, 1) en sección cruzada pero débilmente dependiente sobre t , y $L(t)$ es una función de variación lenta; es decir, $\frac{L(\alpha T)}{L(T)} \rightarrow 1$ cuando $T \rightarrow \infty$, por ejemplo $\log(t)$. Esta formulación asegura que $\delta_{i,t}$ converge a δ_i para todo $\alpha \geq 0$, la cual es una hipótesis nula de interés. Además, si esta hipótesis es cierta y $\delta_i = \delta_j$ para $i \neq j$, el modelo aún permite periodos transitorios en los cuales $\delta_{i,t} \neq \delta_{j,t}$, de este modo se incorpora la posibilidad de heterogeneidad transitoria.

Note que $X_{i,t}$ converge únicamente si la tasa de convergencia de $\delta_{i,t}$ (que depende de α) es más rápida que la posible tasa de divergencia de μ_t , y aun cuando esta condición se cumpla las pruebas de convergencia pueden dar resultados equivocados¹.

Sin embargo, tomando en cuenta que si dos variables macroeconómicas $X_{i,t}$ y $X_{j,t}$ tienen tendencias estocásticas, se puede definir un equilibrio 'relativo' a largo plazo, o convergencia entre series, en términos de su razón; es decir, existe un equilibrio relativo, o convergencia entre las $X_{i,t}$ si:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{X_{i,t+k}}{X_{j,t+k}} = 1 \quad (3.4)$$

para toda i y j . En el contexto de (3.2), esta condición es equivalente a la convergencia de

¹Ver Phillips y Sul (2007) para más detalles.

los coeficientes del factor:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \delta_{i,t} = \lim_{t \rightarrow \infty} \delta_{j,t} = \delta \quad (3.5)$$

Phillips y Sul (2007) usan esta definición de convergencia y definen un *parámetro relativo de transición*, el cual mide el coeficiente $\delta_{i,t}$ en relación al promedio panel en el tiempo t :

$$h_{i,t} = \frac{X_{i,t}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{i,t}} = \frac{\delta_{i,t}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta_{i,t}} \quad (3.6)$$

Algunas propiedades de $h_{i,t}$ son inmediatas. Primero, el promedio en sección cruzada de $h_{i,t}$ es la unidad por definición. Segundo, si los coeficientes del factor $\delta_{i,t}$ convergen a δ , entonces los parámetros de transición relativos convergen a la unidad. En este caso, la varianza en sección cruzada de $h_{i,t}$ converge a cero, cuando $t \rightarrow \infty$:

$$\sigma_t^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (h_{i,t} - 1)^2 \rightarrow 0 \quad (3.7)$$

Phillips y Sul (2007) usan esta propiedad para probar la hipótesis nula de convergencia.

3.1. Una prueba de regresión de la convergencia

El siguiente procedimiento es una prueba t de regresión de la hipótesis nula de convergencia²:

$$\mathcal{H}_0 : \delta_i = \delta \text{ y } \alpha \geq 0 \text{ para toda } i$$

contra la alternativa $\mathcal{H}_a : \delta_i \neq \delta$ para toda i o $\alpha < 0$.

Paso 1: Construir la razón de varianzas de sección cruzada $\frac{H_1}{H_t}$, donde:

²Ver Phillips y Sul (2007) para más detalles acerca de la construcción de la prueba.

$$H_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (h_{i,t} - 1)^2 \quad (3.8)$$

y $h_{i,t}$ ya ha sido definida arriba.

Paso 2: Estimar la siguiente regresión y calcular el estadístico t convencional para el coeficiente \hat{b} usando un estimado de la varianza de los residuales:

$$\log\left(\frac{H_1}{H_t}\right) - 2\log(L(t)) = \hat{a} + \hat{b}\log(t) + \hat{u}_t \quad (3.9)$$

Para $t = [rT], [rT] + 1, \dots, T$ con $r > 0$, donde los corchetes representan la parte entera de rT . En esta regresión se usa el coeficiente adaptado $\hat{b} = 2\hat{\alpha}$, donde $\hat{\alpha}$ es el estimado de α en \mathcal{H}_0 . Las posibles elecciones para $L(t)$ son $\log(t)$, $\log^2(t)$ o $\log(\log(t))$.

Paso 3: Aplicar una prueba t robusta ante auto-correlación y heterocedasticidad de la hipótesis nula $\alpha \geq 0$ usando \hat{b} y HAC error estándar.

Bajo la hipótesis de convergencia, $h_{i,t} \rightarrow 1$, $H_t \rightarrow 0$ y $\log\left(\frac{H_1}{H_t}\right) \rightarrow \infty$ cuando $t \rightarrow \infty$.

3.2. Club de Convergencia

Rechazar la hipótesis nula de convergencia no implica que no hay evidencia de convergencia en subgrupos del panel. Phillips y Sul (2007) desarrollaron un algoritmo para determinar el patrón de agrupamiento de los individuos.

Paso 1: Ordenamiento de la información. Ordena los individuos en el panel de acuerdo a la última observación en el panel (por ejemplo: de mayor a menor o vice versa). En casos donde existe una volatilidad substancial en $X_{i,t}$, el orden puede ser hecho de acuerdo al promedio de la serie sobre la última fracción de la muestra (por ejemplo: la segunda mitad de la muestra o la última tercera parte de la muestra).

CAPÍTULO 3. MODELO DE TRANSICIÓN Y PRUEBA DE CONVERGENCIA

Paso 2: Formación del núcleo de un grupo. Selecciona los primeros k individuos, según el orden del Paso 1, para formar el subgrupo G_k para algún $N > k \geq 2$, corre la regresión $\log(t)$ y calcula el estadístico de prueba de convergencia t_k para el k -ésimo subgrupo. Elige el tamaño del núcleo del grupo k^* maximizando t_k , bajo la condición de que la hipótesis nula de convergencia es soportada por cada k . Si la hipótesis no es soportada para $k = 2$, entonces se desecha el primer individuo y se procede a partir del segundo como antes.

Paso 3: Pruebas individuales para pertenecer al grupo. Sea $G_{k^*}^C$ el conjunto complementario del grupo núcleo G_{k^*} . Agrega uno a uno los individuos de $G_{k^*}^C$ al grupo núcleo y corre la prueba $\log(t)$. Para todos aquellos que pasaron la prueba inclúyelos en el grupo y corre la prueba $\log(t)$. Si es rechazada, repite el Paso 3 aumentando el valor crítico.

Paso 4: Regla de interrupción. Para el subgrupo de individuos restantes correr la prueba $\log(t)$. Si es rechazada, repite los Pasos 1-3 sobre este subgrupo.

Note que la metodología de Phillips y Sul (2007) no necesita especificar el factor μ_t , además todas las pruebas de convergencia solo dependen del parámetro α .

Capítulo 4

Convergencia de los estados mexicanos

Siguiendo la metodología de Phillips y Sul (2007) descrita en el capítulo anterior, podemos usar el mecanismo del parámetro relativo de transición para modelar la variación individual, escribiendo el PIB per cápita estatal como:

$$\log(y_{i,t}) = \delta_{i,t}\mu_t \quad (4.1)$$

Donde $\log(y_{i,t})$ es el \log PIB per cápita para el i -ésimo estado y μ_t , como se menciono arriba, no necesita una especificación; sin embargo podemos pensar en μ_t como la tendencia común del PIB per cápita a través de los estados; es decir, el \log PIB per cápita nacional¹. Esta aplicación es para las 32 entidades federativas de México desde 1940 a 2013. En el apéndice se da una descripción del conjunto de datos.

En la Figura 4.1 se muestra el máximo y el mínimo en sección cruzada, así como el PIB per cápita nacional que es la tendencia común *equivalente* al promedio en sección cruzada, periodo a periodo. Es fácil distinguir un desprendimiento a la alza y un estancamiento que, aunque no representan a ninguna entidad en particular, representa la idea de convergencia relativa al PIB per cápita nacional.

¹También podemos considerar a μ_t bajo el análisis de componentes principales; es decir, μ_t es el primer componente principal de la economía en México, este es el que recoge la mayor varianza del conjunto de datos: PIB per cápita nacional, comercio, inversión extranjera, gasto de gobierno, etc.

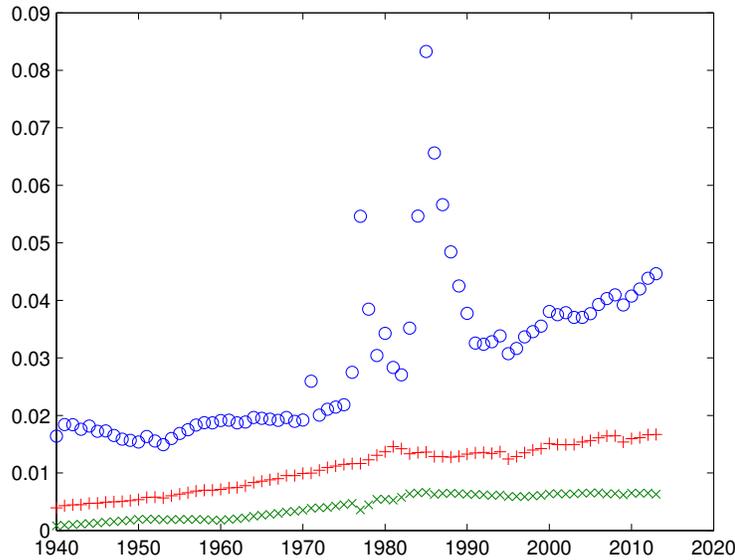


Figura 4.1: PIB *per cápita* nacional, máximo y mínimo en sección cruzada. Fuente: Elaboración propia.

Para propósitos prácticos en los que el interés es el comportamiento a largo plazo en el contexto macroeconómico, a menudo será preferible remover los componentes del ciclo económico $\kappa_{i,t}$ del modelo (3.2) extendido: $X_{i,t} = \delta_{i,t}\mu_t + \kappa_{i,t}$. Phillips y Sul (2007) sugieren usar el método Whittaker-Hodrick-Prescott (WHP) para obtener el componente de largo plazo $\delta_{i,t}\mu_t$. La Figura 4.2 muestra las curvas relativas de transición de cuatro entidades después de suavizar el \log PIB per cápita usando el filtro WHP.

Como muestra la Figura 4.2, el D.F. muestra el más alto ingreso por persona con un crecimiento continuo, mientras que Chiapas parece haber convergido a un ingreso por persona bastante bajo, considerando que es el único estado que ha convergido. Es fácil de ver el impacto que tuvo la crisis de los 80's en el crecimiento del ingreso por persona.

La ecuación estimada, propuesta por Phillips y Sul (2007), para todas las entidades con $r = 0,3$ es

$$\log \frac{H_1}{H_t} - 2\log(\log(t)) = 0,852 - 0,793\log(t) \quad (4.2)$$

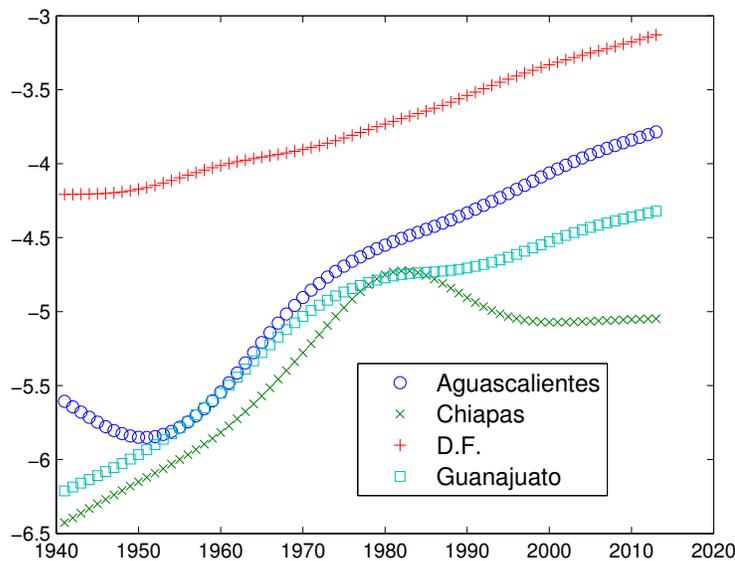


Figura 4.2: Curvas relativas de transición. Fuente: Elaboración propia.

Cuyos estadísticos de prueba son: $t - stat_a = 2,643$ para el término constante y $t - stat_b = -9,465$ para el parámetro $b = 2\alpha$; lo cual implica que la hipótesis nula de convergencia nacional es claramente rechazada a un nivel de significancia del 5 %. Este resultado refleja la desigualdad que existe a lo largo del país, pues no podemos afirmar que todos los estados convergen al mismo sendero de ingresos.

Ahora investigamos la posibilidad de clubes de convergencia siguiendo los pasos sugeridos en la sección previa. Acerca del Paso 2 del algoritmo de convergencia, Phillips y Sul (2007) muestran que el límite de la distribución y las propiedades de poder del test depende del valor de r . Sus simulaciones indican que $r = 0,3$ es una elección satisfactoria en términos de tamaño y poder.

El Cuadro 4.1 muestra los tres clubes de convergencia y un remanente, el D.F., que parece converger a un sendero de ingreso diferente. $Test^C$ verifica si el resto del grupo forma otro club de convergencia. A manera de ilustrar que el método realmente funciona, la Figura 4.3 muestra las curvas de transición del Club 3 y su tendencia común.

CAPÍTULO 4. CONVERGENCIA DE LOS ESTADOS MEXICANOS

Paso	Club 1	Club 2	Club 3	Club 4
Entidades	Aguascalientes B.C.N. B.C.S. Campeche Coahuila Colima Chihuahua Durango Jalisco Morelos N.L. Querétaro Q.R. S.L.P. Sonora Tamaulipas	Guanajuato Hidalgo México Michoacán Oaxaca Puebla Sinaloa Tabasco Tlaxcala Yucatán Zacatecas	Chiapas Guerrero Nayarit Veracruz	D.F.
t_k - Test	3.734	15.637	6.721	-
t_k - Test ^C	-24.314	-7.95	-	-

Cuadro 4.1: Clubes de convergencia sobre las 32 Entidades Federativas de México a un nivel de significancia del 5 %, según la última observación de mayor a menor ingreso. Fuente: Elaboración propia.

El orden de los datos que se utilizó para generar el Cuadro 4.1 fue según la última observación en el panel de mayor a menor ingreso. En la Figura 4.4 se puede observar las tendencias de cada Club. A pesar de la gran similitud entre la tendencia del Club 2 y el Club 3, se debe recordar que, según el algoritmo descrito arriba, se intentó incorporar a cada miembro del Club 3 en el Club 2 sin éxito, por lo que estadísticamente el club 2 y 3 son diferentes.

En la Figura 4.4 podemos observar que pese al alto crecimiento económico durante las décadas de 1940-1980 (que además parece haber reducido la desigualdad entre estados), la crisis de los 80's ha tenido consecuencias importantes que se mantienen hasta ahora. El crecimiento no solo desaceleró en todo el país (excepto al Distrito Federal, que milagrosamente parece crecer a una tasa constante), sino que hubo un decrecimiento en los estados con ingresos más bajos en México. Aún cuando en los últimos años parece haber un crecimiento, este solo refleja un estancamiento para estos estados que ha durado ya 20 años. Este resultado concuerda con los resultados de Cermeño (2001) y Esquivel (1999). Además, la Figura 4.4 muestra un crecimiento

CAPÍTULO 4. CONVERGENCIA DE LOS ESTADOS MEXICANOS

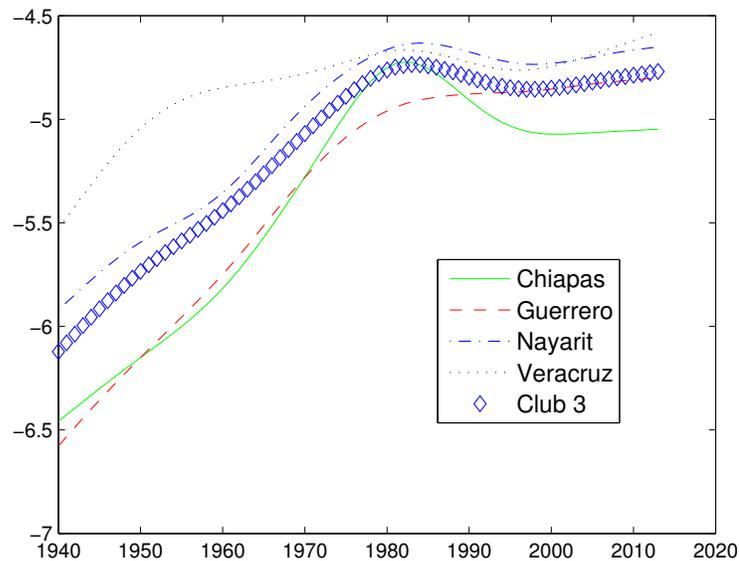


Figura 4.3: Club 3 de convergencia. Fuente: Elaboración propia.

en el nivel de ingreso por persona para los Clubes 2 y 3 (estados pobres), a partir de 1995 aproximadamente, el cuál esta directamente relacionado con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

La Figura 4.5 muestra la distribución de cada club sobre el territorio de la República Mexicana, se destaca que el Club 1 (de ingresos altos), conformado principalmente por la región norte del país (como el trabajo de Dapena y cols. (2015) sugiere), ha adoptado estados como Campeche y Quintana Roo, pues al ser principales destinos turísticos, han alcanzado los ingresos para pertenecer a este club. El Club 2 (de ingresos bajos) se encuentra principalmente en la zona centro-sur del país; mientras que al Club 3 (de ingresos muy bajos) no le podemos asociar una característica geográfica; sin embargo, es posible vincular su nivel de ingresos a los continuos conflictos político-sociales que han abordado a estas entidades desde hace ya varias décadas, siendo esta su principal diferencia con el Club 2.

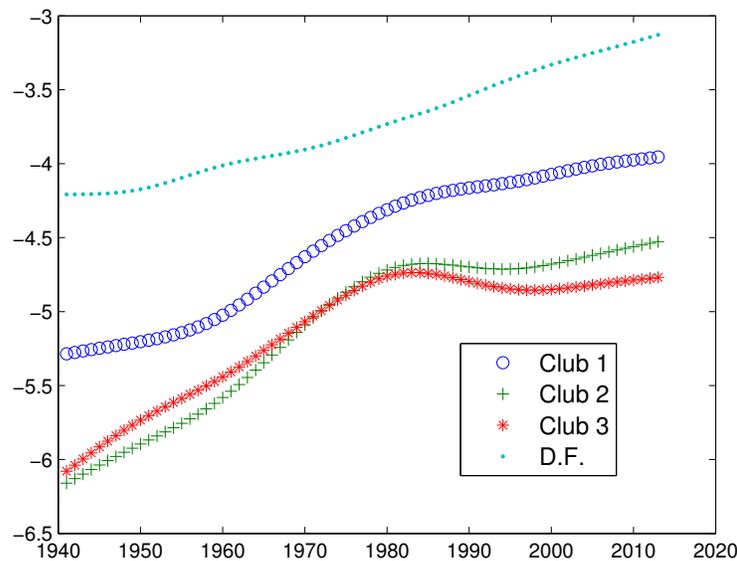


Figura 4.4: Curvas de Transición de mayor a menor ingreso. Fuente: Elaboración propia.

4.1. Otros Clubes de Convergencia

La gran similitud entre el Club 2 y Club 3, incentiva a buscar una forma distinta de asignar cada estado en cada club. El Cuadro 4.2 fue obtenido bajo el mismo algoritmo, solo cambiando el orden según la última observación en el panel de menor a mayor ingreso. Cabe destacar que ahora en el Cuadro 4.2, los Clubes se encuentran ordenados de menor a mayor ingreso por persona. En la Figura 4.6 se puede observar que el Club 1 y 5 tienen una transición hacia un ingreso menor y mayor respectivamente, de los aún no tan claramente distintos Clubes 2, 3 y 4.

La Figura 4.7 muestra la distribución de cada club sobre el territorio de la República Mexicana, teniendo ahora al Club 5 (de ingresos altos) reducido a solo tres estados de la zona norte del país, destinos turísticos como Campeche y Quintana Roo, además de Aguascalientes, Distrito Federal y Querétaro, siendo un total de ocho estados. El Club 1 (de ingresos muy bajos) se encuentra principalmente en la zona centro-sur del país, siendo un club conformado por nueve estados.

Aunque la metodología de Phillips y Sul (2007) no es robusta ante cambios en el ordena-



Figura 4.5: Mapa de Clubes de Convergencia según el orden de mayor a menor ingreso. Fuente: Elaboración propia.

miento, este resulta útil para identificar la desigualdad que existe a lo largo del territorio mexicano, pues aún cuando estadísticamente identificamos cinco clubes, empíricamente podemos agrupar en un solo club (de ingreso medio) a los Clubes 2, 3 y 4; siendo este club la mitad del territorio mexicano, mientras que un cuarto del territorio recibe un ingreso bajo (Club 1) y el otro cuarto recibe un ingreso bastante alto respecto al resto del territorio.

Como último ejercicio se planteo ordenar según el promedio del ingreso desde 1991 al 2013. Los resultados fueron robustos en ambos ordenamientos, con la única diferencia en el ordenamiento de mayor a menor ingreso, los Clubes 2 y 3 del Cuadro 4.1 se unieron, lo cuál podíamos predecir gráficamente, quedando así un solo club de ingreso bajo, un club de ingreso alto y el D.F. superior en ingreso a todas las entidades. Estos resultados también fueron robustos ante cambios en el nivel de significancia del 5 %, 2,5 % y 1 %.

Además, podemos comprobar que si se cruza la información de ambos cuadros (4.1 conside-

CAPÍTULO 4. CONVERGENCIA DE LOS ESTADOS MEXICANOS

Paso	Club 1	Club 2	Club 3	Club 4	Club 5
Entidades	Chiapas Guerrero México Nayarit Oaxaca Sinaloa Tabasco Tlaxcala Veracruz	B.C.N. B.C.S. Hidalgo Michoacán Yucatán	Guanajuato Jalisco Morelos Puebla Sonora Tamaulipas Zacatecas	Colima Durango S.L.P.	Aguascalientes Campeche Coahuila Chihuahua D.F. N.L. Querétaro Q.R.
t_k - Test	22.213	18.974	7.263	3.436	1.734
t_k - Test ^C	-21.104	-27.021	-17.714	1.734	-

Cuadro 4.2: Club de convergencia sobre las 32 Entidades Federativas de México a un nivel de significancia del 5 %, según la última observación de menor a mayor ingreso. Fuente: Elaboración propia.

rando como un solo club al Club 2 y 3, y 4.2) se puede afirmar que Aguascalientes, Campeche, Coahuila, Chihuahua, D.F., N.L., Querétaro y Q.R. forman el club de los estados con ingresos mayores, mientras que Chiapas, Guerrero, México, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz forman el club con ingresos menores, respecto a el promedio de las 15 entidades federativas restantes.

	Club 1	Club 2	Club 3	Club 4	Club 5
Inv. Extranjera	1.55 %	1.85 %	2.67 %	2.58 %	6.29 %
Desv. Estándar	0.85 %	0.66 %	0.97 %	1.04 %	2.13 %

Cuadro 4.3: Proporción de inversión extranjera promedio por Club de convergencia en el periodo de 1989 al 2015. Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados son consistentes con la información contenida en el Cuadro 4.3, donde se muestra el promedio de la proporción de inversión extranjera y su desviación que un estado de cada club ha recibido a partir de 1989 al 2015. Cada uno de los estados con un mayor ingreso por persona recibe en promedio el 6.29 % del total de inversión extranjera en el país, mientras que cada estado con menor ingreso por persona recibe en promedio el 1.55 %; lo cual concuerda con la premisa: a mayor inversión, mayor producción y mejores ingresos. Esta observación es una señal para que el gobierno incentive la inversión extranjera a estados con bajos ingreso por persona.

CAPÍTULO 4. CONVERGENCIA DE LOS ESTADOS MEXICANOS

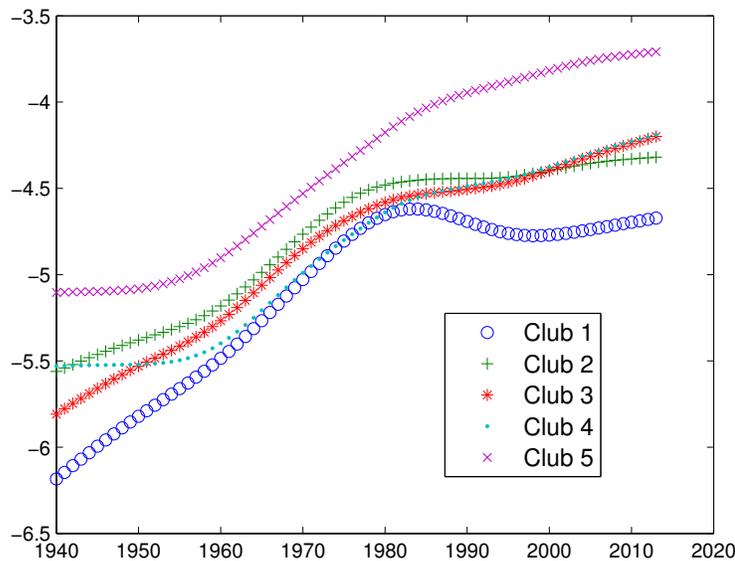


Figura 4.6: Curvas de Transición de menor a mayor ingreso. Fuente: Elaboración propia.

	Club 1	Club 2	Club 3	Club 4	Club 5
Inv. Federal	4.21 %	1.54 %	2.30 %	1.11 %	4.37 %
Desv. Estándar	0.51 %	0.34 %	0.36 %	0.29 %	0.23 %

Cuadro 4.4: Proporción de inversión federal promedio por Club de convergencia en el periodo de 2006 al 2013. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado podemos observar que, aunque los resultados también conservan poca varianza para cada club en el Cuadro 4.4, la inversión federal no está cumpliendo el mismo papel que la inversión extranjera, pues los estados más ricos y los más pobres están recibiendo aproximadamente la misma proporción de inversión federal, sin hasta ahora obtener los mismos resultados. Esto se puede deber a que el periodo de datos es muy reciente, y es posible que el gobierno federal hasta ahora empezara a invertir en los estados más pobres. En caso de que la proporción de inversión que reciben estos estados sea representativa para un periodo de tiempo más largo, se puede atribuir la falta de efectividad de estas inversiones a la burocracia y corrupción de los entes gubernamentales, en cuyo caso el gobierno federal se debe replantear las estrategias de inversión.

Como ejercicio final se utilizó la metodología de Phillips y Sul (2007) para intentar hallar



Figura 4.7: Mapa de Clubes de Convergencia según el orden de menor a mayor ingreso. Fuente: Elaboración propia.

clubes de convergencia respecto a la tasa de crecimiento anual del ingreso por persona, dados los ordenamientos previamente dichos, fue imposible afirmar que todos los estados mantuvieran una tasa de crecimiento semejante. Con estadístico $t_b = -14,089$ la ecuación estimada fue:

$$\log \frac{H_1}{H_t} - 2\log(\log(t)) = 11,697 - 3,817\log(t) \quad (4.3)$$

Dada la alta volatilidad en sección cruzada que existe en las tasas de crecimiento, el único resultado robusto encontrado es que los estados de Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas (12 estados en total) forman el único club robusto siendo estas las entidades con una tasa mayor de crecimiento para el periodo de tiempo entre 1991 al 2013 con un valor promedio anual de 1.67 % (desv. estándar del 0.25 %), de lo cual cabe destacar que según los Cuadros 4.1 y 4.2 estos estados se encuentran entre las entidades con mayor ingreso por persona, lo cual apunta a

la ausencia de convergencia β .

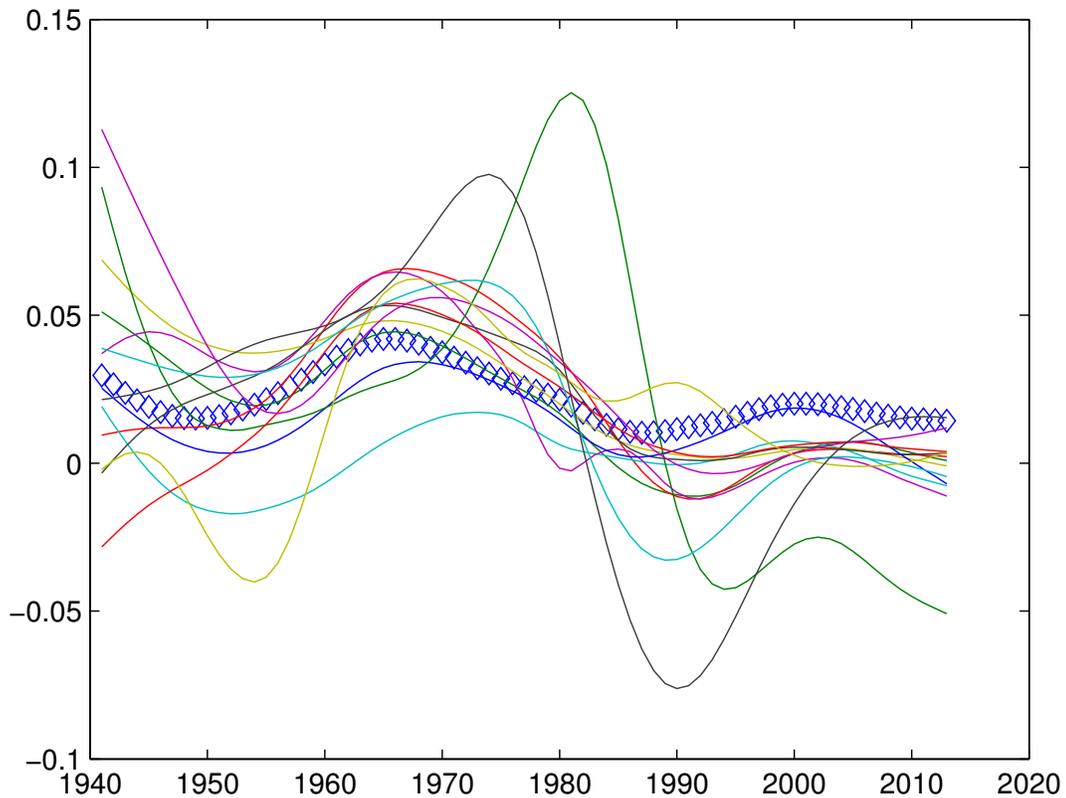


Figura 4.8: Curvas de transición de las tasas de crecimiento anuales. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4.8 muestra el club de altas tasas de crecimiento junto con las curvas de transición de varias entidades. Se puede observar que en general las tasas comenzaron a decrecer años antes de la crisis de los 80's, posiblemente por algún efecto pre-crisis, mientras que en su mayoría lograron estabilizarse a partir de los 90's, posiblemente al efecto que tubo el tratado de libre comercio en la economía mexicana. Estos resultados muestran un claro desafío para el estudio de convergencia en las tasas de crecimiento regionales.

Conclusiones

La metodología de Phillips y Sul (2007) es particularmente útil en la valoración de la transición hacia una senda de crecimiento a largo plazo, o transiciones individuales, sobre una tendencia en común. Sin embargo la metodología es sensible al ordenamiento inicial de los estados. Además esta metodología no permite conocer la razón económica por la cual los estados fueron agrupados en un determinado club de convergencia.

Mediante la asignación de cada entidad federativa hacia los clubes se logró detectar aquellos estados donde el ingreso por persona es sumamente alto: Aguascalientes, Campeche, Coahuila, Chihuahua, D.F., N.L., Querétaro y Q.R.; los cuales han mantenido un proceso de crecimiento a pesar de su desaceleración a causa de la crisis de los 80's. Por otro lado, también detectamos que Chiapas, Guerrero, México, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz como estados en los que el ingreso por persona es menor, en comparación aun a la tendencia que marcan las 15 entidades restantes. Además, se encontró que estos resultados son robustos considerando la inversión extranjera en México como factor determinante para los ingresos observados por entidad federativa.

Estos resultados permiten crear y dirigir con mayor certeza estrategias y programas sociales que permitan disminuir las diferencias entre regiones pobres y ricas, así como replantear futuros estudios de convergencia condicional del nivel de ingreso regional donde se evalúen los impactos del comercio, inversión extranjera o federal, entre otros temas de interés, sobre la misma convergencia.

En cuanto a la convergencia en tasas de crecimiento se muestra evidencia de ausencia de convergencia β , lo que describe un desafío en cuanto a política económica y futuras investigaciones se refiere. Además, existe una alta volatilidad en sección cruzada, por lo que fue imposible aplicar el método de Phillips y Sul (2007) a más de la mitad del país; sin embargo esta volatilidad parece comenzar a estabilizarse a partir de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, lo cual es una buena noticia para futuras investigaciones.

Apéndice

Producto Interno Bruto

Los datos para el PIB por entidad federativa fueron estimados por German-Soto (2005). Desde el año 2006 las estadísticas del PIB base 1993 = 100 no fueron ya publicados por el INEGI (Instituto Nacional de Estadísticas). La institución cambió el índice a base 2008 = 100. Por otra parte, se observaron algunos cambios metodológicos. Como resultado, las cifras no son comparables con el PIB determinado en series de índices anteriores.

La base de datos de German-Soto (2005) constituye un esfuerzo por obtener una serie temporal larga, homogénea y comparable estadísticamente, del PIB de los estados de la República. Con este fin, la mejor opción fue seguir las cifras estatales en base 1993.

De esta manera los datos de PIB por entidad federativa de 1940 a 1992 son estimaciones de German-Soto (2005); de 1993 a 2006 son cifras oficiales de INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales (varios años), ver la web: www.inegi.gob.mx; y de 2007 a 2013 las cifras fueron actualizadas aplicando las tasas de crecimiento del producto por estado con base 2008.

Se puede acceder a la base de datos en https://works.bepress.com/vicente_german_soto/14/ (Acceso al 13 de junio de 2016).

Población

Los datos para la población por entidad federativa en México fueron estimados por German-Soto (2014), asumiendo una tasa de crecimiento geométrica para los años entre censos. De esta

manera los datos para años de censos (1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010) fueron obtenidos por los Censos de Población y Vivienda llevados a cabo por el INEGI; para los años 1995 y 2005, por los Conteos de Población y Vivienda del INEGI; para los años entre censos son estimaciones de German-Soto (2014); y para los años 2011 a 2013 son proyecciones llevadas a cabo por la CONAPO.

Se puede acceder a la base de datos en https://works.bepress.com/vicente_german_soto/54/ (Acceso al 13 de junio de 2016).

Inversión Extranjera

La información es proporcionada por la Secretaría de Economía, Dirección General de Inversión Extranjera, como flujos de Inversión Extranjera Directa a México por entidad federativa de destino de manera anual en dos series: de 1989 a 1998 en información histórica que no está sujeta a actualizaciones, y de 1999 a 2015 en información histórica sujeta a actualizaciones.

Se puede acceder a ambas bases de datos en <http://catalogo.datos.gob.mx/dataset/inversion-extranjera-directa> (Acceso al 13 de junio de 2016).

Inversión Federal

La información es proporcionada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Unidad de Contabilidad Gubernamental, con base en datos proporcionados por las dependencias y entidades públicas, las cuales determinan los criterios de distribución del gasto en inversión física por entidad federativa; de manera anual en el periodo de tiempo entre 2006 y 2013.

Se puede acceder a la base de datos en <http://catalogo.datos.gob.mx/dataset/mexico-prospero-estadisticas-por-entidad-federativa> (Acceso al 13 de junio de 2016).

Referencias

- Andrews, D. W. (1993). "Exactly median-unbiased estimation of first order autoregressive/unit root models." *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 139–165.
- Baumol, W. J. (1986). "Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show." *The American Economic Review*, 1072–1085.
- Carrion-i Silvestre, J. L., y German-Soto, V. (2009). "Panel data stochastic convergence analysis of the mexican regions." *Empirical Economics*, 37(2), 303–327.
- Caselli, F., Esquivel, G., y Lefort, F. (1996). "Reopening the convergence debate: a new look at cross-country growth empirics." *Journal of economic growth*, 1(3), 363–389.
- Cermeño, R. (1999). "Median-unbiased estimation in fixed-effects dynamic panels." *Annales d'Economie et de Statistique*, 351–368.
- Cermeño, R. (2001). "Decrecimiento y convergencia de los estados mexicanos: Un análisis de panel." *El Trimestre Económico*, 603–629.
- Cermeño, R. (2007). *Median-unbiased estimation in panel data: Methodology and applications to the gdp convergence and purchasing power parity hypotheses*. Centro de Investigación y Docencia Económicas.
- Dapena, A. D., Vazquez, E. F., Garduño, R., y Morollón, F. R. (2015). "Does trade imply convergence? analyzing the effect of nafta on the local convergence in mexico." (DTE 591).
- Esquivel, G. (1999). "Convergencia regional en México, 1940-1995." *El trimestre económico*, 725–761.

- German-Soto, V. (2005). “Generación del producto interno bruto mexicano por entidad federativa, 1940-1992.” *El Trimestre Económico*, 617–653.
- German-Soto, V. (2014). *Population statistics by mexican federal entity*. https://works.bepress.com/vicente_german_soto/54/. (Acceso al 13 de junio de 2016)
- Gómez, M., y Ventosa-Santaularia, D. (2009). “Liberación comercial y convergencia regional del ingreso en México.” *El Trimestre Económico*, 215–235.
- Islam, N. (2003). “What have we learnt from the convergence debate?” *Journal of economic surveys*, 17(3), 309–362.
- Phillips, P. C., y Sul, D. (2003). “Dynamic panel estimation and homogeneity testing under cross section dependence*.” *The Econometrics Journal*, 6(1), 217–259.
- Phillips, P. C., y Sul, D. (2007). “Transition modeling and econometric convergence tests.” *Econometrica*, 75(6), 1771–1855.
- Villarreal, C. C., y Tykhonenko, A. (2007). “Convergencia regional e inversión extranjera directa en México en el contexto del TLCAN, 1994-2002.” *Investigación económica*, 15–41.