



Imagen tomada de: <<https://www.eleconomista.com.mx/arteseideas/Ciudad-de-Mexico-la-18a-mas-cara-del-mundo-pero-barata-para-comprar-casa-20200120-0091.html>>.



Imagen tomada de: <<https://www.forbes.com.mx/un-vistazo-a-la-pobreza-en-mexico-en-6-mapas/>>.

Hipótesis de convergencia absoluta en el caso de las entidades federativas de México, 2003-2016

Absolute convergence hypothesis in the case of the federative entities of Mexico, 2003-2016

Ricardo Alan Solorzano Mendoza

Universidad Autónoma Metropolitana (México)

Autor para correspondencia: alan_1193@hotmail.com

Eddy Lizarazu Alanez

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (México)

(Recibido: 17/02/2020. Aceptado para publicación: 03/09/2020)

DOI: 10.22201/fe.24484962e.2020.9.15.4

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo analizar la hipótesis de convergencia absoluta del ingreso de forma empírica y teórica, para ello se presenta como referente una recapitulación sobre la formalización del modelo de Solow, con él se pretende que se identifiquen las interrelaciones determinantes del estado estacionario, para posteriormente hacer una revisión teórica del fenómeno de convergencia con el objetivo de realizar una investigación empírica utilizando los datos del ingreso per cápita de las entidades federativas de México, lo anterior bajo el análisis descriptivo de la crisis económica de 2008. El artículo se desenvuelve sobre los tres aspectos anteriormente mencionados: la teoría económica sobre la predicción del fenómeno de convergencia, la teoría sobre el fenómeno en sí mismo y la evidencia empírica usando a la economía de México para el análisis.

Palabras clave: convergencia absoluta, crecimiento económico, modelo de Solow.

Clasificación JEL: C13, O41, O47.

ABSTRACT

The present investigation has the objective to analyze the hypothesis of absolute convergence of the per capita income in an empirical and theoretical form, for it is presented a recapitulation about the formalization of the Solow model, whit this is pretended to identify the interrelationships that determine the steady state, and whit this theoretical base is going to be realized an empirical investigation using the data of the per capita income of the entities of México in the context of the economic crisis of 2008. The methodology of the analysis consist in present the three aspects before mentioned: The economic theory on the prediction of the phenomenon of convergence, the theory about the phenomenon itself, and the empirical evidence using the economy of Mexico for the analysis.

Keywords: Absolute convergence, economic growth, Solow model.

JEL Classification: C13, O41, O47.

1. INTRODUCCIÓN

La hipótesis de convergencia del ingreso es un corolario del modelo de Solow (1956), ya que las interrelaciones determinantes del estado estacionario implican teóricamente el fenómeno de convergencia, en particular a lo referente a la tasa de crecimiento. En este aspecto, el trabajo que es una referencia para la investigación empírica estatal de México es Esquivel (1999), que llega a la conclusión de que efectivamente hay una disminución en la dispersión del ingreso para el periodo de 1940-1995. Sin embargo, esto no es un tema agotado, pues en la medida de mayor disponibilidad de datos se van generando nuevos análisis, por ejemplo, aquellos que no necesariamente tienen el interés analítico sobre la dinámica entre-estatal, y que pueden centrar su análisis al interior de un estado sin abandonar la base teórica del modelo de Solow, ejemplo de esto es Vergara, Martínez y Mejía (2010) que hacen un análisis regional del Estado de México.

Los aspectos más relevantes de la reflexión de este artículo son la teoría económica sobre el fenómeno de convergencia absoluta y la evidencia empírica para el caso de México. El problema de investigación se centra en contrastar si las conclusiones sobre la tasa de crecimiento a las que arriba el modelo de Solow son coherentes con la evidencia empírica emanada de las entidades federativas, por lo cual, la discusión analítica se basa en tres aspectos fundamentales: la teoría del crecimiento económico de Solow, la hipótesis de convergencia y, por último, el análisis empírico.

En términos de la teoría económica se hace una exposición de la formalización del modelo de Solow bajo los enfoques más utilizados en su enseñanza, que por lo general

incluyen una función de producción tipo Cobb-Douglas, la tasa de depreciación del capital, de ahorro y el crecimiento poblacional; asimismo, en este análisis se indica la consecuencia de introducir (o no) al progreso tecnológico como una variable explicativa, lo anterior se hace menester para entender que la hipótesis de convergencia absoluta es una implicación de la existencia de un estado estacionario, esta idea es el nexo que conecta la teoría del crecimiento con las especificaciones econométricas denominadas convergencia- β absoluta y convergencia- α , mismas con las que se puede identificar empíricamente la existencia de convergencia. Por último, en términos del análisis práctico, comprobamos si la base teórica del modelo de Solow es adecuada como enfoque para describir el proceso de convergencia regional.

2. LA TEORÍA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE SOLOW

Para entender el concepto de convergencia absoluta desde el enfoque de la teoría neoclásica necesariamente tiene que recurrirse a las modelizaciones subsecuentes al planteamiento original de Solow (1956), quien inicialmente publicó su modelo como una contestación teórica al modelo keynesiano de Harrod-Domar. Estas formalizaciones posteriores son esenciales, pues introdujeron la depreciación del capital en la ecuación de la evolución del producto y una función específica de producción. La especificación del modelo (de manera general¹) se muestra en el cuadro 1.

¹ Sin considerar el análisis en unidades efectivas de trabajo como lo hace Romer (2002).

CUADRO 1
CONFORMACIÓN GENERAL DE LA MODELIZACIÓN
SUBSECUENTE DEL MODELO DE SOLOW

Ecuación	Términos agregados	Términos per cápita*	Descripción
[01] Función de producción	$Y_t = K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$	$y_t = k_t^\alpha$	En términos agregados se cumple homogeneidad de grado uno y existen dos factores: capital (físico) y trabajo; cumple las condiciones Inada
[02] Igualdad del producto interno bruto y el gasto agregado	$Y_t = C_t + I_t$	$y_t = c_t + i_t$	No considera el gasto de gobierno ni las exportaciones netas**
[03] Consumo	$C_t = (1-s)Y_t$	$c_t = (1-s)y_t$	Los agentes siempre consumen una fracción constante de su renta
[04] Inversión neta	$\dot{K}_t = I_t - \delta K_t$	$\dot{k}_t = i_t - (n + \delta)k_t$	Es la resta de la inversión bruta y la depreciación del capital a una tasa constante δ
[05] Tasa de crecimiento del factor trabajo	$L_t = L_0 e^{nt}$	***	La tasa es una constante
Variables			
Plazo	Clasificación	Términos agregados	Términos per cápita*
Corto	Exógenas:	K_t, L_t	k_t
	Endógenas:	$Y_t, C_t, I_t, \dot{K}_t, \dot{L}_t$	$y_t, c_t, i_t, \dot{k}_t \neq 0$
Largo	Exógenas:	\dot{K}_t, \dot{L}_t	$\dot{k}_t = 0$
	Endógenas:	Y_t, C_t, I_t, K_t, L_t	y_t, c_t, i_t, k_t
Parámetros:		s, α, n, δ	

Notas:

* Sala-I-Martin hace el supuesto de que la población es idéntica a la cantidad de trabajadores.

** No es una limitante al modelo, ya que se busca analizar en el largo plazo el papel de la inversión, y en específico el papel de la acumulación de capital.

*** En el análisis per cápita puede considerarse el crecimiento de la población como un parámetro dado, es decir, no necesariamente debe representarse una ecuación estructural, esto es válido siempre que todas las variables ya estén representadas en términos per cápita, pero aun así puede describirse que el parámetro proviene de considerar $\dot{L}_t / L_t = n$.

Fuente: elaboración propia a partir de lo expuesto por Sala-I-Martin (2000).

Analizando en términos per cápita y sustituyendo [03] en [02] se obtiene que la inversión es igual a la tasa de ahorro por el nivel de producto, si se sustituye a [01] en esa igualdad se tendrá que $i_t = sk_t^\alpha$, misma expresión que al sustituir en [04] dará como resultado lo que se conoce como la ecuación fundamental del modelo de Solow, que en realidad es la inversión neta en términos del capital, que al dividirse entre este último, generará la ecuación de la tasa de crecimiento $(\dot{k}_t / k_t) = sk_t^{\alpha-1} - (n + \delta)$. Dados los rendimientos decrecientes del capital, conforme menor sea el nivel de este factor la tasa de crecimiento del mismo tenderá a ser infinita, en caso contrario, la tasa tenderá a ser ínfima (o incluso negativa). Asimismo, cuando se esté en el estado estacionario se cumple que $(\dot{k}_t / k_t) = 0$.

3. INTRODUCCIÓN DE LA TECNOLOGÍA AL MODELO DE SOLOW

La tecnología puede incluirse en la función de producción, generalmente asumiéndose que al igual que el factor trabajo tiene una tasa de crecimiento exponencial, es decir, $A_t = A_0 e^{gt}$, o bien puede ser simplemente incluida como una constante. Añadiéndose como una variable exógena en la ecuación [01] puede generarse un análisis en unidades efectivas de trabajo como lo hace Romer (2002), sin modificar en absoluto la esencia explicativa de las ecuaciones anteriormente especificadas, sólo considerando que la ecuación fundamental del modelo de Solow estaría conformada por $\dot{k}_t = sy_t - (n + \delta + g)k_t$.

Si la tecnología no es considerada, o solamente lo es como una constante, se puede comprobar que la tasa de crecimiento del producto per cápita en el estado estacionario sería nula, ya que de hecho esta tasa es

proporcional a la tasa de crecimiento del capital. En un análisis de unidades efectivas de trabajo y considerando a la tecnología como una variable exógena (con tasa de crecimiento exponencial) se obtiene que la tasa de crecimiento del capital y del producto en el estado estacionario sería la misma,² esto es, se obtiene que las tasas de crecimiento de ambos términos sería igual a g . En resumen, se incluya o no a la tecnología como una variable, se tendrá que la economía tenderá al estado estacionario k^* , estipulado en el punto en que se dé la igualdad entre los términos que componen la ecuación de la tasa del crecimiento del capital.

4. LA HIPÓTESIS DE CONVERGENCIA

Barro, Grilli y Febrero (1997, p. 336), al igual que Romer (2002) y Sala-I-Martin (2000), utilizan los términos de *economías pobres y ricas* para explicar la hipótesis de convergencia en el modelo de Solow, indicando que el proceso de convergencia radica en que las primeras “alcanzarían” a las segundas siempre que exista un estado estacionario común. Pero esta explicación es inexacta, porque en realidad puede que una economía pobre llegue antes al estado estacionario, y en ese caso debería indicarse que es la economía más rica la que alcanzase a una que inicialmente tuviera un menor nivel de capital y producto per cápita (denominada como economía pobre), aunque en ese caso debería comprobarse una tasa de crecimiento negativa por parte del país rico. Respecto a la hipótesis de convergencia, Barro, Grilli y Febrero (1997) concluyen que en el modelo de Solow este fenómeno es una “predicción

² Estas pueden calcularse a partir de la definición de dichas variables en términos de unidades efectivas de trabajo.

fundamental”. Por su parte, Sala-I-Martin (2000) hace referencia a que las economías verificarán convergencia absoluta si estas tienen un mismo estado estacionario, esto se aprecia en el siguiente extracto: “el modelo neoclásico que acabamos de esbozar sólo predice la existencia de una relación negativa entre la renta y las tasas de crecimiento, en el caso de que la única diferencia entre los países resida en sus stocks iniciales de capital” (Sala-I-Martin, 2000, p. 46), es decir, que si existen diferencias estructurales significativas, entonces se tendrá que el modelo no predice un mayor crecimiento para los países menos ricos. Sin embargo, el modelo predice convergencia condicional “en el sentido de que la tasa de crecimiento de una economía está directamente relacionada con la distancia a la que se sitúa de su estado estacionario” (Sala-I-Martin, 2000, p. 47).

En realidad, el fenómeno de convergencia bajo el enfoque del modelo de Solow consiste en que economías con un mismo estado estacionario (por consiguiente con una igual tasa de ahorro, de crecimiento de la población y de depreciación), pero con distintos valores iniciales de capital y, por tanto, de ingreso per cápita, igualarían sus respectivos niveles de estos últimos cuando lleguen al estado estacionario; lo anterior como consecuencia de la propia dinámica de la evolución del capital, esta última revelada por los componentes de su tasa de crecimiento (la inversión y la inversión de reposición).

En cuanto a la investigación teórica, se ha establecido un cierto consenso de llamar convergencia absoluta (en contraposición a la hipótesis de convergencia condicional) cuando se verifica la igualación del ingreso sin necesidad de tomar en cuenta el grado de similitud que exista entre las economías estudiadas. Para el análisis empírico,

la convergencia absoluta hace referencia a que existe un único intercepto en una regresión cuya variable dependiente sea la tasa de crecimiento y la independiente sea su rezago o el nivel de ingreso en su periodo inicial,³ y que cumpla que el parámetro asociado a esta regresión sea negativo.

Como lo hacen notar Durlauf y Johnson (2018, p. 2247), la convergencia condicional es aquella que se verifica cuando se toman en cuenta las características estructurales de las economías, ya que estas pudieran tener una diferencia estadísticamente significativa en alguno de los determinantes de la tasa de crecimiento en su dinámica de transición al largo plazo, pero que al tomar en cuenta esas características estructurales pudiera encontrarse evidencia estocástica para determinar la existencia de convergencia.

Lo anterior puede generalizarse siguiendo a Romer (2002), pues explica que para la comprobación de convergencia sólo es necesario que los países con niveles superiores de renta en su nivel inicial expongan un menor crecimiento económico durante el periodo de estudio. Aunque como se expondrá más adelante, esto debe confirmarse con un análisis de la dispersión del ingreso.

5. ESPECIFICACIONES EMPÍRICAS

5.1. Convergencia β absoluta

Para identificar la existencia del fenómeno de convergencia econométricamente se busca mostrar una relación significativa de que “economías con un menor nivel de ingreso crecerán más rápido que aquellas con un nivel de ingreso más alto” (Durlauf y Johnson,

³ Dependiendo si se parte de un análisis de corte transversal o de datos panel.

2018, p. 2247). Si la hipótesis de convergencia resulta ser cierta, entonces se habrá hallado evidencia de que en el largo plazo las brechas en el ingreso se van a eliminar. Lo anterior teóricamente será en virtud de que sólo existe un nivel de ingreso que es compatible con el estado estacionario en común.

En términos de variables discretas se puede plantear una regresión para investigación empírica, ésta se presenta de la siguiente manera (véase el cuadro 2):

$$\text{Log}\left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,0}}\right) = \alpha + \beta(\text{Log}(y_{i,0})) + u_i \quad [1]$$

Si se encuentra significativo el parámetro β y este es negativo, entonces ello quiere decir que existe convergencia absoluta, ya que esto indica que hay una relación inversa entre el crecimiento per cápita del ingreso y su nivel inicial. Por la especificación, el parámetro $\beta = \partial \text{Log}(y_{i,t} / y_{i,0}) / \partial \text{Log}(y_{i,0})$ se interpreta en puntos porcentuales y se define como “la tasa instantánea de convergencia al estado estacionario” (Esquivel, 1999, p. 742).

El término de error estocástico juega un papel muy preponderante, ya que de manera previa al análisis del coeficiente de conver-

gencia debe verificarse la distribución normal de este término, esto es así para que se pueda sustentar la significancia estadística del parámetro β , ya que si no se cumple este supuesto de normalidad, entonces la prueba convencional del estadístico t no será válida.

5.2. Convergencia σ

Quah (1993) demostró que la existencia de una relación inversa entre la tasa de crecimiento y su nivel inicial era “una condición necesaria pero no suficiente para generar reducción en la dispersión del ingreso per cápita, que es, en último término, a lo que se refiere la hipótesis de la convergencia absoluta (...). Para incorporar la crítica de Quah en el análisis Barro y Sala-I-Martin acuñaron (...) [el término] convergencia σ para referirse a la reducción en la dispersión del ingreso per cápita” (Esquivel, 1999, p. 728).

En general “entre un grupo de entes territoriales existe una tendencia a la convergencia tipo σ si la dispersión del PIB [producto interno bruto] per cápita entre los mismos tiende a reducirse en el tiempo. Esta dispersión suele medirse mediante la desviación estándar” (Claure y Martínez, 2016, p. 29), por lo que para hacer un análisis econométrico

CUADRO 2
VARIABLES Y PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN

VARIABLES OBSERVADAS	$\text{Log}\left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,0}}\right)$	Tasa de crecimiento del ingreso per cápita de la economía i para un periodo de tiempo especificado
	$\text{Log}(y_{i,0})$	Logaritmo del ingreso per cápita de la economía i en el periodo inicial de análisis
PARÁMETROS A ESTIMAR	α	Intercepto de la regresión; “que agrupa las variables determinantes del estado estacionario”: g, s, n, δ
	β	Coefficiente de convergencia
	u_i	Término estocástico de error

Fuente: elaboración propia a partir de Durlauf y Johnson (2018).

de la existencia de este tipo de convergencia se debe estimar la siguiente regresión (véase el cuadro 3):

$$\sigma_t = \alpha + \gamma t + \varepsilon_t \quad [2]$$

Para verificar convergencia σ es necesario comprobar la presencia de una reducción progresiva del ingreso conforme avanzan los periodos, esto es, que matemáticamente debe cumplirse que $\sigma_t < \sigma_{t-1}$. En este caso será necesario que el término de tendencia determinística de la regresión sea negativo, $\gamma < 0$, y también debe confirmarse que este sea un parámetro estadísticamente significativo.

6. TRABAJOS EMPÍRICOS DE CONVERGENCIA ESTATAL

En la actualidad existen una gran variedad de trabajos sobre convergencia, en muchos de ellos el análisis de esta hipótesis se hace considerando datos de distintos países, de hecho, como se aprecia en los textos de Mankiw (2000), Romer (2002), Barro y Martin-I-Sala (2004) y otros autores importantes presentan sus explicaciones utilizando los términos de “países”, sin embargo, como es fácil de deducir, el análisis de convergencia no está

solamente limitado a un carácter estrictamente internacional.

Por su importancia, cabe mencionar el texto de Barro *et al.* (1991) que toma en consideración el análisis no entre países sino directamente entre estados de diferentes regiones de Estados Unidos. Es a partir de las estimaciones realizadas que estos autores concluyen que para el caso de este país no se encontraron variaciones importantes del estado estacionario entre las economías, incluso hacen referencia a que estas variaciones pudieran ser más significativas en el caso de países con características similares, como lo son “una muestra de 98 países de la OCDE [Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos]” (Barro *et al.*, 1991, p. 112), que paradójicamente en otros textos, al tomar a países estructuralmente análogos, es cuando más evidencia se ha encontrado de convergencia absoluta, misma que implicaría que las economías examinadas no deberían mostrar diferencias en el estado estacionario.

Un trabajo pionero de investigación empírica estatal para el caso de México es el de Esquivel (1999); no obstante, por la falta de datos oficiales, en el conjunto de las observaciones se realizaron suposiciones con trascendentes repercusiones para las conclusio-

CUADRO 3
VARIABLES Y PARÁMETROS DE LA REGRESIÓN

Variables observadas	$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\text{Log}(y_{i,t}) - \mu_t)^2}$	Corresponde al cálculo de la desviación estándar del logaritmo del ingreso per cápita de las economías consideradas en cada uno de los periodos de análisis
	t	Corresponde al número del periodo
Parámetros a estimar	α	Intercepto de la regresión
	γ	Componente del término de tendencia determinística
	ε_t	Término de error estocástico

Fuente: elaboración propia con información de Garza (2006).

nes, como la de mantener el supuesto de que “la producción estatal permaneció constante entre 1988 y 1990” (Esquivel, 1999, p. 11). De este mismo problema adolecen varios trabajos de convergencia sobre México, como es el caso de Camberos y Bracamontes (2016), quienes exponen un periodo de análisis muy amplio (de 1940 a 2013) pero sus datos están basados en estimaciones emanadas del uso de la técnica Cochrane Orcutt del trabajo de German (2005), lo que intrínsecamente habrá generado pérdida de información.

Entre los trabajos más actuales destacan aquellos que utilizan una metodología de datos panel, particularmente los referidos a las regresiones de mínimos cuadrados generalizados con variables instrumentales, lo anterior habitualmente en un marco dinámico como los especificados por Arellano y Bond (1991), Arellano y Bover (1995), Blundell y Bond (2000); sin embargo, estos modelos pueden tener sesgo, como lo demostró de forma general Cermeño (1998) o como también se muestra de manera particular en un análisis de convergencia estatal de México en Cermeño (2001). Estos modelos tienen además el inconveniente de considerar la existencia de los llamados efectos inobservados, de los cuales sólo se puede especular su existencia o, en su caso, su condición estocástica o determinística, que a su vez, de acuerdo con la concepción econométrica de Durlauf y Johnson (2018), implicaría un análisis de convergencia condicional.

Cabe mencionar que se pueden hallar más tipos de estudios empíricos sobre la convergencia, ejemplos de ello son los análisis de distribuciones estocásticas como en Johnson (2000), Guillen (2013) o en Rodríguez, Trejo y Mendoza (2016), que consideran a la convergencia como un proceso estocástico. No obstante, cabría recalcar que, por lo general, estos análisis tienen el limitante de que son

puramente empíricos o no son emanados de la teoría propia del modelo de Solow, situación que no es el caso del análisis de las regresiones [1] y [2], considerando a [1] como condición necesaria para [2], como previamente se había explicado.

7. ESTUDIO DE CONVERGENCIA ESTATAL EN MÉXICO

Para la estimación correspondiente al presente trabajo se ha utilizado un marco temporal de trece años que componen el periodo de 2003 a 2016, principalmente para observar *grossa modo* si hay un cambio importante en la distribución del ingreso a partir de la crisis económica de 2008, excluyendo del análisis los años 2017 y 2018; el primero por el reacomodo financiero y productivo que se ocasionó en México por el inicio de la administración de Donald Trump, y el segundo por la efervescencia política provocada por las elecciones más grandes (en magnitud) en la historia de México.

El ingreso per cápita de cada entidad se obtuvo a partir de dividir el PIB de cada entidad (a pesos constantes de 2013⁴ entre la población estatal estimada a una tasa constante de crecimiento anual, la cual se calculó mediante la información disponible del *Censo de Población y Vivienda* del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el que por disponibilidad de datos necesariamente se tuvo que hacer el supuesto de un crecimiento poblacional constante durante todo el periodo de análisis. Cabe hacer notar que el siguiente análisis se encuentra en términos per cápita (al menos que se indique lo contrario).

.....
⁴ Que se encuentra disponible en el *Banco de Información Económica* del INEGI.

7.1. Ingreso per cápita de las entidades federativas y su dispersión

A pesar de que se tiene constancia de una tendencia creciente del promedio nacional del ingreso en los primeros años del estudio (2003-2007), éste no superó los \$160 200 anuales en todo el periodo, registrándose el nivel más alto del mismo en 2006 y posteriormente tener una caída importante, entrando en su descenso más pronunciado a partir de la crisis de 2008,

para después iniciar una recuperación anual paulatina pero sin llegar a su nivel anterior, ya que de 2012 a 2016 el ingreso promedio nacional se situó alrededor de los \$150 000 anuales (véase la gráfica 1).

Sólo Baja California, Campeche, Coahuila, Ciudad de México, Nuevo León, Sonora y Tabasco fueron las entidades que superaron consecutivamente cada año el promedio nacional del ingreso.

Cabría hacer especial mención al caso de Campeche, que alcanzó el primer lugar (aunque de forma decreciente) con un promedio del ingreso de \$1 032 208⁵ anuales para todo

GRÁFICA 1
PROMEDIO NACIONAL DEL INGRESO PER CÁPITA, 2003-2016



Fuente: elaboración propia.

el periodo, seguido por la Ciudad de México con un promedio de \$282 797 y de Nuevo León con \$221 895. Por su parte, Querétaro superó el promedio nacional anual de 2007 a 2016, mientras que Quintana Roo lo hizo durante el mismo periodo pero no de forma consecutiva, es decir, exceptuando 2012, ya que el promedio nacional de ese año fue de \$149 837, mientras que Quintana Roo alcanzó los \$149 755 pesos.

Los tres estados con el menor nivel de ingreso promedio fueron Chiapas, Guerrero y Oaxaca. En el caso de Chiapas, aunque no siempre tuvo un nivel más bajo de forma consecutiva, en comparación con los otros dos estados, fue el de menor promedio anual para todo el periodo con \$56 044, seguido por Oaxaca con un promedio de \$60 928 y Guerrero con \$62 263.

Respecto a la dispersión del ingreso estatal, calculada para cada año mediante la desviación estándar del logaritmo del ingreso, se pueden identificar dos etapas:

- la primera abarcó de 2003 a 2006, se caracterizó porque la dispersión del logaritmo

⁵ Este dato es consistente con lo encontrado por Esquivel (1999), ya que en el análisis que presenta hace notar que los datos correspondientes a Campeche y Tabasco se han de tratar como "observaciones irregulares", pues parecen tener un crecimiento del ingreso per cápita "excesivo"; y enfatiza en que "este comportamiento se explica en gran medida por la manera en que se ha contabilizado la producción petrolera (...) a esto debe agregarse el efecto económico de los vaivenes de los precios del petróleo que sin duda también han afectado la producción y el ingreso de los estados petroleros" (p. 737).

del ingreso se mantuvo prácticamente constante, y

- la segunda a partir de 2006, donde se observa que anualmente se fue reduciendo dicha dispersión.

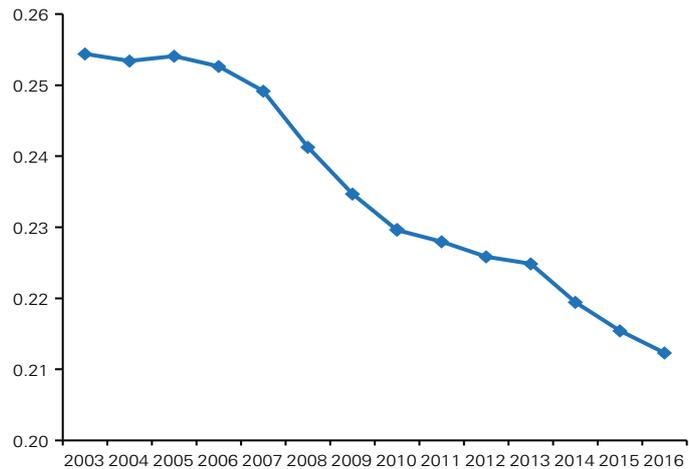
A partir de 2008 ha habido un decrecimiento de forma continua y acelerada en comparación a los primeros años, lo que indica que hay evidencia de convergencia σ , pero para formalizar lo anterior se tendrá que estimar la regresión correspondiente y verificar que el componente de la tendencia determinística sea estadísticamente significativo (véase la gráfica 2).

7.2. Tasa de crecimiento per cápita de las entidades federativas

Las cinco entidades que registraron la tasa de crecimiento más elevada para el mismo periodo fueron (de mayor a menor) Zacatecas, Ciudad de México, Aguascalientes, San Luis Potosí y Chihuahua, con una tasa promedio del 12%. Por su parte, Tamaulipas fue el estado con la tasa de crecimiento positiva más baja para el periodo considerado, con un porcentaje muy cercano a cero (0.07%).

Sin embargo, existen entidades federativas con tasas de crecimiento negativas: Baja California, Campeche, Tlaxcala y Chiapas. De nuevo cabe hacer especial mención del caso de Campeche, dado que este representa una observación atípica, esto es así porque el promedio de las otras entidades con tasas de crecimiento negativas del ingreso es de -2.45% ; Campeche, por su parte, llega a presentar una tasa de -33.75% . Es de señalar que, en una primera instancia, el caso de Campeche es consistente con la teoría del crecimiento

GRÁFICA 2
DISPERSIÓN DEL INGRESO PER CÁPITA ESTATAL



Fuente: elaboración propia.

económico que expone el modelo de Solow, ya que al ser una entidad federativa con un nivel inicial muy elevado de ingreso puede esperarse una tasa de crecimiento no sólo baja, sino incluso (como es el caso de esta entidad) negativa, esto sucederá mientras dicha economía se desplaza hacia su estado estacionario. En la gráfica 3 puede apreciarse lo elevado que se encuentra su nivel inicial respecto de las demás entidades federativas.

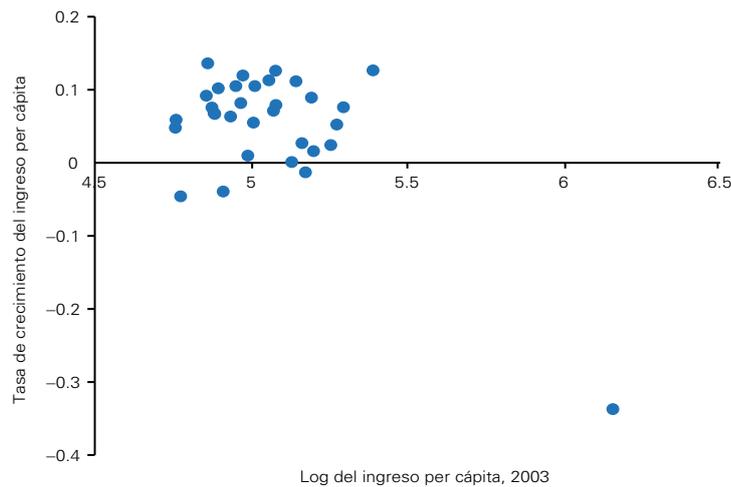
8. EVIDENCIA EMPÍRICA

8.1. Convergencia β absoluta

La regresión [1] con los datos de las entidades federativas presentó problemas de heterocedasticidad y autocorrelación, por lo que fue necesario utilizar mínimos cuadrados ordinarios (MCO) con un coeficiente consistente con heterocedasticidad y autocorrelación de Newey-West.⁶

⁶ El método de Newey-West consiste en modificar la matriz de varianzas-covarianzas de los coeficientes estimados mediante el método de MCO, utilizando

GRÁFICA 3
TASA DE CRECIMIENTO DEL INGRESO PER CÁPITA ESTATAL, 2003-2016



Fuente: elaboración propia.

CUADRO 4
EVIDENCIA EMPÍRICA DE CONVERGENCIA β
ESTIMACIÓN DE CONVERGENCIA ABSOLUTA PARA LAS ENTIDADES FEDERATIVAS DE MÉXICO
(Variable dependiente: tasa de crecimiento del ingreso por entidad, 2003-2016)

Parámetro	Coefficiente	Estadístico t (valor probabilístico)	R_a^2	Estadístico Jarque-Bera (valor probabilístico)
α	1.095397	0.0313	0.3700	0.26028
β	-0.206172	0.0417		

Fuente: elaboración propia con datos del *Banco de Información Económica* y del *Censo de Población y Vivienda* de INEGI.

Como puede apreciarse en el cuadro 4, a partir de los resultados obtenidos el valor probabilístico del estadístico Jarque-Bera indica que no se rechaza la hipótesis nula de distribución normal de los residuales, por lo que se puede aplicar la prueba convencional del estadístico t sobre el parámetro β .

En virtud de que el coeficiente β es negativo y es estadísticamente significativo con un intervalo de confianza del 95%, empíri-

una matriz de varianzas-covarianzas estimada de las perturbaciones estocásticas con factores de ponderación. Por lo anterior, no cambian los valores de los parámetros estimados, pero habrá cambios respecto de su significancia estadística.

camente se ha encontrado que existe una relación negativa entre la tasa de crecimiento del ingreso del periodo y su nivel inicial en 2003, por lo que se puede afirmar que hay evidencia estadística sobre convergencia absoluta entre las entidades federativas de México. Es decir, que sin considerar de manera explícita el grado de similitud entre las características estructurales de las entidades, de acuerdo con la teoría el modelo de Solow, hay un solo estado estacionario para todas las economías estudiadas y, por tanto, un solo nivel de ingreso compatible con el estado estacionario, por lo que el ingreso de las mismas convergerá en el largo plazo,

aunque esto debe confirmarse formalmente mediante el análisis de convergencia σ .

8.2. Convergencia σ

Ya que se ha encontrado evidencia estadística de convergencia β absoluta, entonces se procede a realizar una estimación usando MCO con el fin de comprobar si existe evidencia de la reducción de la dispersión del ingreso entre las entidades federativas de México. El cuadro 5 muestra los resultados obtenidos de la regresión [2] por MCO utilizando la técnica de Newey-West.

El estadístico Jarque-Bera indicada que no se rechaza la hipótesis nula y, por tanto, que hay evidencia de que los residuales siguen una distribución normal; por su parte, el estadístico R_a^2 indica un buen ajuste de la recta de regresión respecto de los datos.

Con los resultados que se presentan se confirma la significancia estadística del componente del término de tendencia determinística y, además, al ser negativo dicho parámetro muestra que la dispersión del ingreso efectivamente se ha ido reduciendo conforme han venido avanzando los periodos, o bien, expresado en otros términos, se comprueba que existe evidencia de convergencia desde el punto de vista de la dispersión del ingreso.

9. CONCLUSIONES

En el aspecto teórico se revisó la importancia de la ecuación de la tasa de crecimiento del capital, ya que sus componentes juegan un papel esencial en la explicación. De forma general, si no existiera un estado estacionario al cual se desplazan las economías, se implicaría que no existe un nivel de ingreso único y, por el contrario, si se establece que hay uno solo para varias, entonces teóricamente se está formalizando el fenómeno de convergencia, ya que en el largo plazo se igualará el nivel de ingreso entre ellas.

La investigación no tenía únicamente un propósito teórico, así que se procedió a explicar el nexo entre el modelo de Solow y el estudio econométrico, planteando una forma sencilla de comprobar el fenómeno sin incluir particularidades como lo requeriría el análisis de convergencia condicional. Asimismo, se prestó especial énfasis a la crítica de Quah (1993) de considerar a la convergencia β absoluta como una condición necesaria pero no suficiente.

Para el análisis empírico se utilizaron datos de las entidades federativas de México para el periodo 2003-2016, en los cuales puede observarse que hubo una caída importante en el promedio nacional del ingreso

CUADRO 5
EVIDENCIA EMPÍRICA DE CONVERGENCIA σ
ESTIMACIÓN DE LA TENDENCIA DE DISPERSIÓN PARA LAS ENTIDADES FEDERATIVAS DE MÉXICO
(Variable dependiente: desviación estándar del logaritmo del ingreso de entidad)

Parámetro	Coficiente	Estadístico t (valor probabilístico)	R_a^2	Estadístico Jarque-Bera (valor probabilístico)
α	0.262275	0.0000	0.9627	0.78624
t	-0.003588	0.0000		

Fuente: elaboración propia con datos de *Banco de Información Económica* y del *Censo de Población y Vivienda* de INEGI.

per cápita a partir de la crisis de 2008. De igual forma, se identificaron dos etapas de la dispersión del ingreso estatal, una que abarca de 2003 a 2006, en la que dispersión del logaritmo del ingreso se mantuvo prácticamente constante, y la segunda a partir de 2006, en la que dicha dispersión se fue reduciendo.

Las entidades federativas que registraron la tasa de crecimiento más elevada fueron Zacatecas, Ciudad de México, Aguascalientes, San Luis Potosí y Chihuahua. Pero también se registraron entidades federativas con tasas de crecimiento negativas: Baja California, Campeche, Tlaxcala y Chiapas. No puede dejar de mencionarse que el estado de Campeche representa una observación atípica, sin embargo, no hay razón teórica económica *a priori* para que sea excluida como parte de la regresión, en todo caso, en una investigación futura cabría hacer una reflexión más profunda en términos de la métrica petrolera como sostiene Esquivel (1999). Aun así, el caso de Campeche es consistente con la teoría del modelo de Solow, ya que se encontró que dicha entidad poseía un nivel inicial muy elevado de ingreso per cápita y que tenía una tasa de crecimiento negativa para el periodo estudiado.

Posteriormente se procedieron a estimar dos especificaciones, las denominadas regresiones de convergencia β absoluta y σ , una que analiza la relación entre la tasa de crecimiento del ingreso y el ingreso en el momento inicial, y otra que se enfocaba en analizar la dispersión del ingreso. En ambos casos se destacaron los dos estadísticos más importantes para el análisis de convergencia: el estadístico Jarque-Bera y el estadístico t , que según los resultados obtenidos en ambas regresiones, las primeras indicaron que se podían realizar las pruebas convencionales t sobre los parámetros y que los estimadores son estadísticamente significativos.

Considerando las limitaciones inherentes del número de datos, la conclusión empírica es que puede afirmarse que existe evidencia de que se cumple la predicción que hace el modelo de Solow en cuanto a la hipótesis de convergencia absoluta, ya que los resultados de las regresiones muestran dos cosas importantes: que existe una relación negativa entre el nivel inicial del ingreso y su tasa de crecimiento, y que la dispersión del mismo se reduce conforme aumentan los periodos analizados. Ambos resultados son consistentes con la existencia de un solo nivel de ingreso per cápita en el estado estacionario. 

REFERENCIAS

- Arellano M. y Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), pp. 277-297. <http://dx.doi.org/10.2307/2297968>
- Arellano, M. y Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of econometrics*, 68(1), pp. 29-51. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01642-D](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(94)01642-D)
- Barro, R.J. y Martin-I-Sala, X., Blanchard, J. y Hall, R.E. (1991). *Convergence across states and regions*. *Broking Papers on Economic Activity*, 1991(1), pp. 107-182. <http://dx.doi.org/10.2307/2534639>
- Barro, R., Martin-I-Sala, X. (2004). *Economic Growth*. Cambridge, MA: The MIT.

- Barro, R., Grilli, V. y Febrero, R. (1997). *Macroeconomía: Teoría y política*. Madrid: McGraw-Hill.
- Blundell, R. y Bond, S. (2000). GMM estimation with persistent panel data: an application to production functions. *Econometric Reviews*, 19(3), pp. 321-340. <http://dx.doi.org/10.1080/07474930008800475>
- Camberos, M. y Bracamontes, J. (2016). Is the economic convergence of the Mexican States possible? Estimates for the 1940-2013 period. *Journal of Reviews on Global Economics*, 5, pp. 48-58.
- Cermeño, R. (1998). *Performance of various estimators in dynamic panel data models* [Documento de trabajo CIDE no. 103]. Centro de Investigación y Docencia Económicas, México.
- Cermeño, R. (2001). Decrecimiento y convergencia de los estados mexicanos: un análisis de panel. *El Trimestre Económico*, 68(272), pp. 603-629.
- Claure, B. y Martínez, R. (2016). Sigma convergencia, convergencia beta y condicional en Bolivia, 1990-2011. Una aproximación espacial y de datos de panel. *Economía Coyuntural*, 1(1), pp. 24-58.
- Durlauf S.N. y Johnson, P.A. (2018). Convergence. En: *The New Palgrave Dictionary of Economics* (pp. 2247-2252). Londres: Palgrave/Macmillan. http://dx.doi.org/10.1057/978-1-349-95189-5_2376
- Esquivel, G. (1999). Convergencia regional en México, 1940-1995. *El Trimestre Económico*, 66(264), pp. 725-762.
- Garza, M. (2006). La convergencia regional en España y las causas de convergencia del PIB per cápita en Cataluña. *Ensayos*, 25(2), pp. 57-80.
- German-Soto, V. (2005). Generación del producto interno bruto mexicano por entidad federativa, 1940-1992. *El Trimestre Económico*, 72(287), pp. 617-653.
- Guillen, L. (2013). Crecimiento y convergencia económica: una revisión para Colombia. *Revista Dimensión Empresarial*, 11(1), pp. 61-76.
- Johnson, P.A. (2000). A nonparametric analysis of income convergence across the US States. *Economics Letters*, 69(2), pp. 219-223. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-1765\(00\)00299-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-1765(00)00299-8)
- Mankiw, G. (2000). *Macroeconomía*. Barcelona: Antoni Bosch.
- Martin-I-Sala, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. Barcelona: Antoni Bosch.
- Quah, D. (1993). Galton's fallacy and tests of the convergence hypothesis. *The Scandinavian Journal of Economics*, 95(4), pp. 427-443.
- Rodríguez D., Trejo, J. y Mendoza, J. (2016). Pair-wise approach to test the regional convergence hypothesis in Mexico. *Journal of Reviews on Global Economics*, 5, pp. 59-68.
- Romer, D. (2002). *Macroeconomía avanzada*. Madrid: McGraw-Hill.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), pp. 65-84. <http://dx.doi.org/10.2307/1884513>
- Vergara, R., Martínez, A. y Mejía, J. (2010). Crecimiento económico y convergencia regional en el Estado de México. *Paradigma Económico*, 1, pp. 53-88.

ANEXO

INGRESO PER CÁPITA POR ENTIDAD FEDERATIVA, 2003-2016

Entidad federativa	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	119 897	122 385	122 543	127 632	135 782	133 303	123 666
Baja California	149 559	154 632	154 569	158 958	157 116	152 086	132 345
Baja California Sur	158 728	163 416	168 158	173 012	188 360	185 576	177 134
Campeche	1 439 228	1 430 588	1 377 929	1 322 459	1 214 104	1 091 929	966 037
Coahuila de Zaragoza	180 044	181 943	182 586	187 798	192 142	187 922	156 068
Colima	118 213	116 192	114 885	119 886	125 835	125 848	119 661
Chiapas	59 569	56 087	55 406	56 139	55 931	56 064	54 607
Chihuahua	114 242	118 087	120 691	128 706	131 860	132 266	119 038
Ciudad de México	245 778	255 890	258 739	271 338	274 430	278 411	267 671
Durango	101 837	103 743	100 779	103 040	103 287	103 948	101 075
Guanajuato	89 531	90 618	89 883	92 911	93 534	94 717	89 234
Guerrero	57 651	60 179	60 430	61 179	62 219	62 650	59 955
Hidalgo	76 192	79 867	77 871	78 661	79 763	81 151	74 689
Jalisco	120 184	122 002	123 534	128 027	129 973	128 790	120 198
México	76 590	77 300	77 981	80 428	81 590	81 312	76 149
Michoacán de Ocampo	71 963	72 922	73 487	76 279	77 458	78 276	73 499
Morelos	97 638	97 368	103 021	99 815	99 165	98 052	95 997
Nayarit	78 718	88 394	90 343	90 733	88 776	93 629	87 176
Nuevo León	197 831	205 129	209 622	219 858	228 805	227 930	208 739
Oaxaca	57 271	58 876	59 095	59 695	59 584	60 819	59 647
Puebla	75 009	75 913	79 046	81 493	83 792	83 272	75 820
Querétaro	139 554	146 055	151 863	157 113	160 825	160 519	151 828
Quintana Roo	145 529	151 909	151 986	155 317	164 840	166 423	146 010
San Luis Potosí	94 168	98 541	101 401	104 843	105 891	106 916	100 121
Sinaloa	103 013	108 367	107 823	110 346	113 346	116 318	110 457
Sonora	156 067	161 179	166 650	173 626	172 766	170 145	156 981
Tabasco	188 406	193 342	204 614	212 776	213 345	219 544	225 302
Tamaulipas	135 089	139 077	145 505	147 328	149 460	153 042	136 865
Tlaxcala	81 570	86 274	74 704	71 978	71 611	73 985	71 243
Veracruz de Ignacio de la Llave	86 160	89 502	89 297	93 257	95 158	94 029	91 058
Yucatán	92 770	95 418	98 240	101 306	102 741	102 086	98 444
Zacatecas	72 779	75 107	74 384	78 165	80 057	86 435	88 401

INGRESO PER CÁPITA POR ENTIDAD FEDERATIVA, 2003-2016 (continuación)

Entidad federativa	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Aguascalientes	128 444	131 111	135 241	136 237	147 217	149 288	160 210
Baja California	135 706	136 398	137 824	137 389	136 420	142 381	145 024
Baja California Sur	173 708	172 886	169 809	159 816	153 234	166 623	164 613
Campeche	916 745	868 062	839 281	832 023	779 279	711 719	661 529
Coahuila de Zaragoza	178 269	186 992	192 924	185 591	191 654	190 925	190 386
Colima	126 034	132 754	134 215	133 087	133 961	133 869	139 181
Chiapas	56 496	57 097	57 016	55 131	56 768	54 750	53 556
Chihuahua	122 648	124 109	131 871	135 298	136 792	143 175	148 176
Ciudad de México	276 453	285 466	295 912	299 463	304 965	315 992	328 656
Durango	103 659	106 689	109 382	111 690	112 980	112 471	115 561
Guanajuato	94 264	98 302	100 732	103 214	106 063	111 110	113 966
Guerrero	62 527	62 688	63 146	62 743	65 046	65 271	65 996
Hidalgo	77 412	79 111	80 714	82 222	83 972	87 149	89 114
Jalisco	125 889	127 728	131 379	132 442	136 032	139 750	144 119
México	80 840	83 335	85 734	86 066	87 314	88 058	89 325
Michoacán de Ocampo	75 790	78 206	79 500	80 471	85 034	86 155	88 867
Morelos	98 459	96 985	96 269	98 458	98 233	98 154	99 858
Nayarit	90 127	91 300	89 894	90 905	94 287	97 513	99 492
Nuevo León	220 306	225 487	230 259	228 110	231 106	237 835	235 518
Oaxaca	59 992	61 181	61 788	62 660	63 307	65 164	63 915
Puebla	81 312	84 258	88 376	86 411	86 127	87 472	89 218
Querétaro	157 228	164 573	165 184	161 743	170 169	177 336	180 288
Quintana Roo	147 218	149 119	149 755	150 030	149 285	150 474	154 844
San Luis Potosí	104 195	108 517	112 318	114 967	116 394	120 423	123 941
Sinaloa	112 963	114 171	117 238	117 596	119 059	125 184	131 112
Sonora	162 068	173 881	179 566	181 424	181 192	184 216	191 558
Tabasco	234 527	241 479	243 605	235 132	235 049	229 583	212 411
Tamaulipas	137 129	137 369	137 871	137 522	136 699	137 761	135 305
Tlaxcala	75 910	72 115	73 918	70 667	71 547	74 905	74 514
Veracruz de Ignacio de la Llave	93 959	96 728	99 976	99 178	99 375	100 010	99 655
Yucatán	100 303	102 054	106 226	105 018	106 796	109 348	111 991
Zacatecas	97 091	96 256	97 867	95 709	101 380	101 787	99 548

Fuente: elaboración propia con datos del *Banco de Información Económica* sobre el PIB estatal a pesos constantes de 2013 y del *Censo de Población y Vivienda 2005 y 2010* del INEGI (en todos los casos se supuso una tasa de crecimiento de población anual constante con base en los datos de los años anteriormente referidos).

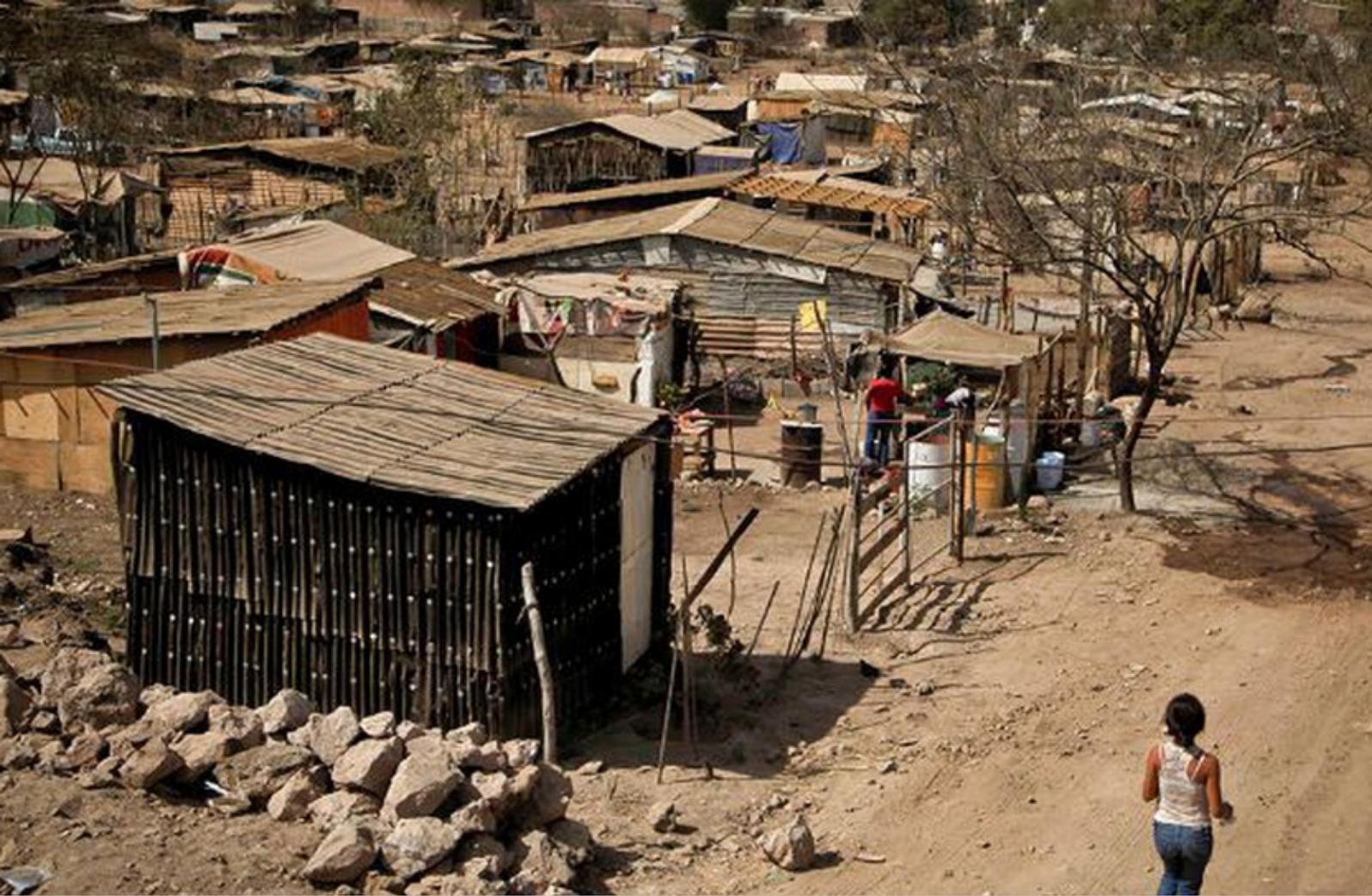


Imagen tomada de: <<https://www.milenio.com/estados/mas-pobreza-en-4-estados-que-elegiran-gobernador>>.



Imagen tomada de: <<https://www.liderempresarial.com/guadalajara-uno-de-los-mejores-destinos-para-emprender-en-latinoamerica/>>.