

Las colecciones de Documentos de Trabajo del CIDE representan un medio para difundir los avances de la labor de investigación, y para permitir que los autores reciban comentarios antes de su publicación definitiva. Se agradecerá que los comentarios se hagan llegar directamente al (los) autor(es). ❖ D.R. © 2001, Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C., carretera México-Toluca 3655 (km.16.5) ,Lomas de Santa Fe, 01210 México, D. F., tel. 727-9800, fax: 292-1304 y 570-4277. ❖ Producción a cargo del (los) autor(es), por lo que tanto el contenido como el estilo y la redacción son responsabilidad exclusiva suya.



**NÚMERO 137**

---

**RODOLFO CERMEÑO**

**DECRECIMIENTO Y CONVERGENCIA DE LOS ESTADOS  
MEXICANOS: UN ANÁLISIS CON MODELOS DE PANEL**

## **Resumen**

Este trabajo intenta caracterizar el proceso de convergencia entre los estados mexicanos durante el periodo 1970-1995. La metodología propuesta utiliza modelos dinámicos de panel sin regresores exógenos bajo el supuesto de estacionariedad. Se argumenta que la prueba de Breusch-Pagan (1980) y la prueba  $F$  por efectos fijos en el panel se pueden utilizar conjuntamente para discriminar entre las hipótesis de convergencia absoluta y condicional. Se encuentra cierta evidencia a favor de convergencia condicional. Sin embargo, se observa que, en promedio, los 32 estados mexicanos experimentan una disminución continua de su crecimiento (y mayor dispersión) durante el periodo 1970-1985 y un decrecimiento (y menor dispersión) durante el periodo 1990-1995, hechos que podrían requerir explicaciones que estén mas allá de las que se obtienen de las teorías de crecimiento convencionales. Finalmente, se evalúan los sesgos de estimación utilizando simulaciones de Monte Carlo y se presentan las correspondientes tasas de convergencia implícitas corregidas.

**Clasificación JEL:** O40, C23, C15

**Palabras clave:** crecimiento económico y convergencia, modelos dinámicos de panel, simulaciones de Monte Carlo.

## *Introducción*

**E**l objetivo de este trabajo es evaluar la dinámica del ingreso per cápita de los 32 estados mexicanos durante el periodo 1970-1995. Específicamente se busca determinar si dicha dinámica es consistente con convergencia absoluta (niveles) o condicional (tasas de crecimiento). La evaluación de convergencia en el caso de los Estados Mexicanos no es un problema trivial puesto que el panel de datos es bastante pequeño. Se dispone solamente de información espaciada cada 5 años para el periodo 1970-1995, lo que da lugar a un panel con 32 estados y 6 observaciones en el tiempo. No es posible evaluar convergencia utilizando regresiones de crecimiento de corte transversal debido a que éstas no solamente producen estimaciones sesgadas, sino que también ignoran los problemas de determinación simultánea de las variables utilizadas y asumen que las economías son homogéneas y crecen de manera continua y uniforme. Por otro lado, tampoco es posible utilizar métodos basados en series de tiempo dada la pequeña dimensión temporal del panel. En este trabajo se propone una metodología para evaluar convergencia basada en estimadores convencionales de paneles dinámicos en contextos estacionarios, teniendo en cuenta las limitaciones de la muestra. Dos son los aspectos fundamentales de la metodología propuesta en este trabajo. Primero, se sugieren pruebas convencionales para evaluar las hipótesis de convergencia absoluta y condicional, utilizando modelos dinámicos de panel sin regresores exógenos.<sup>1</sup> Se

---

<sup>1</sup> Estos modelos consideran la heterogeneidad entre las economías solamente a través de efectos

argumenta que la prueba de Breusch-Pagan (1980) conocida como “prueba del multiplicador de Lagrange por efectos aleatorios”, y la prueba  $F$  por efectos fijos en el panel podrían utilizarse conjuntamente para discriminar entre dichas hipótesis. Segundo, utilizando simulaciones de Monte Carlo, se intenta obtener estimaciones insesgadas de las tasas de convergencia implícitas. Al respecto, se encuentra que lo más recomendable es utilizar el estimador de mínimos cuadrados (OLS) en un modelo de regresión con datos agrupados (MDA) o “pooled regression” para corregir por sesgos, aún cuando el verdadero modelo generador de datos incluya efectos individuales. La razón es que para pequeñas dimensiones temporales, el “sesgo de efectos fijos” que produce este estimador es bastante menor que el sesgo por inconsistencia del estimador de mínimos cuadrados con variables “dummy” (LSDV).

En este trabajo se encuentra cierta evidencia de convergencia condicional para todo el período 1970-1995. Sin embargo, se enfatiza que, en promedio, los 32 estados mexicanos experimentan una disminución continua de su crecimiento (y mayor dispersión) durante 1970-1985 y un decrecimiento (y menor dispersión) durante 1990-1995, hechos que podrían requerir explicaciones que estén más allá de las que se obtienen de modelos de crecimiento convencionales.

El resto de este trabajo se organiza como sigue. En la Sección 2 se presenta una breve discusión de algunos estudios sobre convergencia. En la Sección 3 se describe

---

individuales. El parámetro auto regresivo, en cambio, es común para todas las economías. Dado que se cuenta con un panel con dimensión temporal bastante pequeña, no es posible considerar el caso donde las economías son heterogéneas en ambos aspectos (modelo SUR).

la metodología para evaluar convergencia propuesta en este trabajo. En la Sección 4 se hace una breve descripción de los datos utilizados, y se presenta los resultados de estimación y pruebas de convergencia. En la Sección 5 se presenta resultados de simulaciones de Monte Carlo para determinar la magnitud de los sesgos de estimación y se obtienen estimados insesgados de las tasas de convergencia implícitas. Finalmente, en la Sección 6 se concluye

### *Los enfoques existentes sobre convergencia*

La evaluación de convergencia del ingreso por persona entre países o entre regiones dentro de un país ha producido una enorme cantidad de trabajos empíricos.<sup>2</sup> Originalmente se han utilizado regresiones de corte transversal de las tasas de crecimiento en un periodo determinado en los niveles de ingreso iniciales, condicionales en una serie de variables específicas a cada economía, las cuales intentan controlar por los factores determinantes de los niveles de estado estacionario. Este es el caso de Baumol (1986), Barro (1991), Barro y Sala-i-Martin (1992), Mankiw, Romer y Weil (1992), entre otros, quienes usualmente han encontrado que las economías convergen a tasas de aproximadamente 2%. Este enfoque, sin embargo, ha sido cuestionado en diversos aspectos. Primero, ha sido demostrado que dichas regresiones, denominadas “regresiones a la Barro”, producen estimados sesgados de tasas de convergencia. Específicamente, Evans (1997) ha

---

<sup>2</sup> Esta sección se concentra en un pequeño número de trabajos representativos. Para una revisión más

demostrado que aun cuando las variables condicionantes controlen el 90% de la varianza de los niveles de producto por persona en el estado estacionario, la probabilidad límite del estimador del coeficiente en el ingreso inicial (que es el indicador de convergencia) es aproximadamente igual a la mitad de su verdadero valor. Por tanto, no es posible hacer inferencias válidas sobre convergencia utilizando este tipo de regresiones.<sup>3</sup> Segundo, estas regresiones no son robustas respecto a las diferentes variables utilizadas como regresores. Levine y Renelt (1992) han encontrado que la mayoría de los resultados empíricos obtenidos de este tipo de regresiones son sensibles al conjunto de variables condicionantes considerado. Adicionalmente, se ha señalado que las regresiones de corte transversal ignoran los problemas de simultaneidad de los regresores utilizados y heterogeneidad entre las economías [Evans (1998), Grier y Tulloc (1989)], y pierden de vista la dinámica de crecimiento al utilizar tasas de crecimiento sobre largos periodos de tiempo, lo cual implica asumir que las economías crecen de manera continua y uniforme a lo largo del tiempo [Qua (1993a, 1993b)].

Buscando corregir los problemas anteriores se han propuesto diversos métodos alternativos. En su mayoría, dichos métodos utilizan modelos dinámicos de panel con efectos individuales derivados formalmente de un mecanismo de ajuste parcial entre el ingreso actual y el ingreso de estado estacionario. Algunos ejemplos son Canova y Marcet (1995), Evans (1996, 1997, 1998), Evans y Karras (1993, 1996a, 1996b), Grier y Tulloc (1989), Islam (1995). Otros estudios relevantes son los de

---

extensa véase De la Fuente (1997). Véase también Evans (1998), Grier (1998), y Maddala (1997).

Cermeño (1997), Gaulier, Hurlin y Philippe (1997), Lee, Longmire, Matyas y Harris (1997), y Maddala y Wu (1997).<sup>4</sup> En términos generales, la mayoría de estos autores encuentra evidencia de convergencia condicional en grupos de economías relativamente homogéneas tales como los estados de USA, los países de la OECD o regiones Europeas. Solamente en el caso de 15 países de la Unión Europea para el periodo 1960-1990, Gaulier, Hurlin y Philippe (1997) encuentran que éstos tienden a los mismos niveles de estado estacionario (convergencia absoluta). En cambio, y contrariamente a lo que se esperaría a priori, Islam (1995) presenta evidencia en favor de convergencia condicional en muestras de países bastante heterogéneas utilizando una aproximación lineal del modelo de crecimiento de Solow (aumentado por capital humano) en la vecindad de su estado estacionario. El trabajo de Islam puede ser considerado como una extensión de Mankiw, et.al (1992), MRW en adelante, con información de panel. Bajo ciertas consideraciones, se evalúa explícitamente la validez del modelo de crecimiento económico subyacente (de tipo Solow) sometiendo a prueba la validez de las restricciones sobre los coeficientes que se derivan de este modelo. Islam argumenta que las bajas tasas de convergencia obtenidas por MRW se debe a que no se consideran efectos individuales a cada país y obtiene tasas de convergencia mucho más altas (entre 4% y 5%) incluyendo efectos individuales (fijos) en el panel. Diversas objeciones se han formulado al

---

<sup>3</sup> Véase también Evans (1996) y Evans y Karras (1993, 1996a, 1996b).

<sup>4</sup> Es importante notar que en la mayoría de estos trabajos se considera que el parámetro auto regresivo es igual para todas las economías. Las excepciones son Evans (1996, 1997, 1998), Evans y Karras (1993), Lee, Pesaran y Smith (1995) y Canova y Marcet (1995). En el primer caso, las economías tienden hacia sus propios estados estacionarios a la misma tasa, mientras que en el segundo caso lo

respecto. Se ha encontrado que así como en MRW no es posible agrupar a los 98 países del mundo en una sola muestra [Grier y Tulloc (1989)], en Islam (1995) tampoco es posible agrupar a los mismos países en un solo panel [Grier (1998)]. Igualmente, Lee, Pesaran y Smith (1998) y Maddala y Wu (1997), muestran que la restricción de homogeneidad (tanto en los parámetros auto regresivos como en las tasas de crecimiento tecnológico) en regresiones de crecimiento de este tipo produce resultados sesgados. Por otro lado, Cermeño (1998) encuentra, utilizando estimación mediana-insesgada en panel, que aun cuando el supuesto de homogeneidad anteriormente mencionado sea aceptado a priori, no es posible obtener convergencia en muestras de 100 y 57 países una vez que los sesgos de estimación son corregidos. Los sesgos hacia abajo (que implican tasas de convergencia sesgadas hacia arriba) en la estimación del parámetro auto regresivo son de magnitudes considerables y no deberían ser ignorados aún cuando la dimensión temporal del panel incluya 30 o 40 observaciones.<sup>5</sup> En cualquier caso, debe remarcarse que al igual que los estudios de series de tiempo individuales, el uso apropiado de modelos dinámicos de panel requiere de dimensiones temporales relativamente grandes.

---

hacen a tasas diferentes.

<sup>5</sup> Es importante notar que Islam, utiliza información espaciada cada 5 años, lo cual si bien hace factible el uso de modelos dinámicos de panel estacionarios, reduce drásticamente la dimensión temporal del panel a sólo 6 observaciones, situación que podría agravar el problema de los sesgos.

### **Metodología para evaluar convergencia**

Considérese el siguiente modelo dinámico de panel con efectos individuales (MEI):

$$y_{it} = \mu_i + \beta y_{it-1} + \theta t + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T, \quad (1)$$

dónde,  $N$  y  $T$  son las dimensiones de corte transversal y temporal respectivamente,  $\beta$  es el parámetro autoregresivo,  $\mu_i$  son efectos específicos individuales y  $\theta$  representa la tendencia temporal. El término de error  $\varepsilon_{it}$  se asume independiente e idénticamente distribuido (*iid*), con media cero y varianza  $\sigma_\varepsilon^2$ . Los efectos específicos a cada corte transversal podrían ser fijos o aleatorios. En este último caso, éstos se distribuyen *iid* con media cero y varianza  $\sigma_\mu^2$  y no están correlacionados con el término  $\varepsilon_{it}$ .

En el caso donde los efectos específicos a cada corte transversal ( $\mu_i$ ) son fijos e idénticos se obtiene:

$$y_{it} = \mu + \beta y_{it-1} + \theta t + \varepsilon_{it}.$$

(2) Este modelo es conocido como “modelo de datos agrupados” (MDA), o “pooled regression”. Considérese que  $y_{it}$  representa el producto por persona (en logaritmos) de la economía  $i$  en el periodo  $t$ . Bajo el supuesto:  $0 < \beta < 1$ , la ecuación (1) es consistente con un proceso de convergencia condicional en el sentido de que las tasas de crecimiento ( $\Delta y_{it}$ ) tienden a alcanzar un valor común, aun cuando los niveles ( $y_{it}$ ) tienden hacia valores diferentes. Igualmente, esta ecuación implica que

las desviaciones de  $y_{it}$  respecto a la tendencia común ( $\theta$ ) tienden a desaparecer a lo largo del tiempo. La ecuación (2), en cambio, es consistente con convergencia absoluta. En este caso, el nivel y la tasa de crecimiento del producto por persona es igual para todas las economías.

En el último caso (ecuación (2)), todos los parámetros del modelo pueden estimarse consistentemente por mínimos cuadrados ordinarios (OLS). En el caso de efectos individuales fijos, representado por la ecuación (1), es posible utilizar variables “dummy” para modelar dichos efectos y estimar los parámetros del modelo por el método OLS. Este estimador se conoce como “estimador de mínimos cuadrados con variables dummy” (LSDV), o estimador “Within”. Se sabe, sin embargo, que aún cuando este estimador es relativamente eficiente, su consistencia depende únicamente de la dimensión temporal ( $T$ ) del panel. Por tanto, dado un valor finito de  $T$ , el estimador LSDV es sesgado aún si  $N$  fuese infinitamente grande [Hsiao (1986)]. Obviamente el sesgo será mayor mientras menor sea  $T$ . El uso de este estimador en paneles con dimensiones temporales pequeñas debe, entonces, utilizarse con cautela.

En el contexto previamente descrito, se puede probar las hipótesis de convergencia absoluta o condicional utilizando conjuntamente la prueba de Breusch-Pagan (1980) y la prueba  $F$  por efectos fijos. La prueba de multiplicador de Lagrange elaborada por Breusch- Pagan conocida como “prueba de efectos aleatorios” tiene la forma:

$$LM_{BP} = [NT / 2(T - 1)][(S_1 / S_2) - 1]^2,$$

(3) dónde  $S_1 = \sum_{i=1}^N (\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it})^2$  y  $S_2 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_{it}^2$ . Los términos  $\hat{\varepsilon}_{it}$  son los residuales del

modelo MDA estimado por el método OLS. El estadístico  $LM_{BP}$  se distribuye asintóticamente  $\chi_{(1)}^2$ . Estrictamente, la hipótesis nula de esta prueba es  $H_0 : \sigma_{\mu} = 0$ , y corresponde al caso donde los efectos específicos a cada corte transversal ( $\mu_i$ ) no existen y por tanto el modelo MDA es válido. Este resultado correspondería al caso de convergencia absoluta.

De otro lado la prueba  $F$  se define como:

$$F = [(S_2 - S_3) / S_3][(N - 1) / (NT - N - T - 1)]$$

En este caso,  $S_3$  es la suma de residuales al cuadrado en el modelo MEI utilizando el estimador LSDV. El término  $S_2$  ha sido definido antes como la suma de residuales al cuadrado en el modelo MDA, utilizando el estimador OLS. La prueba  $F$  intenta verificar la hipótesis:  $H_0 : \mu_i = 0, i = 1, \dots, N$ . Si esta hipótesis es válida, no existen efectos fijos, lo que correspondería al caso de convergencia absoluta. En caso que  $H_0$  sea rechazada, se tendrá evidencia a favor de convergencia condicional. Las pruebas anteriores pueden implementarse de manera conjunta para discriminar entre las hipótesis de convergencia absoluta y condicional. Si ambas pruebas resultan ser significativas se puede concluir a favor de convergencia condicional. En cambio si ambas pruebas no son significativas, se puede concluir a favor de la hipótesis de convergencia absoluta. Como se menciona antes, es necesario determinar la

magnitud de los sesgos de estimación y corregir los estimados de las tasas de convergencia implícitas.

### ***Decrecimiento y convergencia de los estados mexicanos***

En esta sección se describe brevemente el panel de datos utilizado y se presenta resultados de estimación de las ecuaciones (1) y (2), así como las pruebas de convergencia descritas en la sección anterior. El panel de datos cuenta con observaciones de PBI por persona espaciadas a 5 años para el periodo 1970-1995 para los 32 estados mexicanos. Debe notarse que el valor del PBI estatal para 1990 ha sido obtenido asignando el PBI total de ese año a cada estado utilizando participaciones obtenidas por extrapolación entre los años 1988 y 1995. Lo mismo se ha hecho con los valores de población total para los años 1975 y 1985 puesto que solo se dispone de datos censales para los años 1970, 1980, 1990 y 1995.<sup>6</sup> Dado que este trabajo busca evaluar convergencia, es conveniente describir la evolución en el tiempo de los niveles de producto por persona así como sus tasas de crecimiento.

---

<sup>6</sup> La información sobre población y PBI proviene de los Censos 1970, 1980, 1990 y Contéo 1995, y el Sistema de Cuentas Nacionales, ambas elaboradas por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) de México. El autor agradece a David Mayer (CIDE) por proporcionarle dicha información.

**Tabla 1: Evolución Temporal del PBI por persona (32 estados mexicanos)**

Año	Niveles en logaritmos		Tasas de Crecimiento	
	Media	Desv. Std.	Media	Desv. Std.
1970	-3.2186	0.3918	--	--
1975	-3.0402	0.3709	0.1784	0.1112
1980	-2.8696	0.3940	0.1706	0.1980
1985	-2.7863	0.4743	0.0833	0.3913
1990	-2.8338	0.4193	-0.0474	0.1833
1995	-2.9351	0.4148	-0.1013	0.0957

La Tabla 1 presenta los promedios y desviaciones standard de ambas variables. Como se puede apreciar, el nivel promedio de producto por persona de los 32 estados mexicanos aumenta durante 1970-1985, y se reduce durante 1990-1995. Debe notarse también que las tasas de crecimiento del producto por persona son positivas durante el primer periodo y negativas durante el segundo periodo. En promedio, las tasas de crecimiento muestran, definitivamente, una tendencia continua y marcadamente declinante durante todo el periodo 1970-1995. Específicamente, el crecimiento del producto por persona se reduce durante el primer periodo y se hace negativo (decrecimiento) durante el segundo periodo. Respecto a la tendencia en el tiempo de las dispersiones de los niveles (en

logaritmos) y tasas de crecimiento, se observa que éstas son crecientes en el primer periodo y decrecientes durante el segundo periodo. Por lo menos en los últimos dos quinquenios la tendencia de la dispersión es consistente con convergencia (absoluta o condicional). Este hecho, ha sido reportado en la literatura como “convergencia- $\sigma$ ”. Debe notarse sin embargo, que se trata de convergencia en el marco de un proceso donde en promedio (para los 32 estados mexicanos) hay una disminución del crecimiento seguido por un periodo de decrecimiento (reducción del nivel producto por persona).

En la Tabla 2 se presenta los resultados de estimación y pruebas de hipótesis. Para el periodo (1970-1995), los resultados obtenidos para el parámetro auto regresivo (correspondientes a la variable “PBI por persona (-5)”), aparentemente son consistentes con convergencia absoluta (modelo MDA) y también con convergencia condicional (modelo MEI). Sin embargo, las pruebas sugeridas para discriminar entre ambas hipótesis favorecen la hipótesis de convergencia condicional, aunque la evidencia no es muy fuerte. Específicamente, la prueba LM (Breusch-Pagan) rechaza la hipótesis de que no existan efectos individuales casi al 5% de significancia. Por otro lado, la prueba  $F$  por efectos fijos también rechaza la hipótesis de que dichos efectos no existan, a niveles de significancia iguales o mayores a 1.7%. Se puede concluir entonces que para un nivel de significancia de aproximadamente 5%, ambas pruebas rechazan la hipótesis de convergencia absoluta a favor de convergencia condicional.

Por lo menos, se pueden formular dos cuestiones fundamentales respecto a los resultados anteriores. La primera es sobre la confiabilidad de las pruebas estadísticas dado que las dimensiones del panel son relativamente pequeñas y podrían producir sesgos de magnitudes considerables. La segunda cuestión se refiere a la explicación de los resultados anteriores en caso de que fuesen válidos.

**Tabla 2: Resultados de estimación y pruebas de convergencia**

Variable Dependiente: PBI por persona (1970-1995)	MDA (ecuación 1)			MEI (ecuación 2)		
	Coeff.	Prueba <i>t</i>	Valor <i>p</i>	Coeff.	Prueba <i>t</i>	Valor <i>p</i>
PBI por persona (-5)	0.8724	20.932	0.000	0.3976	4.879	0.000
TIEMPO	-0.0129	-5.043	0.000	-0.0032	-1.147	0.254
CONSTANTE	25.3656	4.939	0.000	4.6698	0.816	0.416
Número de observaciones	160			160		
R-2 <sup>a</sup>	0.74			0.73		
F(2,157) & F(2,126) <sup>b</sup>	221.15		0.0000	14.28		0.0000
LM (Breusch-Pagan) F(31,126)	3.81		0.0509	1.751		0.017

a: Para el modelo MDA se reporta el R-2 ajustado. Para el modelo MEI el R-2 no es ajustado y mide la correlación entre la variable dependiente observada y la estimada excluyendo los efectos individuales.

b: Las pruebas *F* evalúan la hipótesis conjunta  $H_0 : \beta = 0 = 0$  en los modelos MDA y MEI respectivamente

Si se utilizan modelos de crecimiento exógeno, se podría argumentar que durante todo el periodo 1970-1995 los estados mexicanos han experimentado un proceso de

decrecimiento tecnológico continuo (los coeficientes de la tendencia temporal (TIEMPO) son negativos en ambos casos), aunque esta explicación no parece muy plausible. Otra posibilidad es que la dinámica de crecimiento de los estados mexicanos este mayormente relacionada a las políticas económicas implementadas durante el periodo. En cualquier caso, las preguntas respecto a qué tan confiables estadísticamente pueden ser las caracterizaciones de convergencia de los estados mexicanos y cuáles son sus factores determinantes quedan abiertas y requieren mayor investigación.

### ***Corrigiendo los sesgos de estimación***

En esta sección se hace una evaluación de los sesgos de estimación utilizando simulaciones de Monte Carlo. Se considera un panel con dimensiones  $N=32$ ,  $T=6$ , las cuales corresponden a las de la muestra real durante el periodo completo (1970-1995). Los datos son generados utilizando los modelos MDA y MEI y luego se aplican los estimadores OLS y LSDV en cada caso, y se determina la magnitud de los sesgos. Para el parámetro auto regresivo se utiliza los valores 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 y 0.9. El parámetro de la tendencia tecnológica se asume igual a  $-0.015$  en todos los casos, y se utilizan los correspondientes valores observados de PBI por persona como valores iniciales. Cada simulación fue hecha con 5000 repeticiones. La Tabla 3 muestra la magnitud de los sesgos de estimación del parámetro auto regresivo. En términos generales debe destacarse que cuando el verdadero modelo (i.e. el modelo

generador de datos) es MDA, el estimador OLS (el cual corresponde a una especificación correcta) es ligeramente sesgado; en cambio, el estimador LSDV (especificación incorrecta) es bastante sesgado. En los dos casos anteriores, los sesgos son negativos. De otro lado, en el caso donde el verdadero modelo es MEI (hay efectos individuales), el estimador LSDV (especificación correcta) es extremadamente sesgado hacia abajo; en cambio, y paradójicamente, el estimador OLS (especificación incorrecta) es moderadamente sesgado hacia arriba.

Específicamente, el sesgo hacia arriba de este estimador está en el orden de 4.4% a 6.4% del verdadero valor en los casos aquí considerados, mientras que el sesgo hacia abajo del estimador LSDV está en el orden de 52.4% a 66.2%.

**Tabla 3: Magnitud de los sesgos en los modelos MDA y MEI**

PANEL (N=32,T=6)	Modelo verdadero: MDA		Modelo verdadero: IEM	
	Media (sesgo) OLS	Media (sesgo) LSDV	Media (sesgo) OLS	Media (sesgo) LSDV
<b>AR = 0.5</b>	0.4910 (-0.009)	0.4132 (-0.087)	0.5321 (0.032)	0.1688 (-0.331)
<b>0.6</b>	0.5898 (-0.010)	0.5054 (-0.095)	0.6330 (0.033)	0.2029 (-0.397)
<b>0.7</b>	0.6868 (-0.013)	0.5933 (-0.107)	0.7353 (0.035)	0.2467 (-0.453)
<b>0.8</b>	0.7884 (-0.012)	0.6798 (-0.120)	0.8371 (0.037)	0.3203 (-0.480)
<b>0.9</b>	0.8862 (-0.014)	0.7555 (-0.144)	0.9405 (0.040)	0.4276 (-0.472)

Estos resultados indican claramente que es preferible utilizar el estimador OLS aún cuando existan efectos individuales en el panel, puesto que los sesgos resultantes son considerablemente menores. Las tasas de convergencia implícitas en los resultados presentados anteriormente en la Tabla 2 pueden corregirse utilizando los resultados de las simulaciones de Monte Carlo. En la Tabla 4 se presentan estos resultados. En la segunda columna se presentan estimados (OLS) no corregidos del coeficiente AR, así como las respectivas tasas de convergencia implícitas y el tiempo que tomaría cerrar la mitad de la brecha entre los niveles actuales de PBI por persona y los correspondientes niveles de estado estacionario. En la tercera columna (estimados corregidos 1) aparecen los resultados después de efectuar las correcciones por sesgo, asumiendo que el verdadero proceso está dado por el modelo MDA (convergencia absoluta). En este caso, el estimador OLS del parámetro auto regresivo tiene un pequeño sesgo negativo el cual debe ser restado del estimado original. En la cuarta columna (estimados corregidos 2) aparecen los resultados corregidos bajo el supuesto de que el modelo verdadero es MEI (convergencia condicional). Los sesgos (positivos en este caso) son restados de los estimados originales. Los resultados corregidos bajo el supuesto de convergencia absoluta, indican una tasa de convergencia de 2.4%. Bajo el supuesto de convergencia condicional, se obtiene una tasa de convergencia de 3.6%.

**Tabla 4: Tasas de convergencia implícitas corregidas**

Periodo 1970-1995	Estimados OLS (no corregidos)	Estimados corregidos 1	Estimados corregidos 2
Cocficiente AR	0.8724	0.8860	0.8337
Tasa de convergencia*	0.0273	0.0242	0.0364
Duración 1/2 camino**	25.4 años	28.6 años	19.1 años

Los "estimados corregidos 1" asumen que el verdadero modelo es MDA (convergencia absoluta). En este caso los estimados OLS son corregidos por el sesgo hacia abajo. Los "estimados corregidos 2" asumen que el verdadero modelo es MEI (convergencia condicional) y corrigen el sesgo hacia arriba de los estimados OLS.

\* Las tasas de convergencia implícitas fueron calculadas utilizando la fórmula  $tc = \ln(\text{Cocficiente } AR)/5$ , dado que las observaciones están espaciadas 5 años aparte.

\*\* La duración 1/2 camino se refiere al tiempo que tomaría cerrar la mitad de la brecha entre niveles actuales y de estado estacionario de PBI por persona. Esta es calculada como la razón:  $\ln(2)/tc$

### ***Conclusión***

Este trabajo ha intentado caracterizar el proceso de convergencia de los estados mexicanos utilizando modelos dinámicos de panel sin regresores exógenos. Se ha propuesto utilizar conjuntamente la prueba de Breusch-Pagan (1980) y la prueba  $F$  por efectos fijos en el panel, para discriminar entre las hipótesis de convergencia absoluta y condicional. Dada la pequeña dimensión temporal del panel disponible, no es posible considerar otras posibilidades. Se ha presentado cierta evidencia a favor de convergencia condicional para todo el periodo 1970-1995. Sin embargo se ha notado que esta dinámica se ha dado en un contexto de (en promedio para los 32 estados) disminución del crecimiento (1970-1985) y de crecimiento negativo o decrecimiento (1990-1995), hechos que podrían requerir de explicaciones diferentes a las que proveen los modelos de crecimiento convencionales y ameritan mayor investigación. Finalmente, utilizando simulaciones de Monte Carlo, se ha evaluado la magnitud de los sesgos de estimación del parámetro auto regresivo, encontrándose que es preferible hacer correcciones de sesgos tomando como referencia el estimador OLS aún cuando el verdadero modelo incluya efectos individuales, puesto que los sesgos de este estimador son relativamente pequeños comparados con los que se obtienen utilizando el estimador LSDV.

## **Bibliografía**

- Baltagi, B., (1995), *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley.
- Barro, R. (1991), "Economic growth in a cross section of countries," *Quarterly Journal of Economics*, 106, 407-473.
- Barro, R. and X. Sala-i-Martin, (1997), " Technological Diffusion, Convergence, and Growth," *Journal of Economic Growth*, 2, 1-26.
- Barro, R. and X. Sala-i-Martin, (1995), *Economic Growth*, McGraw Hill.
- Barro, R. and X. Sala-i-Martin, (1992), "Convergence", *Journal of Political Economy*, 100, 223-251.
- Baumol, W. (1986), "Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show," *American Economic Review*, 76, 1073-1085.
- Bernard, A.B. and S.N. Durlauf, (1995); "Convergence in International Output," *Journal of Applied Econometrics* 10, 97-108.
- Breusch, T. and A. Pagan, (1980), "The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics," *Review of Economic Studies*, 47, 239-253.
- Canova, F. and A. Marcet (1995), "The Poor Stay Poor: Non-Convergence across Countries and Regions," Manuscrito, Universitat Pompeu Fabra y CEPR.
- Cermeño, R., (1998), "Evaluating Convergence with Median-Unbiased Estimators in Panel Data," Documento de Trabajo, CIDE, México
- Cho, D. and S. Graham, (1996), "The other side of conditional convergence," *Economic Letters*, 50, 285-290.
- De la Fuente, A. (1997), "The empirics of growth and convergence: A selective review," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21, 23-73.
- Dowrick, S. And J. Quiggin, (1997), "True measures of GDP and Convergence," *American Economic Review*, 87,41-64.
- Durlauf, S.N. and P.A. Johnson, (1992), "Local Versus Global Convergence across national economies," *NBER Working Paper* No. 3996.
- Evans, P., (1998), "Income Dynamics in Regions and Countries," Working Paper, Department of Economics, The Ohio State University.

- Evans, P; (1997), "How fast do economies converge," *Review of Economics and Statistics*, 79, 219-225.
- Evans, P; (1996), "Using Cross-Country Variances to Evaluate Growth Theories," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 20, 1027-1049.
- Evans, P. and G. Karras, (1996a) "Convergence Revisited," *Journal of Monetary Economics*, 37, 384-388.
- Evans, P. and G. Karras, (1996b) "Do economies converge? Evidence from a panel of U.S. states," *Review of Economics and Statistics*, 78, 384-388.
- Evans, P. and G. Karras, (1993), "Do standards of living converge? Some cross-country evidence," *Economics Letters*, 43, 149-155.
- Grier, K. and G. Tullock, (1989), "An empirical analysis of cross-national economic growth, 1951-80," *Journal of Monetary Economics*, 24, 259-276.
- Grier, K., (1998), "Convergence: what it means, how it is measured and where it is found," Manuscrito, Centro de Investigacion y Docencia Económicas (CIDE), México.
- Hsiao, C., (1986), *Analysis of Panel Data*, Cambridge University Press.
- Howitt, P. and P. Aghion, (1998), "Capital Accumulation and Innovation as Complementary Factors in Lon-Run Growth," *Journal of Economic Growth*, 3(2), 111-130.
- Islam, N; (1998), "Growth Empirics: A panel data approach-A Reply," *Quarterly Journal of Economics*, 113, 319-324.
- Islam, N; (1995), "Growth Empirics: A panel data approach," *Quarterly Journal of Economics*, 110, 1127-1170.
- Lee, K., Pesaran, M.H., and R. Smith, (1998), "Growth Empirics: A panel data approach-A Comment," *Quarterly Journal of Economics*, 113, 319-324.
- Leung C. and D. Quah; (1996), "Convergence, Endogenous Growth, and Productivity Disturbances," *Journal of Monetary Economics*, 38, 535-547.
- Levine, R. and D. Renelt, (1992), "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions," *American Economic Review*, 82, 942-963.
- Lichtenberg, F. R; (1994), "Testing the Convergence Hypothesis," *Review of Economics and Statistics*, 76, 576-579.
- Maddala (1997), "On the Use of Panel Data Methods with Cross Country Data," Manuscrito, Department of Economics, The Ohio State University.

- Maddala G.S. and S. Wu (1997), "Cross-Country Regressions: Problems of Heterogeneity, Stability and Interpretation," Manuscrito, Department of Economics, The Ohio State University.
- Mankiw, N. Gregory, Romer, D. And D. N. Weil, (1992), "A contribution to the empirics of economic growth," *Quarterly Journal of Economics*, 107, 407-437.
- Nerlove, M., (1998), "Growth Rate Convergence, Fact or Artifact?," Manuscrito, Department of Agricultural and Resource Economics, University of Maryland.
- Quah, D; (1994), "Convergence Empirics across Economies with (some) Capital Mobility," *Journal of Economic Growth*, 1(1), 95-124.
- Quah, D; (1996), "Twin Peaks: Growth and Convergence in Models of Distribution Dynamics," *Economic Journal*, 106, 1045-55.
- Quah, D; (1993a), "Galton's Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis," *Scandinavian Journal of Economics*, 95, 427-443.
- Quah, D; (1993b), "Empirical Cross-Section Dynamics in Economic Growth", *European Economic Review*, 37, 426-434.
- Razin A. and Yuen, Chi-Wa, (1995), "Factor mobility and income growth: two convergence Hypothesis," *NBER Working Paper* No. 5135.
- Sala-i-Martin, X; (1996), "The Classical approach to convergence analysis," *The Economic Journal*, 106, 1019-1036
- Sala-i-Martin, X; (1996), "Regional Cohesion: Evidence and Theories of Regional Growth and Convergence," *European Economic Review*, 40, 1325-1352.