

Crecimiento del PIB *per cápita* en México: análisis de convergencia y dependencia espacial, 2003-2013

JONATHAN ANDREY BARRANDEY CHAVIRA¹

Resumen

En este artículo se analiza el crecimiento del producto *per cápita* de los estados de México mediante el análisis de exploración de datos y autocorrelación espacial durante el periodo 2003-2013. El objetivo del trabajo es analizar si existe dependencia espacial en la tasa de crecimiento del PIB *per cápita* en los estados de México. En particular se verifica si los estados han convergido durante este periodo; si esto es el caso, se soporta la autocorrelación espacial entre los estados. Se utilizan datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), los resultados se estiman mediante el enfoque sigma y beta-convergencia y un modelo de regresión espacial. En el primer modelo se confirma que la relación entre tasa de crecimiento del producto *per cápita* y el producto *per cápita* inicial es positiva, mientras que el modelo espacial muestra que el crecimiento del producto *per cápita* depende de factores propios de los estados.

Palabras clave: producto *per cápita*, convergencia económica, modelo espacial.

JEL: C21, O40, R12.

PER CAPITA GDP GROWTH IN MEXICO: ANALYSIS
OF CONVERGENCE AND SPATIAL DEPENDENCE, 2003-2013

Abstract

This paper analyzes the growth of the per capita product of the states of Mexico through the analysis of data exploration and spatial autocorrelation during the period 2003-

Fecha de recepción: 06 de julio de 2023. Fecha de aceptación: 14 de agosto de 2023.

DOI: <https://doi.org/10.32870/eera.vi51.1099>

1 Docente en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México. <https://orcid.org/0000-0002-2314-1557>. Correo electrónico: jonathan.barrandey@uacj.mx

2013. The objective of the work is to analyze if there is spatial dependence in the growth rate of GDP per capita in the states of Mexico. In particular, it is verified if the states have converged during this period of time; if this is the case, the spatial autocorrelation between the states is supported. Data from the National Institute of Statistics and Geography (INEGI) are used; the results are estimated using the sigma and beta-convergence approach and a spatial regression model. The first model confirms that the relationship between the growth rate of the per capita product and the initial per capita product is positive, while the spatial model shows that the growth of the per capita product depends on factors specific to the states.

Keywords: product per capita, economic convergence, spatial model.

JEL: C21, O40, R12.

Introducción

El crecimiento económico es una de las mejores maneras de reducir la pobreza de los hogares (Blanchard, 2017). Pues el aumento de la producción de bienes y servicios determina el bienestar material de millones de personas; sin embargo, en ausencia de éste, principalmente en los estados más pobres significa una disminución muy desagradable del estándar de vida de las mismas. De este modo, el incremento en la productividad laboral es fundamental para el aumento en los niveles de prosperidad de las ciudades, estados y regiones del país.

El objetivo del trabajo es analizar para los estados de México si existe dependencia espacial en la tasa de crecimiento del PIB *per cápita*. En particular, se determina si las entidades federativas convergen a un nivel de ingresos *per cápita* favorecido por la existencia de una dependencia espacial o si, por el contrario, debido a la disparidad entre estados ricos y pobres se presentan asimetrías por el desarrollo diferenciado entre las regiones, precisamente por la nula dependencia espacial en cuanto al nivel de bienestar durante el periodo 2003-2013. Para esto se realiza un análisis de exploración descriptivo de los datos, un modelo *sigma* y *beta-convergencia* y, para corroborar este último, se estima un modelo de regresión espacial.

El problema que se plantea en el estudio es probar la existencia de convergencia absoluta relacionada con la dependencia espacial en los estados de México. La hipótesis de convergencia establece que a lo largo del tiempo las diferencias en el nivel de bienestar medido por el crecimiento de los ingresos *per cápita* del conjunto de las economías, regiones o estados, tienden a desaparecer (Barro y Sala-i-Martin, 1991).

Si bien es cierto que la reducción de las disparidades de la producción *per cápita* —mayor convergencia— se debe a que las regiones o estados presentan factores económicos en común, ejemplo de ello es propiamente la libre movilidad de factores, el nivel tecnológico, el capital físico, capital humano, los recursos naturales, la infraestructura y seguridad pública, o hasta la distancia de un estado a otro, favorece el crecimiento de las economías más atrasadas respecto a las adelantadas. Todo esto influye en un crecimiento equilibrado cuando cada estado i depende de otro estado j

y viceversa, esto es, cuando los recursos fluyen de un punto del espacio a otro, lo cual lleva a un crecimiento simétrico entre las entidades federativas.

Sin embargo, la divergencia siempre es posible, *a priori*, cuando existe independencia espacial entre estados, en el caso de que pueda haber autosuficiencia económica. Es decir, no puede haber convergencia del producto *per cápita* sin alguna correlación espacial entre las regiones o estados (Moreno y Vayá, 2002). De igual manera, la dependencia espacial es una condición para el proceso de convergencia. Un ejemplo de esto es una unión económica entre países, de alguna región, que han convergido, en donde también existe dependencia espacial. Es decir, la dependencia espacial es una característica importante para una senda de crecimiento económico en el estado estacionario entre las economías, particularmente cuando las economías de las regiones en la actualidad dependen del comercio entre sí y de la movilidad de factores (Blanchard, 2017).

La pregunta que cabe hacerse es si una baja dispersión de la tasa de crecimiento del producto *per cápita* en los estados se debe a una alta dependencia espacial entre las entidades federativas del país. O viceversa, si a mayor dispersión del ingreso *per cápita* hay una menor dependencia espacial entre los estados. Si esto último es afirmativo, entonces se está ante una posible divergencia económica entre las mismas, que es una condición de crecimiento asimétrico entre las regiones de México, en donde existen estados pobres, que están desfasados del modelo industrial y comercial del país con un enclave en las exportaciones; lo cual depende de las nuevas tecnologías: la inversión en capital físico y humano son factores que en el mejor de los casos están siendo empleados por estados ricos que les favorece en un mayor comercio anclado a las cadenas de valor global (Juan-Ramón y Rivera-Bátiz, 1996).

En este artículo se examina una muestra de datos para las 32 entidades federativas de México en un corte transversal, sobre tasas de crecimiento del PIB *per cápita* para el periodo 2003-2013. Se incluyen variables del PIB *per cápita* inicial del año 2003 y las tasas de crecimiento de la población, tasa de crecimiento de la actividad económica y la tasa de crecimiento del PIB *per cápita* de los años 2003-2009 con el fin de observar los impactos rezagados sobre la variable dependiente. Con estas variables se va a realizar un análisis de exploración de los datos descriptivos. Después, con el corte transversal se analiza el enfoque *sigma-convergencia*, el cual es un análisis que registra la reducción de la dispersión, en este caso de la relación entre la tasa de crecimiento del PIB *per cápita* del periodo 2003-2013 y el PIB *per cápita* inicial del año 2003. Y posteriormente se realiza un modelo *beta-convergencia*, entre las mismas variables, que da cuenta de la posibilidad de convergencia absoluta; con este modelo se explica si existe una correlación negativa entre la tasa de crecimiento y los niveles de ingreso iniciales.

Por último, se realiza un modelo de regresión espacial para determinar si ha existido dependencia espacial entre el crecimiento del PIB por persona y las variables explicativas, haciendo pruebas correspondientes para verificar si la solución de convergencia absoluta coincide estadísticamente con los resultados de los efectos espaciales entre los estados. Para esto se emplea el modelo de mínimos cuadrados ordinarios

(MCO), modelos de error y rezago espacial, para probar si efectivamente existe dependencia o heterogeneidad espacial entre los mismos.

Después de esta introducción, en la sección 2 se presenta el marco teórico y los estudios empíricos que se han realizado para México, en la sección 3 se indica la metodología: datos, análisis sigma y beta-convergencia y el modelo espacial. La sección 4 incluye los estadísticos descriptivos y la exploración de los datos, la sección 5 muestra los resultados estimados y al final se presentan las conclusiones.

2. Marco teórico y estudios empíricos para el caso de México

En este apartado se plantean los enfoques principales del crecimiento convergente, que son beta y sigma convergencia, y estudios empíricos que se han realizado para el caso de México.

Todos los países enfrentan el problema o la falta de crecimiento de la producción de bienes y servicios. No obstante, hay países ricos que tienden a crecer a tasas muy lentas y países pobres que crecen a tasas rápidas en el nivel de la producción. Lo mismo puede ocurrir en los estados o regiones de un país, de tal forma que cuando se garantiza el uso de nuevas tecnologías, la eficiencia en el uso de los recursos, la existencia de inversión privada y pública, la movilidad de recursos de capital tanto físico como humano y, además del desarrollo de empresas financieras, junto todo ello, anclado al comercio interno y externo hace posible que los estados pobres converjan hacia los estados ricos.

El estudio sobre las diferencias del producto por persona y convergencia no es reciente, desde Solow (1956), Barro (1991), Barro y Sala-i-Martin (1991), Mankiw *et al.* (1992) y Sala-i-Martin (1996) han referido que las diferencias de ingresos por persona en países avanzados y en desarrollo han estado convergiendo, debido a que empíricamente se ha encontrado que la tasa de crecimiento por persona tiende a estar inversamente relacionada con el nivel de ingreso *per cápita* inicial. Por el hecho de que cuando las tecnologías son similares entre las regiones y predomina un ambiente de movilidad de capital entre las mismas, hace posible que las regiones atrasadas con menor productividad tiendan a crecer a tasas rápidas, logrando alcanzar a las ricas, generando un proceso de convergencia entre la producción por persona.

No obstante, la hipótesis de convergencia en algunos países en vías de desarrollo se ha cumplido para algunos periodos, principalmente de 1950 a 1985, como refiere German-Soto (2005). Mientras que en otros países posterior a este periodo la relación ha sido positiva, es decir, ha habido procesos de divergencia por la mayor desigualdad del producto *per cápita* que se ha desarrollado en los últimos años debido a un incremento de la heterogeneidad entre capital humano y progreso tecnológico entre los países, por el crecimiento económico propio de cada una de las regiones, que hace que el crecimiento *per cápita* del producto sea mucho más lento. Esto permite que en los países en desarrollo la rapidez de alcanzar a los más ricos se vuelva mucho más lenta.

Por esto, según Sala-i-Martin (1996) para disminuir la brecha del bienestar entre ambos tipos de regiones, el impacto de los *spillover* —derrama de la tecnología— de

capital humano y progreso tecnológico, además del flujo de capital físico, entre las regiones ricas hacia las pobres, es importante para que las regiones alcancen una mayor homogeneidad y correlación espacial entre las variables que origine aumentos en el crecimiento económico.

Blanchard (2017) argumenta que desde 1950, en las economías que pertenecen a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) la producción *per cápita* ha aumentado considerablemente hasta la actualidad, lo cual los ha llevado a una tasa elevada de convergencia. Explica que los países que estuvieron rezagados a principios de la década, como fue el caso de Turquía, lograron obtener tasas de crecimiento mucho más rápidas que los países ricos. En este caso, Nahar y Inder (1998) confirman este hecho, al emplear información de PIB por persona para los países de la OCDE durante el periodo 1950-1990, por medio de pruebas de convergencia de raíces unitarias estándar. Encuentran fuerte evidencia de que 20 de los 22 de estos países convergieron al promedio del producto *per cápita*.

Un caso representativo de convergencia desde la década de los noventa, como enfatiza Barro (2016), es China: el elevado crecimiento económico que ha tenido este país recientemente ha convergido al nivel de los países de ingresos medios, y posiblemente va a converger al ingreso de los países desarrollados si sigue con tasas de crecimiento altas.

Asimismo, Blanchard (2017) enfatiza que países pobres como los de África han estado rezagados económicamente durante décadas debido a conflictos políticos internos, que han roto las cadenas de oferta de producción hacia el interior y exterior, lo cual los ha llevado a tener tasas de crecimiento negativas que han propiciado que no logren converger.

En general, con base en el enfoque *sigma* y *beta-convergencia*, los estudios han probado que existe una correspondencia negativa entre la tasa de crecimiento del producto por persona en relación con el nivel inicial de producción *per cápita* —productividad—, esto indica que los países han convergido. Éstas son las economías que se habían quedado rezagadas inicialmente, han crecido de manera rápida, hasta aproximarse a los países desarrollados, los cuales han alcanzado al final tasas de crecimiento de la producción bajas con ingresos por persona elevados.

2.1. Estudios empíricos para el caso de México

Por otra parte, en estudios sobre convergencia económica en México se ha discutido si existe convergencia o no entre el producto *per cápita* entre los estados durante las últimas décadas, como los de Juan-Ramón y Rivera-Bátiz (1996), Esquivel (1999, 2000), Germán-Soto (2005) y Rodríguez *et al.* (2016).

En general dichos estudios utilizan el enfoque *sigma* y *beta-convergencia* absoluta, como el de Rivera-Bátiz (1996) y el de Esquivel (1999), mientras que otros emplean datos de series de tiempo, como los de Germán-Soto (2005) y Rodríguez *et al.* (2016), donde utilizan *test* de raíces unitarias para probar convergencia. Los estudios emplean muestras de datos de 1940-1995 y 1970-2012. Los resultados refieren que en México se

han encontrado tres periodos de convergencia del crecimiento del PIB por persona: el primero de 1940-1970, que fue de mayor velocidad de convergencia; el segundo, 1970-1985, donde las tasas de convergencia fueron muy pequeñas; y el tercero, que abarcó el periodo de 1985-2012, donde ha habido un retroceso del proceso de convergencia o mayor divergencia entre los estados del país.

Sin embargo, al hacer la comparación entre estados ricos y pobres de 1970 a 2012, Rodríguez *et al.* (2016) estiman que los estados más ricos de México han presentado evidencia de convergencia, mientras que en los más pobres no hay indicios de convergencia.

Lo anterior indica que hasta antes de la liberalización comercial de mediados de los ochenta con el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), particularmente durante el periodo del modelo de sustitución de importaciones, cuando la economía del país se mantuvo cerrada y experimentó un mayor comercio hacia el interior, los estados en México experimentaron mayor convergencia en el producto *per cápita*. No obstante, con la liberalización económica de finales de los ochenta y principios de los noventa, con la apertura comercial del TLCAN y el proceso de industrialización en México anclado a las exportaciones como motor del crecimiento económico, desde entonces ha habido un aumento de la dispersión del producto por individuo que ha llevado a las regiones a tener mayores asimetrías en el crecimiento económico. De tal modo que los estados, de acuerdo con Germán-Soto (2005), que no lograron ajustarse al nuevo modelo de crecimiento, como aquellas entidades con menor grado de industrialización, ha propiciado una mayor divergencia.

Así pues, Ros (2013) enfatiza que existen determinantes geográficos que pueden estar detrás de la divergencia entre los estados, como ha sido el caso de los ingresos *per cápita* de Nuevo León al norte del país y la Ciudad de México en el centro, que son más altos, alrededor de cinco veces más que el ingreso por persona de Oaxaca al sur de México.

Otros factores de desequilibrios regionales en el país, según menciona Esquivel (1999), como la migración interna (movilidad laboral), en algunos estados ha impulsado mayor convergencia absoluta en los niveles de ingreso por persona. En este caso, durante el periodo 1940-1990 la correlación entre la tasa anual de migración neta y el ingreso *per cápita* inicial de 1940 fue positiva, esto implica que los estados pobres sean expulsores de fuerza de trabajo, mientras que los ricos son receptores de grandes flujos de migrantes.

En general, son algunos los elementos de convergencia, como también mencionan Rodríguez *et al.* (2016), como factores institucionales, políticos y económicos, o hasta la cercanía con Estados Unidos, lo que determina que pueda favorecer el potencial de desarrollo de las regiones.

En suma, las estimaciones empíricas para el caso de países ricos muestran que han tenido un proceso de convergencia en el producto por persona desde 1950. Como lo es el caso de Estados Unidos y sus estados, la Unión Europea y los países de la OCDE.

Sin embargo, en las naciones en desarrollo, en su caso los países más pobres, la rapidez de convergencia ha sido relativamente lenta; en algunos de los países sobre

todo los más rezagados, como los africanos, incluso algunos de América Latina, el proceso de convergencia se ha estancado.

En México el proceso de convergencia no es la excepción; sin embargo, las mayores tasas de convergencia se alcanzaron hasta antes de 1985, a partir de mediados de esta década, con el modelo de liberalización comercial, con el crecimiento del comercio y las exportaciones, y la mayor flexibilización del mercado laboral llevó consigo mayores desequilibrios económicos entre los estados, y por lo tanto menor grado de dependencia espacial.

Dicho lo anterior, en el trabajo se propone analizar los datos exploratorios, el enfoque *sigma* y *beta-convergencia* y el modelo de regresión espacial para comprobar si en efecto existe dependencia espacial, condición necesaria para el crecimiento económico en México.

3. Metodología

3.1. Datos

En este apartado se describen los datos, la descripción de las variables, el enfoque *sigma* y *beta* convergencia y la metodología de la econometría espacial.

La información se obtiene del Banco de Información Económica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para los años 2003, 2008 y 2013. La muestra comprende observaciones de las 32 entidades federativas, sobre el total de actividad económica (TOT) de los tres grandes sectores que son: agricultura y minería; energía, construcción y manufacturas; y comercio y servicios. Adicionalmente se obtienen datos sobre población ocupada total (PO). De los cuales se calculan tasas de crecimiento del producto interno bruto total y tasas de crecimiento del producto interno bruto por persona para cada uno de los estados del país.

Se recoge información de los tres años para un corte transversal, con el objeto de obtener valores de las variables en tasas y proporciones para cada estado. Las unidades de medida de las variables nominales están en millones de pesos, las cuales fueron convertidas a valores reales con base en el año 2003. La población está constituida por el número de personas (hombres y mujeres) en el país.

3.2. Descripción de las variables

Las variables que incluye la muestra para cada uno de los estados, son: tasas de crecimiento del producto interno bruto *per cápita* (CPIBPP), tasas de crecimiento económico total (CET), tasas de crecimiento de la población total (CPO) y del producto per cápita

(PIBPP); dichas tasas se calculan para los años 2003-2013 y 2003-2009 en forma discreta.² Enseguida se presenta la definición y signos esperados para el modelo espacial.

La variable a explicar es la tasa de crecimiento del producto interno bruto por persona (CPIBPP) del periodo 2003-2013. Es un indicador del bienestar o del nivel de vida de la población de un país, de un estado o una región. Esta variable mide el incremento del producto agregado a través del tiempo, y entre más alto es, mejor es el nivel de vida de las personas.

La variable CPIBPP del periodo 2003-2009 es el incremento de la producción por persona en un periodo rezagado —anterior a la muestra completa—, mide el aumento del bienestar de las personas en las entidades federativas durante este periodo. En esta variable se espera que su coeficiente tenga un signo positivo, debido a que el crecimiento del ingreso del periodo anterior impacta positivamente las tasas de crecimiento por persona actuales.

El crecimiento de la actividad económica (CET) tiene un impacto positivo sobre la tasa de crecimiento del PIB *per cápita* 2003-2013. Se espera que el CET presente un signo positivo sobre esta última.

El crecimiento de la población (CPO) captura la población económicamente activa. Esta variable considera que a medida que aumenta la población, la oferta de trabajo también lo hace, debido a que las personas alcanzan la edad de trabajar (Parkin, 2009). Por lo tanto, si aumenta la población que hace que se eleve la oferta de trabajo en paralelo con la demanda de fuerza laboral, la producción aumenta; por ende, los salarios reales de los trabajadores tienden a elevarse. En este sentido existe una correlación positiva entre el CPO y CPIBPP 2003-2013. Asimismo, se considera que el CPO a largo plazo aumenta las habilidades de la población, la experiencia, el capital humano, de manera que tiene un impacto positivo en la CPIBPP, por lo tanto, de esta variable se espera tenga un signo positivo.

Sin embargo, pudiera tener un signo contrario cuando en los estados existen rezagos económicos persistentes que no están incluidos en el modelo, como recursos naturales y económicos limitados, exceso de oferta de empleo que no corresponde con la demanda de trabajo, bajos niveles de inversión en capital, además de otras externalidades, lo que puede conllevar a rendimientos decrecientes, lo cual tendría efectos negativos en el CPIBPP.

El producto *per cápita* (PIBPP) del año 2003 es una medida de la producción por persona inicial. Muestra si los niveles de producción por persona entre los estados han convergido o se han aproximado con el paso del tiempo. Si esta variable aumenta a un ritmo similar entre los estados, habrá un equilibrio, porque el ingreso por persona entre las regiones del país será similar. Esto es, de acuerdo con Blanchard (2017), cuando la relación entre la CPIBPP del periodo 2003-2013 y PIBPP de 2003 es negativa, implica que las entidades rezagadas y no rezagadas han convergido entre ellas, porque los estados que se encontraban rezagados en 2003 —con PIBPP bajos— habrán crecido

2 Las tasas de crecimiento del periodo se calculan para expresar en porcentajes el cambio total que ha tenido cada variable durante estos años, la medición es de la forma $X_t/X_{t-1} \cdot 100$.

más rápido y alcanzado a los estados que contaban con una producción *per cápita* altos. Por lo tanto, se espera que la variable PIBPP inicial presente un signo negativo.

En general, con las descripciones anteriores se va a estimar que la tasa de crecimiento de la producción *per cápita* depende positivamente de esta propia variable de años anteriores, del aumento de las actividades económicas agrícolas, industriales y de servicios, y el crecimiento de la población. Y de forma negativa, del PIB por individuo del periodo inicial, lo cual va a mostrar si en los estados ha habido una evolución hacia la convergencia del crecimiento económico que justifique la existencia de dependencia espacial en los estados.

3.3. Enfoque clásico sigma y beta-convergencia

El análisis del enfoque clásico de *sigma* y *beta convergencia* desarrollado por Sala-i-Martin (1996) sigue la tradición clásica de la econometría de MCO. Los principales conceptos son el *beta* convergencia y *sigma* – convergencia. Se dice que hay una absoluta *beta*-convergencia, cuando una región pobre tiende a crecer más rápido que una región rica. Basta con tener datos de corte transversal, sobre producción agregada por persona en el periodo “t” y en el periodo “t+1”, para medir si hay o no convergencia entre las i...n regiones o estados de un país. En este caso se sigue la siguiente regresión:

$$g_i = \alpha + \beta \log(y_{i,0}) + \varepsilon_i \quad (1)$$

Donde g_i , es la tasa de crecimiento del PIB *per cápita* en el estado i , α es el intercepto, $y_{i,0}$ es el logaritmo del PIB por persona en el periodo inicial en el estado i , y ε es el término de error. Cuando $\beta < 0$ se dice que los datos presentan *convergencia* absoluta; sin embargo, si $\beta > 0$ existe *divergencia* entre los datos de la muestra.

El concepto de *sigma*-convergencia, Sala-i-Martin (1996) explica que es cuando un grupo de regiones son convergentes, si la dispersión del PIB por individuo tiende a decrecer a través del tiempo. Por tanto, de acuerdo con el autor los conceptos de *beta* – convergencia y *sigma* – convergencia deben estar relacionados. Según este enfoque, una condición fundamental para la presencia de *beta* – convergencia es que debe existir *sigma* – convergencia.

3.4. Método de regresión espacial

En esta sección se especifica el método de la estimación del modelo de regresión espacial (MRE), después se selecciona el modelo adecuado, las variables que intervienen en el mismo y los resultados, esto con el objeto de identificar si existe dependencia espacial entre las observaciones, o en otro caso, si hay heterogeneidad espacial que pueda surgir en los datos, lo cual va a contrastar los resultados del modelo de convergencia del apartado anterior.

De acuerdo con Pérez (2006: 135), la dependencia espacial surge cuando se traslada el “concepto de correlación” a los datos transversales con características geográ-

ficas, de manera que cuando los términos de error están relacionados, se encuentra una correlación en el espacio. En este sentido, habrá correlación espacial cuando no hay independencia entre los errores de distintas observaciones espaciales. Asimismo, la dependencia espacial surge de una relación funcional de puntos dados en el espacio que son dependientes:

$$y_i = f(y_j) \text{ cuando } i = 1, \dots, n, \quad \forall i \neq j \tag{2}$$

$$COV(y_i, y_j) = E(y_i, y_j) - E(y_i) - E(y_j) \neq 0, \quad \forall i \neq j$$

De esta forma, una observación en el espacio i está en función de otra j , siendo estas observaciones diferentes en el espacio. Por tanto, el momento condicional de la covarianza expresa la correlación entre i y j en el espacio. Así pues, la autocorrelación espacial es positiva o negativa. Pérez (2006) menciona que la primera surge cuando una situación o variable determinada en un punto del espacio influye o se relaciona con otros en el espacio, pero cuando la autocorrelación es negativa, esta misma variable presenta obstáculos al momento de difundirse en otros espacios.

La dependencia espacial considera que la interdependencia y las relaciones entre las observaciones i y j en el espacio están relacionadas con la matriz de pesos espaciales w_{ij} . w_{ij} , muestra la interdependencia entre las observaciones i y j del espacio, así la matriz de pesos va a tomar valores de 1 si i y j son vecinos y de 0 lo contrario.

Otro elemento que toma en cuenta la econometría espacial de acuerdo con Pérez (2005: 140), es el de rezagos espaciales, el cual debe ser definido para cada espacio localizado y_i a su vecino correspondiente a “una columna como elemento diferente de cero w_{ij} en una matriz de pesos espaciales positiva y no estocástica en cada elemento de una variable rezagada espacialmente”. Esto implica obtener promedios ponderados de variables aleatorias en espacios vecinos. Así, cuando se tiene w_{ij} el resultado de la matriz de pesos es:

$$W y_i = \sum w_{ij} * y_i \text{ dado } j, \dots, N \tag{3}$$

Donde $W y_i$ es la matriz de pesos por el vector de observaciones de una variable aleatoria $N \times 1$. Cabe decir, según este método, que al definirse la matriz de pesos espaciales w_{ij} debe elegirse una w_{ij} adecuada para realizar la estimación (Moreno y Vayá, 2002).

Otra característica de los modelos de regresión espacial es la heterogeneidad espacial. Ésta, como bien explican Moreno y Vayá (2002) y Pérez (2006), reside en que las relaciones en el espacio varían, debido a que existe: inestabilidad estructural en el espacio del comportamiento de alguna de las variables analizadas, debido a que no poseen las mismas características entre regiones o estados que terminan afectando los parámetros a estimar según estén localizados, siendo que éstos no son homogéneos en la muestra. Como en el presente estudio puede ser el caso, ya que el ingreso entre los estados varía de manera importante debido a la desigualdad de recursos y a las

propias características económicas de las regiones (Esquivel, 2000). Por otro lado, la literatura sobre los MRE establece que también puede existir heteroscedasticidad debido al problema de omisión de variables, lo cual provoca errores de medición; dicho problema debe tratarse mediante pruebas de heteroscedasticidad o pruebas de cambio estructural, respectivamente.

De manera general, los tipos de modelos de regresión espacial adecuados para tratar los efectos espaciales de acuerdo con Pérez (2006) y Moreno y Vayá (2002) son:

- Modelo de mínimos cuadrados (MCO) clásico.
- Modelos de rezago espacial (SAR) cuando la dependencia espacial es sustantiva.
- Modelos de error espacial (SEM) cuando la dependencia espacial es residual.

El primer modelo es de regresión lineal, aquí la variable dependiente y está en función de otras variables independientes X , más el término de error u , dada una muestra N .

Este modelo debe cumplir con los supuestos clásicos de regresión lineal, siendo ésta la regresión:

$$y = X\beta + u \quad (4)$$

$$u \sim N(0, \sigma^2)$$

El segundo es un modelo espacial autorregresivo de primer orden (SAR). En éste, el retardo espacial está en la variable explicada; la regresión se especifica como:

$$y = \rho W y + X\beta + u \quad (5)$$

$$u \sim N(0, \sigma^2 I)$$

Donde y es la variable endógena, la cual es un vector ($N \times 1$), W y el retardo espacial de y , X es una matriz de variables exógenas, u es el término de error de ruido blanco y ρ un parámetro espacial autorregresivo.

El tercer modelo, es el caso donde la autocorrelación espacial se encuentra en el término de error; en éste, el proceso espacial está planteado en el término de error:

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (6)$$

$$\varepsilon = \lambda W \varepsilon + u$$

$$u \sim N(0, \sigma^2 I)$$

Donde ε es el error con características $E(\varepsilon) = 0$ y $E(\varepsilon_i, \varepsilon_j) \neq 0$, λ es el parámetro autorregresivo, y es la variable endógena y X un vector de variables independientes, β un vector de parámetros específicos y u el término de error de ruido blanco.

Asimismo, hay otros estadísticos globales como la I de Moran que explican la autocorrelación espacial. Desde esta perspectiva la autocorrelación se aproxima al

efecto de dependencia espacial, el cual permite contrastar la presencia o no de dependencia espacial de forma univariante, esto es, puede verificarse la hipótesis de que una variable está distribuida de forma aleatoria en el espacio, o en otro caso, si persiste correlación significativa de valores de la muestra iguales entre las regiones o estados vecinos (Moreno y Vayá, 2002).

La I de Moran global se expresa como:

$$I = \frac{N}{S_0} * \frac{\sum_{ij}^N W_{ij}(X_i - \underline{X})(X_j - \underline{X})}{S_{ij}^N (X_i - \underline{X})^2} \quad i \neq j \quad (7)$$

Donde X_i es la x variable en la región i , \underline{X} es la media de la variable x , w_{ij} la matriz de pesos y N el tamaño muestral. Asimismo, por medio del *test* de I de Moran se contrasta la hipótesis nula de no autocorrelación espacial.

De acuerdo con Moreno y Vayá (2002) y con Pérez (2006), debido a que las estimaciones de MCO en presencia de un retardo espacial de la variable dependiente serán sesgados e inconsistentes, aun cuando el término de error no presente correlación espacialmente, la estimación de MCO no puede ser la adecuada, de manera que el modelo puede estimarse por medio de máxima verosimilitud (MV), la cual es una alternativa muy utilizada, y el estimador se obtiene maximizando el logaritmo de la función de verosimilitud.³

3.4.1. Especificación del modelo

A continuación se describe el modelo a estimar de acuerdo con las regresiones expuestas anteriormente: MCO clásico, de rezago espacial y de error espacial, de los cuales se elige el modelo apropiado a la muestra, ya sea para dependencia o heterogeneidad espacial. El modelo que se propone estimar es el siguiente:

$$CPIBPP_{i,03-13} = \rho WCPIBPP_{i,03-13} + \beta X_{it} + u \quad (8)$$

Donde $i=1,2,\dots,32$ estados, $t=2003, 2009$ y 2013 años de la muestra, las β 's son los parámetros del modelo incluyendo la constante, $\rho WCPIBPP$ es el rezago espacial en el crecimiento del PIB *per cápita*, u es el término de error. La variable a explicar $CPIBPP_{03-13}$ es la tasa de crecimiento del PIB *per cápita* en el tiempo, 2003-2013. X son las variables independientes, que son:

3 Otra técnica alternativa de importancia es la estimación de variables instrumentales y el método generalizado de momentos; estos métodos son útiles para tamaños de muestras grandes, de esta forma los estimadores serán consistentes a pesar de que el término de error no presente una distribución normal.

$PIBPER_{03}$, el PIB por persona en el periodo inicial 2003, es la variable que explica si existe convergencia o divergencia entre los estados. Cuando $PIBPER_{03}$ presenta un signo negativo, el resultado es que existe convergencia entre los ingresos por persona de los estados, es decir, el modelo presenta dependencia espacial. Lo contrario ocurre cuando el signo es positivo; la brecha entre el crecimiento del producto en los estados ha aumentado, esto implica ausencia de autocorrelación espacial.

$CREPP_{03-09}$, es la tasa del incremento del PIB *per cápita* en 2003-2009, mide la tasa de crecimiento del ingreso por persona rezagada que explica al crecimiento por persona actual, la cual tiene un impacto positivo sobre la variable explicada.

La variable CET_{03-13} mide el crecimiento del producto y se correlaciona positivamente con el crecimiento *per cápita* del PIB.

Por último, CPO_{03-13} es la tasa de crecimiento de la población en cada estado del país. Esta variable se considera que afecta positivamente el crecimiento del PIB. Pero por rendimientos decrecientes, la escasez de recursos, la baja productividad laboral, el exceso de oferta de trabajo, la pobreza y desigualdad económica que puedan presentar las entidades federativas puede tener efectos negativos en el producto *per cápita*.

4. Estadísticos descriptivos y exploración de los datos

En este apartado se muestran los estadísticos descriptivos, las gráficas de dispersión de las variables analizadas y los mapas que muestran dependencia espacial. En el cuadro 1 de estadísticos descriptivos se muestra que el crecimiento *per cápita* registra valores mínimos negativos, lo que puede estar relacionado con datos heterogéneos en cuanto al bajo crecimiento del nivel de vida en algunos estados del país respecto a otros.

Cuadro 1
Estadísticos descriptivos, 2003-2013

<i>Variables</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Sesgo</i>	<i>Curtosis</i>
Tasa de crecimiento <i>per cápita</i> 2003-2013	16.33	14.08	37.78	-39.92	-1.83	9.14
Tasa de crecimiento <i>per cápita</i> 2003-2009	5.87	10.07	23.37	-30.50	-1.24	6.66
Crecimiento de la población 2003-2013	15.59	8.29	40.80	-0.98	1.39	6.22
Tasa de crecimiento económico 2003-2013	34.20	17.10	64.47	-28.63	-1.16	7.07
PIB <i>per cápita</i> 2003	0.123	0.198	1.193	0.045	5.15	28.33

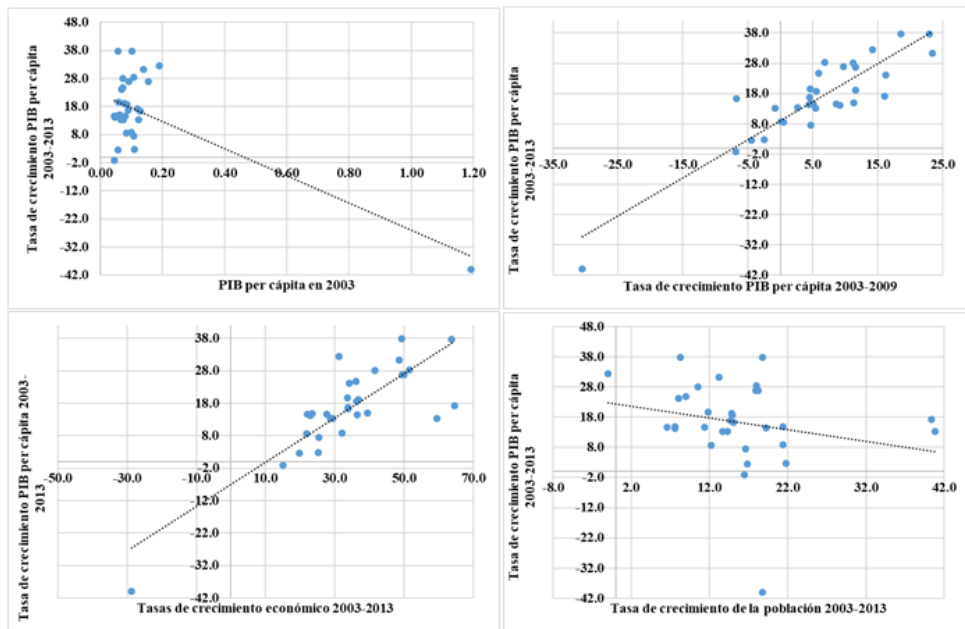
Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

Puede observarse que la variable dependiente, el crecimiento *per cápita* 2003-2013 presenta una asimetría hacia la izquierda y un valor relativamente alto de curtosis, siendo éste un valor leptocúrtico. Puede considerarse, inicialmente, que pudiera existir cierta heterogeneidad y asimetría en las tasas de crecimiento y en el producto por persona de los estados.

En la gráfica 1 se muestra la dispersión simple entre la tasa de crecimiento *per cápita* 2003-2013 respecto a cada una de las variables independientes.

En el segundo recuadro de la gráfica se muestra la dispersión de la relación entre el crecimiento del producto por habitante en 2003-2013 con la tasa de crecimiento del PIB por persona del periodo 2003-2009 de los estados del país. Se observa la presencia de una relación positiva entre ambas variables, esto señala que el ingreso por persona actual depende del producto *per cápita* del periodo anterior 2003-2009.

Gráfica 1
Crecimiento del PIB *per cápita* por estado, 2003-2013



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI.

De igual manera, en la gráfica se observa que la variable a explicar se incrementa conforme aumenta la tasa de crecimiento económico de las actividades primarias, secundarias y terciarias como se esperaba.

Sin embargo, se observa en el cuarto recuadro inferior derecho que el crecimiento de la población en todo el periodo tiene una asociación inversa con la tasa del crecimiento del producto *per cápita*, esto muestra, manteniendo lo demás constante, que el incremento de disparidades económicas entre los estados puede llevar a rendimientos decrecientes en las actividades económicas de los estados. Es decir, el crecimiento de la población pudiera ser una limitante para el aumento del nivel de vida del país, cuando existe baja capacidad de inversión en capital, principalmente inversión priva-

da, que sea el reflejo de un aumento en el número de nuevas empresas, las cuales no logran absorber la oferta de trabajo creciente, y tienen que emplearse en actividades con menor ingreso, como la economía informal.

Además, el bajo nivel en el progreso tecnológico que pudiera existir entre los estados afecta negativamente el crecimiento de la productividad y por tanto la producción, todo ello permite que los salarios reales tiendan a la baja, lo que hace que disminuya el bienestar de la población. Así pues, el crecimiento de la población cuando los recursos son escasos, puede ser un factor que permite que haya mayor heterogeneidad entre los estados en el nivel de ingreso, lo cual tiene impactos negativos en el grado de dependencia espacial.

Ahora bien, la exploración de los datos permite observar si ha existido dependencia espacial entre los estados, esto es, si el crecimiento del PIB por persona de una entidad federativa puede tener algún efecto en otra entidad que haga que esta variable aumente, mostrando correlación espacial entre el ingreso *per cápita*. En la gráfica 2 se indica la distribución del producto *per cápita* durante 2003-2013 entre los estados del país.

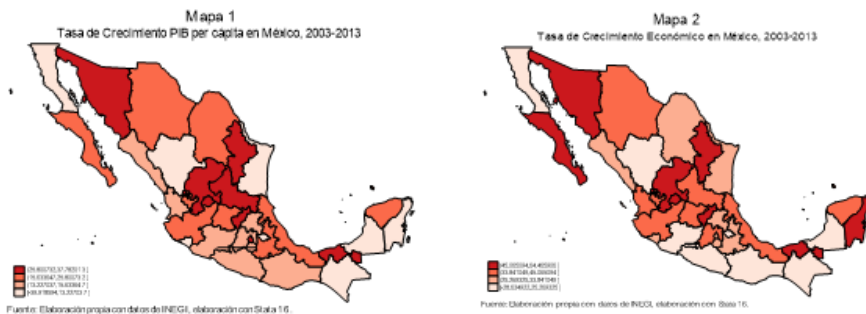
El mapa 1 indica cierta distribución heterogénea del producto *per cápita*. Salta a la vista que algunas entidades del norte como Sonora, Chihuahua, Coahuila y Nuevo León presentaron tasas de crecimiento del producto relativamente altas respecto a algunos estados del sur del país como Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán, los cuales exhiben valores bajos de la variable de interés.

Sin embargo, se puede observar que existe un rezago espacial entre San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León y Querétaro, de los cuales Guanajuato está rodeado de estados vecinos en los intervalos del PIB *per cápita* relativamente altos. Contrasta el hecho de que Durango, que está dentro del intervalo del grupo de entidades con el más bajo PIB *per cápita*, está rodeado de estados con ingresos del primer y segundo cuartil de la distribución, lo mismo ocurre con el estado de Tamaulipas, esto explica que el crecimiento del PIB por persona en algunos estados se distribuye de forma aleatoria.

La gráfica 3 muestra la distribución del crecimiento de las actividades económicas en cada uno de los estados del país durante 2003-2013. Se observa que los estados del norte, a diferencia de los del sur, excepto Quintana Roo, Tabasco y Veracruz, mantuvieron tasas de crecimiento del producto en el primero y segundo cuartil, siendo estos valores relativamente altos. No obstante, puede apreciarse que los estados del centro del país tienen una mayor dependencia espacial, los cuales pudieran estar convergiendo a lo largo del tiempo.

Gráfica 2

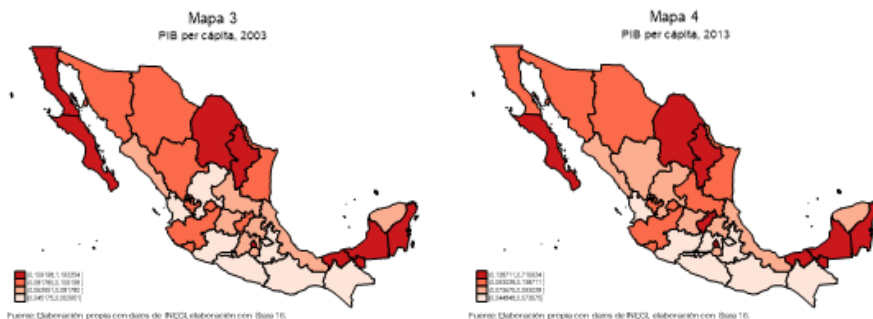
Crecimiento económico y PIB *per cápita* por entidad federativa, 2003-2013



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

Gráfica 3

PIB *per cápita* por estado, 2003 y 2013



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

Los mapas 3 y 4 muestran el PIB por persona de los años 2003 y 2013, respectivamente. En general, se observa que la variable no ha presentado cambios significativos durante el periodo. Se observa que algunos estados como México, Durango y Baja California muestran que el PIB *per cápita* disminuyó. Sin embargo, en los estados de Zacatecas, San Luis Potosí y Querétaro aumentó el PIB *per cápita*.

En suma, con la muestra utilizada se puede constatar que existe cierta distribución aleatoria en cuanto al crecimiento del PIB por persona durante el periodo de análisis. En los gráficos de dispersión se muestra que el producto *per cápita* aumenta cuando se incrementa ésta misma, pero en periodos anteriores, de manera que el ingreso actual depende del ingreso *per cápita* pasado. Sin embargo, el aumento de la población tiene la capacidad de disminuir el crecimiento del ingreso *per cápita*. En los estados del centro del país se puede apreciar que hay un mayor rezago espacial; sin embargo, en los estados del norte y sur del país parece ser que existe una menor autocorrelación espacial.

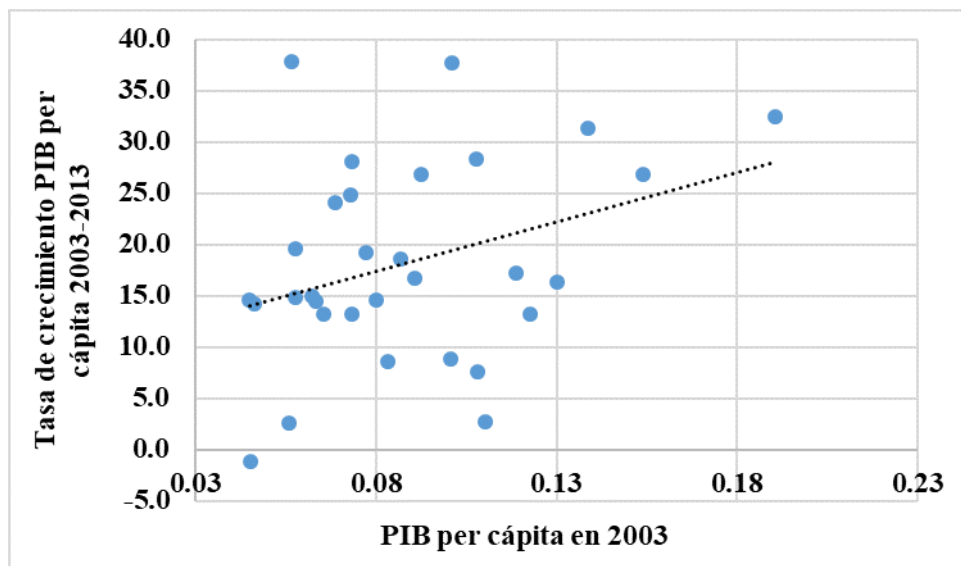
5. Resultados

5.1. Resultados del enfoque sigma y beta-convergencia en los estados de México

En la sección anterior, en la gráfica 1 se muestra en el primer recuadro la dispersión entre la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2003-2013 y el producto per cápita de 2003. Esta gráfica de dispersión muestra la presencia de σ -convergencia. Como se indica en ésta, hay una relación negativa entre la tasa de crecimiento del producto y el PIB per cápita inicial, lo cual muestra los puntos en los cuales convergen el producto por persona entre los estados, de acuerdo con el análisis σ -convergencia, se observa la relación inversa entre ambas variables.

Sin embargo, en la gráfica 1 puede observarse la existencia posible de datos atípicos como el que se muestra en el punto de la parte inferior del primer recuadro, el cual representa el PIB per cápita de Campeche de 2003, es atípico porque todos los valores excepto éste, el cual es muy alto, siguen una tendencia positiva y Campeche de acuerdo con Germán-Soto (2005) y Esquivel (1999) es un estado petrolero que genera altos ingresos por la producción del mismo recurso; si se excluye esta observación, sin pérdida de generalidad, la dispersión de la muestra es la que se obtiene en la gráfica 4.

Gráfica 4
Convergencia absoluta entre los estados, 2003-2013



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

En la gráfica se observa un patrón ascendente definido, lo cual confirma una divergencia absoluta de la tasa de crecimiento del PIB por persona en los estados de México

durante este periodo 2003-2013. Esto implica que los estados pobres no han convergido con los estados ricos, habiendo un rezago económico en los primeros, señal de que hay una baja dependencia espacial entre los estados.

Para verificar la información de la gráfica 4, el cuadro 2 muestra los resultados de la estimación de la regresión $(1)\beta$ – *convergencia* para los estados de México durante el periodo 2003-2013, por medio de MCO. Los resultados se reportan para las 32 entidades federativas, y para los 31 estados en las regresiones A y B respectivamente, esto para no incluir datos atípicos y evitar un comportamiento irregular en la estimación.

Cuadro 2

Estimación de convergencia absoluta para los estados de México, 2003-2013
Variable dependiente: Tasa de crecimiento del PIB per cápita 2003-2013

Regresión	Variable	$\hat{\beta}$	$ee_{\hat{\beta}}$	R^2	Observaciones
A	PIB per cápita 2003	-10.48**	3.88	0.20	32
B	PIB per cápita 2003	8.67*	4.68	0.11	31

Nota: en B se excluyó una observación por ser inestable. Los símbolos *, **, y *** indican niveles de significancia del 10%, 5% y 1% respectivamente.

La tabla muestra las estimaciones de los modelos de convergencia A y B, uno para la muestra completa y otro en el que se excluye una observación para el caso de Campeche. La regresión A que incluye toda la muestra, el valor del parámetro estimado es estadísticamente significativo. La estimación muestra que la brecha del producto *per cápita* entre los estados durante el periodo de análisis se cerró.

Sin embargo, al considerar un posible comportamiento irregular de Campeche, al ser éste un estado petrolero, en la regresión B la estimación arroja un coeficiente estimado positivo durante 2003-2013. Esto significa que existe una diferencia del producto *per cápita* entre los estados que tendió a ampliarse a una tasa promedio del 8.7%, siendo este valor estadísticamente significativo. Este resultado constata que existe divergencia entre estados ricos y pobres durante el periodo de análisis.

Dado que los resultados de convergencia del producto por persona para los estados presentan un proceso de divergencia entre los ingresos estatales, ahora se contrastan estos resultados por medio de un análisis de estimaciones espaciales. Se realiza esto porque como ya han señalado Moreno y Vayá (2002), el método de β – *convergencia* por sí mismo deja fuera el análisis del espacio, aislando a las regiones. En este sentido, en el análisis de convergencia y la técnica de regresión espacial los resultados pueden conducir a conclusiones que no son mutuamente excluyentes, debido a que la preocupación de cada técnica es estimar si la actividad económica entre los estados depende entre sí, o por el contrario, los datos de la muestra presentan desequilibrios entre PIB *per cápita* de los estados.

5.2. Resultados del modelo de regresión espacial

En el mapa 1 de la sección 4 se mostró que existe cierta heterogeneidad espacial. En general se observó que los estados del norte y del centro presentan mayores niveles de producto *per cápita*, mientras que los estados del sur están relativamente rezagados en esta misma variable, lo cual es señal de que puede existir una baja dependencia espacial, esto confirmaría la divergencia absoluta en los ingresos del país, como ya se mencionó anteriormente, esto reafirma que en vez de reducirse, aumentaría más la brecha del crecimiento del producto por persona.

En el cuadro 3 se muestra el *test* de autocorrelación espacial de I de Moran global de la expresión (7), donde se prueba la posible presencia de autocorrelación espacial entre los estados con base en la matriz de contigüidad W.

Cuadro 3
Autocorrelación espacial global I de Moran

Variable dependiente	Chi2	p-value
Tasa de crecimiento del PIB <i>per cápita</i>	1.17	0.2791

Los símbolos *, **, y *** indican niveles de significancia del 10%, 5% y 1% respectivamente.

Se puede observar en el cuadro que el I de Moran no rechaza la hipótesis nula, siendo este indicador no significativo; por tanto, no hay presencia de dependencia espacial. Este hecho corrobora lo que el mapa 1 indicaba, cierta heterogeneidad entre los estados, y lo que confirma el enfoque σ y β – *convergencia* encontrado anteriormente, es decir, la no presencia estadística de autocorrelación espacial en la tasa de crecimiento *per cápita* de los estados. Este hecho se explica porque algunas entidades, principalmente las del norte y del centro, tuvieron estados vecinos que crecieron a tasas altas en el primer y segundo cuartil, mientras que los estados del sur muestran un rezago en crecimiento del PIB; aún más, la brecha de esta variable entre los estados aumentó durante el periodo de análisis 2003-2013.

Después del análisis exploratorio, enseguida se estiman las regresiones (4), (5) y (6) descritas en la sección 3.4, donde se incluyen variables independientes para el modelo de MCO, donde se toma en cuenta la heterogeneidad espacial, ya sea por inestabilidad estructural o heteroscedasticidad, para compararlos con regresiones de rezago y error espacial. Los cuales podrían rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación espacial, mediante pruebas de multiplicadores de *Lagrange* (ML). El cuadro 4 muestra los resultados estimados de los modelos de MCO, del retardo espacial, del error espacial y de MCO2E.

Cuadro 4
Estimación espacial del modelo

<i>Variable dependiente: Tasa de crecimiento del PIB per cápita 2003-2013</i>				
<i>Variables</i>	<i>Modelo MCO</i>	<i>MV Modelo de retardo espacial</i>	<i>MV Modelo de error espacial</i>	<i>MCo2E Modelo SAC</i>
<i>Efectos directos</i>				
Tasa de crecimiento del PIB per cápita 2003-2009	0.0284* (0.0156)	0.0245 (0.0203)	0.0293 (0.0178)	0.0244 (0.0185)
PIB per cápita 2003	0.5496** (0.2156)	0.5406*** (0.1575)	0.5919*** (0.1434)	0.5780*** (0.1386)
Tasa de crecimiento de la población	-1.0152*** (0.0198)	-1.0187*** (0.0167)	-1.0135*** (0.0133)	-1.0197*** (0.0149)
Tasa de crecimiento de la producción	0.8485*** (0.0096)	0.85*** (0.0121)	0.8493*** (0.0107)	0.8533*** (0.0111)
Constante	4.2896*** (0.6913)	4.3757*** (0.4684)	4.3395*** (0.4150)	4.4198*** (0.4132)
<i>Efectos indirectos (spillover espacial)</i>				
Tasa de crecimiento del PIB per cápita 2003-2009		0.0001 (0.0002)		0.0001 (0.0002)
PIB per cápita 2003		0.0026 (0.0053)		0.0043 (0.0049)
Tasa de crecimiento de la población		0.0049 (0.0100)		0.0076 (0.0089)
Tasa de crecimiento de la producción		0.0040 (0.0084)		0.0063 (0.0074)
Núm. de observaciones	32	32	32	32
R^2	0.998			
<i>Pseudo R²</i>		0.998	0.998	0.998
Log likelihood		-20.1127	-19.3227	
<i>LM test (p-value)</i>		0.6275	0.1623	0.3752

Nota: los errores estándar están entre paréntesis. En MCO los errores estándar son robustos. Los símbolos *, **, y *** indican niveles de significancia del 10%, 5% y 1%. Se emplea la matriz binaria de contigüidad W.

El cuadro 4 muestra los modelos que estiman la ecuación de convergencia, en éstos la variable a explicar es la tasa de crecimiento por persona 2003-2013, explicada por variables independientes que muestran posible asociación espacial, siendo éstas: la tasa de crecimiento del PIB por persona 2003-2009, el ingreso *per cápita* inicial, el crecimiento de la población y el crecimiento de la actividad económica del país, que son factores que generan externalidades entre los estados.

Los resultados de máxima verosimilitud (MV) mostrados en el cuadro 4 arrojan que en la regresión de rezago espacial en la segunda columna, donde $WCPIBPP_{03-13}$ es el rezago espacial de $CPIBPP_{03-13}$, se encuentra por la prueba de contraste de

multiplicadores de *Lagrange* (LM), que no rechaza la hipótesis nula, de manera que los coeficientes estimados no presentan asociación espacial con la tasa de crecimiento del producto por persona, no habiendo interdependencia entre los estados. En este modelo la variable PIB per cápita de 2003 necesaria para encontrar convergencia y dependencia espacial, presentó el signo contrario, siendo éste positivo y significativo. Sin embargo, considerando la posibilidad de efectos indirectos ante la posible presencia de *spillovers* entre los estados, de los coeficientes ninguno fue significativo, esto corrobora la ausencia de efectos espaciales entre los estados.

Lo mismo se encontró en el modelo de error espacial de la tercera columna, para probar si la dependencia espacial fuera residual, y no fue el caso, los resultados concuerdan con el estadístico de I de Moran encontrado anteriormente, de presencia de no autocorrelación espacial. También se estimó, en la cuarta columna, mediante el modelo de mínimos cuadrados en dos etapas, si existiese la posibilidad de encontrar dependencia espacial entre los estados; sin embargo, al realizar la prueba LM se encuentra que no se rechaza la hipótesis nula de no autocorrelación espacial; por tanto, el modelo muestra ausencia de autocorrelación espacial entre los estados; ante estos hallazgos, se estima el modelo de MCO clásico.

La ausencia de dependencia espacial puede estar relacionada con el hecho de que en los estados de México existe una alta heterogeneidad en el nivel de vida de la población, lo cual viene ocurriendo desde mediados de 1980, como bien lo explican Juan Ramón y Rivera Bátiz (1996), Esquivel (1999) y Germán-Soto (2005), debido a una alta divergencia económica, consecuencia del modelo exportador que prevalece hasta la actualidad y el modelo industrial, desde el TLCAN, en el sentido de que el crecimiento de las regiones más ricas no afecta a sus vecinos pobres, esto puede ser consecuencia de que cada estado no converge hacia los demás porque las condiciones iniciales de cada estado son muy distintas y de ello depende que haya dependencia espacial.

Debido a la falta de interdependencia del crecimiento del ingreso entre los estados del país, se estima la ecuación de convergencia mediante MCO sin efectos espaciales, mostrados en la primera columna del cuadro 3. Se encuentra que el parámetro del PIB por persona de 2003 fue positivo y significativo en el nivel del 5% de significancia estadística. Esto muestra que en el periodo 2003-2013 el proceso de divergencia en el nivel del producto por persona en los estados es lo que predomina y no la convergencia. En este modelo el ajuste del mismo fue de $R^2 = 0.998$ siendo éste alto, el cual es fiable ante la heterogeneidad que existe entre los estados del país. Cabe hacer mención de que los errores mostrados en el modelo de MCO ante problemas de heteroscedasticidad son presentados en errores estándar robustos.

Por otra parte, los resultados arrojan que el crecimiento del PIB per cápita del periodo 2003-2009, a diferencia de los modelos espaciales, presenta signo positivo al nivel del 10% de significancia estadística. Esto implica que en los estados por sí mismos, el nivel de bienestar del presente es afectado por el nivel de vida del pasado. En el mismo sentido, el crecimiento de la actividad económica de todo el periodo muestral tiene una relación positiva con la tasa de crecimiento del PIB per cápita como se espera-

ba, de esta manera el crecimiento del PIB de los tres grandes sectores de la producción es inherente en el incremento del nivel de vida de las personas para cada estado.

Por otra parte, los resultados arrojan, considerando la heterogeneidad entre los estados, que el aumento de la población afectó negativamente el nivel de vida de las personas de manera significativa al 1% de significancia, dicho signo fue contrario al esperado. Sin embargo, si se pone atención a la misma variable, al no existir autocorrelación espacial, la divergencia que hay entre los mismos, por la existencia de una mayor brecha del ingreso por persona entre estados ricos y pobres, la desigualdad de recursos económicos, el exceso de oferta de trabajo, las bajas tasas de inversión en capital físico, la falta de efectos de derramas de tecnología (*spillovers*), la caída de los salarios y la disminución de la demanda agregada, es decir, por la dotación inicial de recursos diferenciada entre los estados, indica que el aumento de la población puede generar rendimientos decrecientes en los estados, lo que finalmente termina disminuyendo el PIB *per cápita*.

En resumen, los resultados concuerdan con los encontrados en particular con Juan-Ramón y Rivera-Bátiz (1996), Esquivel (1999, 2000), Germán-Soto (2005) y Rodríguez *et al.* (2016), al señalar que después de que los estados entraron a un modelo de liberalización del comercio y el auge de las exportaciones con un mayor peso en las actividades industriales como una forma de salida del subdesarrollo, que dejó atrás el modelo de industrialización por sustitución de importaciones, ha propiciado que los estados crezcan de manera independiente. Este proceso ha llevado a una mayor divergencia entre regiones ricas y pobres del país, lo cual es corroborado por la ausencia estadística de dependencia espacial entre los estados. Lo cual sugiere que al no haber ningún tipo de interdependencia entre los estados, la tasa de crecimiento del PIB por persona se debe más a factores heterogéneos propios de cada estado, que a la interrelación económica entre los mismos.

Conclusiones

El objetivo del trabajo fue analizar para los estados de México si existe dependencia espacial en el crecimiento del PIB *per cápita*. En particular, si durante el periodo 2003-2013 hay un proceso de convergencia del crecimiento del producto por persona entre los estados ricos y pobres y, de existir éste, los resultados se soportan con base en modelos de autocorrelación espacial.

La literatura ha predicho a nivel internacional, que los países ricos han convergido a una tasa alta desde el periodo de 1970, es decir, los países que en el periodo inicial se encontraban económicamente rezagados, han crecido de manera mucho más rápida que los países ricos que actualmente tienen niveles altos de ingreso por persona, ejemplo de ello son los países de la OCDE.

En el caso de México, se han realizado estudios donde estiman si las regiones del país han conducido a proceso de convergencia, y se ha evidenciado que el país ha transitado por lo menos por tres periodos de convergencia: durante el periodo de 1940-1970 la hubo, de 1970-1985 la tasa de convergencia disminuyó significativamen-

te, y de 1985 a 2001 las regiones entraron a un proceso de divergencias en el PIB *per cápita*. Esto muestra que los desequilibrios regionales en el país durante este periodo han sido la regla y no la convergencia. Y esto se debió al periodo liberalizador desde mitad de 1980, con la industrialización del país como motor de crecimiento en las exportaciones, lo cual ha originado que unos estados sigan anclados a actividades tradicionales y no tanto a actividades modernas que tienen que ver con la industrialización y la entrada a las cadenas de valor global, que algunos estados sí han podido sacar provecho como Nuevo León, la Ciudad de México y Jalisco, entre otros.

Las estimaciones que se hicieron para el modelo clásico de *sigma* y *beta convergencia* los resultados arrojan durante el periodo de la muestra, que no existe un proceso de convergencia significativo entre estados ricos y pobres en cuanto al crecimiento del producto *per cápita*, al contrario, la brecha entre ingresos ha venido aumentando entre las entidades federativas. Esto último se muestra en la gráfica 2 de dispersión una vez que se descartan observaciones atípicas que desestabilizan la estimación.

Con base en un modelo de regresión espacial, se trata de encontrar dependencia espacial que contraste al modelo clásico de *sigma* y *beta convergencia*, por medio de los modelos de retardos y errores espaciales y uno de MCO que no incluye efectos espaciales. En estos modelos se concluye, una vez que se hacen las pruebas de contraste de multiplicadores de *Lagrange*, que en efecto no hay presencia de dependencia espacial entre los estados del país que explique la existencia de autocorrelación espacial de efectos de *spillovers* entre los mismos, de manera que estos resultados refuerzan la ausencia de convergencia mediante MCO, y concuerda con los resultados de Germán-Soto (2005) y Rodríguez *et al.* (2016), de que después de la década de los ochenta el país ha tenido un proceso económico divergente.

En el modelo de MCO sin efectos espaciales se concluye que el crecimiento del producto inicial, el producto *per cápita* inicial y el incremento de la producción tienen efectos positivos y significativos en la tasa de crecimiento del PIB *per cápita*. Esto implica que los estados por sí mismos crecen en la medida que aumentan sus actividades económicas internas, pero no por efectos espaciales. Sin embargo, el crecimiento de la población reduce la tasa de crecimiento del PIB, consecuencia de los rendimientos decrecientes que pueda tener el aumento de la población cuando los recursos propios de cada estado permanecen constantes o incluso disminuyen.

En general, en este trabajo se concluye que al haber realizado dos modelos que no se excluyen: el de *sigma* y *beta-convergencia* y otro de regresión espacial, se muestra para México, durante el periodo de análisis, existe una ausencia de dependencia espacial, lo cual puede estar llevando a una mayor divergencia entre el aumento del ingreso por persona de los estados. Es por ello que implementar políticas económicas que contribuyan a la interrelación económica de alguna manera entre los estados, es importante para el crecimiento y convergencia entre los mismos.

Una limitante del estudio fue no haber incluido otras variables de control que son comunes a los estados, que no presenta el INEGI en la muestra, que pudieran explicar la escasa correspondencia entre los estados y variables de interés económicas que tienen que ver con el crecimiento de las regiones. Es por esto que incluir otras variables

comunes entre los estados que contribuyan a la explicación de la dependencia espacial entre las entidades federativas se podrá realizar en futuras investigaciones.

Referencias bibliográficas

- Barro, R. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2): 407-443.
- . (2016). Economic growth and convergence, applied especially to China. *NBER Working Paper Series*, núm. 28872, pp. 2-23.
- Barro, R., y Sala-i-Martin, X. (1991). Convergence across states and regions. *Brookings Papers on Economic Activity*, núm. 1, pp. 107-182.
- Blanchard, O. (2017). *Macroeconomía*. Pearson.
- Esquivel, G. (1999). Convergencia regional en México, 1940-1995. *Documento de Trabajo*, núm. 9, pp. 2-37.
- . (2000). *Geografía y desarrollo económico en México* (pp. 2-48). Banco Interamericano de Desarrollo.
- Germán-Soto, V. (2005). (Di)convergencia regional en México. *Noesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 15(27): 17-44.
- Juan-Ramón, V., y Rivera-Bátiz, L. (1996). Regional growth in México: 1970-93. *International Monetary Fund Working Paper*, pp. 2-22.
- Mankiw, G., Romer, D., y Weil, D. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, pp. 407-437.
- Moreno, R., y Vayá, E. (2002). Econometría espacial: Nuevas técnicas para el análisis regional. Una aplicación a las regiones europeas. *Investigaciones Regionales*, núm. 1, pp. 83-106.
- Nahar, S., e Inder, B. (1998). Testing convergence in economic growth for OECD countries. *Working Paper*, 14(98): 2-31.
- Parkin, M. (2009). *Economía*. Pearson.
- Pérez, J. (2006). Econometría espacial y ciencia regional. *Investigación Económica*, 65(258): 129-160.
- Rodríguez, D., et al. (2016). ¿Realmente existe convergencia regional en México? Un modelo de datos-panel TAR no lineal. *Economía, Sociedad y Territorio*, 16(50): 197-227.
- Ros, J. (2013). *Rethinking economic development, growth & institutions*. Oxford University Press.
- Sala-i-Martin, X. (1996). The classical approach to convergence analysis. *The Economic Journal*, 106(437): 1019-1036.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1): 65-94.