



**El Colegio
de la Frontera
Norte**

Convergencia económica en la región transfronteriza México –
Estados Unidos: un análisis poscrisis 2010-2019.

Tesis presentada por

Brenda Luciel Méndez Romero

Para obtener el grado de

MAESTRA EN ECONOMÍA APLICADA

Tijuana, B.C., México

2022

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Director de tesis: Dr. Jorge Eduardo Mendoza Cota.

Aprobada por el jurado examinador:

1. Dr. Alejandro Díaz Bautista, lector interno.
2. Dr. James Bryan Gerber, lector externo.

Al Señor mi Dios por su inmenso amor;

A José, María, Aarón y David que me aman y confían en mí;

A todas las personas que me inspiran;

Y a mí por llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTOS

A largo de mi camino han sido muchos los factores y personas que me han permitido alcanzar este nuevo logro en mi vida, pero quisiera empezar agradeciendo a Dios que me ha acompañado todos los días de mi vida y me ha rodeado de personas maravillosas, tales como mis padres, hermanos, familiares y amigos quienes me han apoyado, amado y confiado en mí, en todo momento. Pero en especial agradezco por mis padres y mis hermanos quienes son la mayor inspiración de mi vida, el fundamento de mis valores y quienes siempre han creído en mí. Por el gran ejemplo de fortaleza y perseverancia dado por parte de mi abuela quien ha logrado sobresalir aun en la adversidad y por mi tío Vicente Romero que ha dejado un gran legado en mi vida, dándome uno de los más grandes ejemplos de lucha, trabajo y humildad.

También quiero dar gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado por medio de la beca de manutención que me dio la oportunidad de estudiar este posgrado, al mismo tiempo al Colegio de la Frontera Norte A.C (El colef) por la preparación y oportunidades puestas a mi disposición. A cada uno de mis compañeros para quienes la distancia no ha sido un impedimento para generar vínculos que trascienden lo académico y a quienes les guardo un cariño especial; pero de forma particular a Karen Reinoso, Diana Ruiz, Alfredo Cruz, Miguel Espinosa, Leonardo Rebollar, René Pérez y Diego Cardoso quienes hicieron más amena esta travesía.

En lo académico agradezco enormemente a la coordinación del programa de la Maestría en Economía Aplicada (MEA), quienes tuvieron la disposición de brindarme su apoyo y responder a todas mis dudas en este camino. A mi director de tesis Dr. Eduardo Mendoza a quien admiro por su gentileza y paciencia hacia mí y este trabajo durante los dos años del programa, a mi lector interno Dr. Alejandro Díaz por la retroalimentación brindada, y a mi lector externo Dr. James Gerber por contribuir con su gran conocimiento en la realización de este documento. Al Dr. Óscar Peláez, Dr. David Gaytán, Dr. Alejandro Brugués y Dr. Pedro Orraca, quiénes han sido inspiración en mi vida, por su forma de transmitir su pasión por la economía.

Finalmente, a todos los que me han ayudado a no desistir, especialmente a Lic. Delia León, Mtro. Ricardo Retamoza, Lic. Julio Félix, Lic. Ismael Castillo, Dr. Armando Ríos, y Dra. Rocío Arredondo, a quiénes estimo por brindarme su apoyo de forma incondicional.

RESUMEN

Uno de los temas más debatidos dentro de las teorías del crecimiento y desarrollo económico se enfoca en las hipótesis de convergencia, dado que los resultados pueden llegar a diferir entre estudios. En la presente investigación se busca verificar las hipótesis de σ y β convergencia para el periodo posterior a la crisis de 2008 (2010-2019) en los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos, con el objetivo de comprobar si las diferencias en términos del ingreso per cápita han disminuido en el periodo de estabilidad macroeconómica. Para la verificación de las hipótesis de β convergencia se utiliza la metodología de panel y panel espacial, teniendo como factores condicionantes, la heterogeneidad, dependencia espacial y la dotación de capital humano, este último referenciado a la escuela de crecimiento económico endógeno. Mientras para la convergencia σ se utiliza la varianza y desviación estándar. Se tiene como hipótesis principal que el proceso de crecimiento económico ha sido de convergencia. Los resultados arrojan la presencia de σ convergencia y β convergencia del tipo condicional, sin embargo, una mayor dotación de capital humano no necesariamente tiende a aumentar las tasas de convergencia, por diferencias que prevalecen entre las economías. Se concluye en la necesidad de generar políticas públicas en México que permitan incrementar el logro educativo de la población de la frontera norte de México, a fin de aminorar las diferencias de esta variable con la frontera sur de Estados Unidos.

Palabras clave: Capital humano, convergencia, crecimiento económico regional, datos de panel, econometría espacial.

ABSTRACT

One of the most debated topics within the theories of economic growth and development focuses on the convergence hypotheses, given that the results may differ between studies. This research seeks to test the hypotheses of σ and β convergence for the period after the 2008 crisis (2010-2019) in the states of the Mexico – United States cross-border region, with the objective of verifying whether the differences in per capita income have decreased in the period of macroeconomic stability. To verify the β convergence hypotheses, the panel and spatial panel methodology are used, with heterogeneity, spatial dependence and the endowment of human capital as conditioning factors; the latter referenced to the school of endogenous economic growth. For the convergence σ the variance and standard deviation are used. The main hypothesis is that the process of economic growth has been one of convergence. The results show the presence of σ convergence and β convergence of the conditional type. However, a greater endowment of human capital does not necessarily tend to increase the convergence rates, due to differences that prevail between the economies. It is concluded that there is a need to generate public policies in Mexico that lead to increasing educational achievement of the population of the northern border of Mexico, in order to reduce the differences of this variable with the southern border of the United States.

Keywords: Convergence, human capital, panel data, regional economic growth, spatial econometrics.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Página
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
CAPÍTULO I. LA CONFORMACIÓN DE LA REGIÓN TRANSFRONTERIZA MÉXICO – ESTADOS UNIDOS; EL ANTES Y DESPUÉS DE LA CRISIS ECONÓMICA DE 2008.....	8
1.1 Antecedentes históricos de la relación México – Estados Unidos y la conformación de la región transfronteriza.....	8
1.2 Del TLCAN a la crisis financiera de 2008.....	10
1.2.1 La integración económica de México – Estados Unidos a partir del TLCAN y el impacto en la región transfronteriza.....	10
1.2.2 Mecanismos de transmisión de la crisis de 2008 de Estados Unidos a México.....	14
1.2.3 Los efectos en los principales indicadores macroeconómicos de la crisis de 2008 sobre la región transfronteriza México – Estados Unidos....	16
1.2.4 La recuperación de la crisis de 2008 en la región transfronteriza México – Estados Unidos.....	22
CAPÍTULO II. CRECIMIENTO ECONÓMICO Y CONVERGENCIA ECONÓMICA REGIONAL; LA IMPORTANCIA DEL CAPITAL HUMANO..	29
2.1 El modelo neoclásico de crecimiento económico.....	30
2.2 Tipos de convergencia	34
2.2.1 β convergencia absoluta o incondicional.....	34
2.2.2 β convergencia no absoluta o condicional.....	35
2.2.3 σ convergencia.....	36
2.3 El capital humano como determinante del crecimiento y la convergencia; desde la perspectiva de las teorías de crecimiento económico endógeno.....	37
2.3.1 El modelo de crecimiento económico neoclásico con progreso tecnológico.....	37
2.3.2 La importancia del capital humano para el crecimiento económico y como condicionante de la convergencia.....	41
2.4 Evidencia empírica de la convergencia económica.....	45
2.4.1 Evidencia empírica internacional.....	45
2.4.2 Evidencia empírica para México.....	49
2.4.3 Evidencia empírica para Estados Unidos.....	53
2.4.4 Evidencia empírica para la región transfronteriza México – Estados Unidos.....	55
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE σ Y β CONVERGENCIA EN LA REGIÓN TRANSFRONTERIZA MÉXICO – ESTADOS UNIDOS 2010-2019.....	58
3.1 Delimitación espacio – temporal.....	58
3.2 Varianza y desviación estándar para la estimación de σ convergencia.....	59
3.3 Datos de panel para el estudio de la β convergencia.....	60
3.4 Datos de panel espacial para el análisis de la β convergencia.....	62

3.4.1 Modelo Durbin espacial (SDM).....	63
3.4.2 Modelo de rezago espacial (SAR).....	66
3.4.3 Modelo del error espacial (SEM).....	66
3.4.4 Modelo SAR de errores autocorrelacionados (SAC).....	67
3.5 Variables, datos y fuentes de información.....	68
3.5.1 PIB per cápita.....	68
3.5.2 Capital humano.....	69
3.6 Especificación de las ecuaciones a estimar.....	71
3.6.1 Varianza y desviación estándar.....	71
3.6.2 Datos de panel.....	71
3.6.3 Panel espacial.....	71
CAPÍTULO IV. RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES DE σ Y β CONVERGENCIA EN LA REGIÓN TRANSFRONTERIZA MÉXICO – ESTADOS UNIDOS 2010-2019.....	74
4.1 Análisis de datos.....	75
4.1.1 Análisis exploratorio de datos.....	75
4.1.2 Análisis exploratorio de datos espaciales.....	88
4.2 σ convergencia por medio de la varianza y desviación estándar.....	100
4.3 β convergencia por la metodología de panel.....	103
4.4 β convergencia por el método de panel espacial.....	105
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	112
REFERENCIAS.....	117
ANEXOS.....	i

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
<i>Cuadro 1.</i> Características económicas de los estados 2010-2019.....	2
<i>Cuadro 1.1</i> Tasa de desempleo en los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2006-2011.....	18
<i>Cuadro 1.2</i> Salario promedio por hora en los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2007-2011.....	20
<i>Cuadro 1.3</i> Tasa de desempleo en los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2010-2019.....	25
<i>Cuadro 1.4</i> Salario promedio por hora en los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2010-2019.....	26
<i>Cuadro 2.1</i> Variables que han funcionado como aproximación al capital humano a nivel macroeconómico.....	42
<i>Cuadro 3.1</i> Resumen de las variables a utilizar.....	72
<i>Cuadro 4.1</i> Principales estadísticos de las variables a utilizar.....	86
<i>Cuadro 4.2</i> Resultados de las estimaciones de σ convergencia para los estados de la región transfronteriza 2010-2019.....	101

<i>Cuadro 4.3</i> Resultados de las estimaciones de β convergencia por la metodología de panel para los estados transfronterizos 2011-2019.....	104
<i>Cuadro 4.4</i> Resultados de las estimaciones de β convergencia por la metodología de panel espacial para los estados transfronterizos 2011-2019.....	106
<i>Cuadro 4.5</i> Descripción y pruebas de los modelos de panel espacial del tipo Durbin.....	107
<i>Cuadro 4.6</i> La especificación de mayor eficiencia del modelo 6.....	108
<i>Cuadro 4.7</i> Estimación de los impactos de las especificaciones espaciales.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
<i>Figura 1.1</i> Sincronización de la economía mexicana y estadounidense a partir del TLCAN.....	12
<i>Figura 1.2</i> PIB de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2006-2011...	16
<i>Figura 1.3</i> Tasa de crecimiento del PIB de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2006-2011.....	17
<i>Figura 1.4</i> Exportaciones promedio de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2007-2011.....	21
<i>Figura 1.5</i> PIB de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2010-2019...	22
<i>Figura 1.6</i> Tasa de crecimiento del PIB de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2010-2019.....	24
<i>Figura 1.7</i> Exportaciones promedio de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2010-2019.....	27
<i>Figura 2.1</i> El estado estacionario en el modelo de crecimiento neoclásico.....	33
<i>Figura 2.2</i> El estado estacionario en el modelo neoclásico ampliado.....	40
<i>Figura 4.1</i> Relación del rezago del logaritmo del PIB per cápita con la tasa de crecimiento del mismo 2011-2019.....	76
<i>Figura 4.2</i> Relación del rezago del % de la población de 25 a 64 años por debajo de la educación secundaria superior con la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2011-2019.....	78
<i>Figura 4.3</i> Relación del rezago del % de la población de 25 a 64 años con secundaria superior y postsecundaria no terciaria con la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2011-2019.....	80
<i>Figura 4.4</i> Relación del rezago del % de la población de 25 a 64 años con educación terciaria total con la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2011-2019...	81
<i>Figura 4.5</i> Relación del rezago del % de la población de 25 a 64 años con licenciatura o nivel equivalente con la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2011-2019.....	83
<i>Figura 4.6</i> Relación del rezago del % de la población de 25 a 64 años con máster o nivel equivalente con la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2011-2019.....	84
<i>Figura 4.7</i> Distribución espacial de la tasa de crecimiento del PIB per cápita en el año inicial y final de análisis.....	89

<i>Figura 4.8</i> Distribución espacial del rezago del logaritmo del PIB per cápita en el año inicial y final de análisis.....	91
<i>Figura 4.9</i> Distribución espacial del rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con educación por debajo de la secundaria superior en el año inicial y final de análisis.....	93
<i>Figura 4.10</i> Distribución espacial del rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con educación secundaria superior y postsecundaria no terciaria en el año inicial y final de análisis.....	95
<i>Figura 4.11</i> Distribución espacial del rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con educación terciaria total en el año inicial y final de análisis.....	96
<i>Figura 4.12</i> Distribución espacial del rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con licenciatura o nivel equivalente en el año inicial y final de análisis.....	98
<i>Figura 4.13</i> Distribución espacial del rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con máster o nivel equivalente en el año inicial y final de análisis.....	99
<i>Figura 4.14</i> Gráficos de σ convergencia de los estados de la región transfronteriza 2010-2019.....	102

INTRODUCCIÓN GENERAL

La comprobación de las hipótesis de convergencia en sus diferentes formas (beta absoluta, beta condicional y sigma) se ha convertido en una de las principales preocupaciones de los estudiosos del crecimiento y desarrollo económico desde su auge en la década de 1980, esto porque se ha buscado constatar si realmente existe una reducción de la brecha en términos del ingreso per cápita entre las regiones desarrolladas y emergentes.

En la actualidad se conoce como pioneros y principales exponentes de la escuela de crecimiento económico neoclásica a Solow-Swan por sus respectivos estudios elaborados en 1956; a partir de sus postulados se crean las ecuaciones e hipótesis de convergencia. Las hipótesis de β convergencia establecen que existe una relación inversa entre el nivel inicial del PIB per cápita y la tasa de crecimiento del mismo; en tanto que la hipótesis de σ convergencia señala una disminución de las desviaciones del PIB per cápita a través del tiempo.

México y Estados Unidos han guardado una estrecha relación económica, política y social a causa de la cercanía existente en ambos países y a distintos factores económicos históricos que han acontecido en la relación bilateral. Sin embargo, ha estado principalmente influida por la interacción establecida entre los estados fronterizos, generada por la corta distancia presente entre ellos. Esto ha admitido que se conforme la región transfronteriza México – Estados Unidos, donde el flujo o movilidad de los factores productivos ha sido parte fundamental de dicha integración.

Aunque los vínculos económicos, sociales y políticos han estado inmersos a lo largo del tiempo en dicha región; estos toman mayor relevancia a partir de la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), el cual ha logrado favorecer económicamente a ambos países, y sobre todo en la región limítrofe fronteriza, produciendo grandes ventajas particularmente en aspectos económicos.

A pesar de la integración económica de México y Estados Unidos desde la entrada en vigor del TLCAN, se sabe que las disparidades en términos del PIB per cápita en ambas naciones ha aumentado, causando un proceso de divergencia. No obstante, esto se modifica a medida que se reduce la escala de estudio, sobre todo entre los estados fronterizos, lo cual se explica por la interdependencia generada desde la entrada en vigor del TLCAN.

En el cuadro 1 se pueden observar las Tasas Medias de Crecimiento Anual (TMCA), así como el valor promedio del PIB y el PIB per cápita del periodo 2010-2019. Iniciando con las desigualdades localizadas en las tasas medias de crecimiento entre el PIB y el PIB per cápita, se contempla que en promedio la frontera norte de México ha crecido más que la frontera sur de Estados Unidos, en términos del PIB la frontera norte de México ha crecido 3.33% mientras, que la frontera sur de Estados Unidos lo hizo en 2.68%, en cambio las diferencias en las tasas del PIB per cápita son relativamente menores en donde las entidades mexicanas han crecido en 1.81% y las estadounidenses en 1.42%.

Cuadro 1. Características económicas de los estados 2010-2019

Región	Estado	TMCA del PIB	TMCA del PIB per cápita	PIB promedio (millones de dólares)	PIB per cápita promedio (miles de dólares)
Frontera norte de México	Baja California	3.84	2.19	\$39,234.67	\$11.65
	Sonora	3.82	2.54	\$42,332.76	\$14.66
	Chihuahua	4.14	2.91	\$39,149.89	\$10.82
	Coahuila	2.63	0.94	\$43,942.44	\$14.73
	Nuevo León	3.82	1.60	\$94,097.62	\$18.26
Frontera sur de Estados Unidos	Tamaulipas	1.74	0.64	\$37,898.77	\$10.91
	California	3.93	2.92	\$2,444,222.45	\$64.01
	Arizona	3.03	1.41	\$293,321.05	\$44.23
	Nuevo México	0.75	0.30	\$90,486.50	\$43.73
	Texas	3.01	1.04	\$1,516,308.46	\$57.57
Promedio frontera norte de México		3.33	1.81	\$49,442.69	\$13.50
Promedio frontera sur de Estados Unidos		2.68	1.42	\$1,086,084.62	\$52.38
Promedio de la región transfronteriza		3.07	1.65	\$464,099.46	\$29.06

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y BEA.

Nota: 1) Las cifras se encuentran en dólares constantes de 2013, y 2) los indicadores corresponden al periodo 2010-2019.

Por otra parte, analizando en términos pecuniarios se puede ver que la frontera sur de Estados Unidos posee mayores niveles del PIB y PIB per cápita en promedio en el periodo 2010-2019, si bien, se revisan las diferencias palpables en términos del PIB y el PIB per cápita en la región

transfronteriza, es posible apreciar que el PIB promedio de la frontera sur de Estados Unidos es alrededor de 22 veces el PIB de la frontera norte de México, aunque esto cambia al analizar el PIB por habitante, en que el promedio del PIB per cápita de la frontera sur de Estados Unidos, es solamente 3.88 veces el del de la frontera norte de México.

Otro de los aspectos a destacar, es que, aunque la región de la frontera norte de México en promedio posee menor ingreso per cápita, ha sido la que más ha crecido en promedio en el periodo analizado, por lo que, sería un indicio hacia la convergencia en la región transfronteriza. A partir de ello, se demuestra que las diferencias llegan a disminuir en entidades de esta región de gran dinamismo comercial como es la frontera México – Estados Unidos.

La crisis económica provocada en el sistema financiero de los Estados Unidos (crisis de 2008) logra afectar a todo el mundo, tanto a economías desarrolladas como emergentes debido al sistema de dependencia internacional. En México, las afectaciones tuvieron mayor impacto que en algunos otros países de América Latina y del mundo, esto por la sincronización de los ciclos económicos que se venía gestando desde 1994 con la economía norteamericana. Por causa de la interdependencia económica existente en ambos países, los efectos se hicieron notorios en la región transfronteriza México – Estados Unidos (Juárez, Sánchez y Zurita, 2015).

La teoría macroeconómica establece que *shocks* estructurales pueden cambiar la tendencia de crecimiento entre variables, y por ende esto también puede tener repercusiones en ciertos procesos, en este caso, en el de convergencia que se tenía antes de la crisis de 2008. La crisis de 2008 causó desajustes en la mayoría de las variables macroeconómicas dentro de las que se encuentra, el PIB, el empleo, la inflación, las exportaciones, el tipo de cambio, entre otras.

El objetivo de este estudio se encuentra orientado a comprobar la hipótesis de β convergencia y σ convergencia, en los estados contiguos a la frontera México – Estados Unidos, en el periodo 2010-2019, posterior a la crisis de 2008. En la medida que la restructuración en el periodo de estabilidad macroeconómica posterior a la crisis de 2008, puede generar procesos de crecimiento económico orientados a la convergencia, porque las economías pueden disminuir las desigualdades entre sí mismas, sobre todo cuando se encuentran integradas.

El estudio incluye el análisis de β convergencia condicional donde se utilizan variables que diferencian los equilibrios de largo plazo de las regiones. Se propone el análisis de la convergencia condicionada al capital humano, considerando los supuestos de las teorías de crecimiento económico endógeno, donde la dotación de capital humano funciona como complemento al capital físico, dado que las habilidades y destrezas de los individuos pueden aumentar la productividad, causando efectos positivos sobre el crecimiento económico y las tasas de convergencia. De la misma manera, se sugiere como condicionante el factor espacial dado que la distancia entre regiones puede influir sobre la interacción entre ellas, donde las diferencias son menores entre los estados más cercanos que en los lejanos.

Este estudio busca responder a tres preguntas centrales de investigación, las cuales son:

- ¿Cuál ha sido el proceso de crecimiento económico seguido en los estados fronterizos en el periodo 2010-2019?
- ¿Es el capital humano un factor determinante para disminuir las disparidades del ingreso per cápita a través del tiempo entre los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos?
- ¿La ubicación geográfica ha sido un aspecto relevante para el proceso de convergencia/divergencia entre los estados de la región transfronteriza?

La dinámica económica transfronteriza México – Estados Unidos, ha aumentado desde la entrada en vigor del TLCAN y ha pasado por diferentes procesos de cambio estructural, debido a choques económicos tales como la crisis 2008. De acuerdo con Gerber (2003) existe una estrecha relación entre la frontera de México y Estados Unidos, donde cada una tiene características distintas al compararlas con el resto del país; la frontera sur de Estados Unidos, es una de las regiones de menores ingresos, con menor cualificación del capital humano derivado de su cercanía con México esto porque son cada vez menos personas que desarrollan el idioma inglés lo que les brinda menores oportunidades a acceder a un empleo de mayor remuneración.

En el caso de la frontera norte de México comparándola con resto del país Gerber (2003) señala que es una de las regiones con ingresos altos y mayor cualificación del capital humano, siendo derivado del sector de especialización en este caso el manufacturero. Aunque las regiones

comparadas con el resto de sus respectivos países tienen diferencias inminentes, esto es lo que podría llegar a reducir la brecha del ingreso per cápita entre los estados ubicados en la frontera México – Estados Unidos. Lo que se relaciona con lo establecido en las teorías del crecimiento y desarrollo económico regional, en el que hay localidades y regiones que interactúan más entre sí mismas que con el resto, y es una de las razones que pueden llevar a la convergencia (Mora, 2003).

A partir de lo anterior se traza el objetivo general del estudio, el cual es:

Comprobar que las diferencias del producto per cápita entre los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos para el periodo de estabilidad macroeconómica 2010-2019 han tendido a disminuir, lo que lleva a la reducción de las diferencias regionales a través del tiempo; siendo el capital humano y la dependencia espacial determinantes en dicho proceso.

Los objetivos específicos son:

- Identificar si en los estados fronterizos México – Estados Unidos se han tenido procesos de σ y β convergencia.
- Distinguir el tipo de β convergencia existente en la región transfronteriza, es decir, si es del tipo absoluta o condicional, por medio de la metodología de panel.
- Verificar si el capital humano influye en el proceso de β convergencia condicional entre las localidades objeto de estudio.
- Comparar las diferencias que pueden surgir en las tasas de β convergencia condicional según la dotación de capital humano existente.
- Conocer si la ubicación geográfica es relevante en el proceso de β convergencia entre los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos y si tiene la capacidad de aumentar las tasas de β convergencia condicional.

En el presente estudio se plantea la comprobación de las hipótesis de convergencia σ y β , en el caso de la β convergencia en sus dos tipos, es decir, absoluta y condicional. Aunque es verdad que es poco probable que se encuentre un proceso de convergencia absoluta esto porque de acuerdo con Barro y Sala-i-Martin (1992) esta es posible solo cuando se tienen características económicas, políticas y sociales idénticas para que tienda al mismo estado estacionario, sin embargo, Ocegueda y Plascencia (2004) señalan que se puede estimar para comprobar si

realmente los estados pobres han crecido más rápido que los ricos. Así mismo, se busca corroborar la hipótesis de β convergencia condicional considerando se tienen factores heterogéneos en las economías, tales como términos de capital humano como de ubicación geográfica.

Mientras que la verificación de la hipótesis de σ convergencia, se establece para identificar si las dispersiones en el ingreso per cápita entre los estados fronterizos han disminuido en el periodo 2010-2019. Aunque el tema de convergencia ha sido muy estudiado a lo largo de la historia, considerando diferentes enfoques, metodologías, regiones, periodos de análisis y variables de control que condicionan la convergencia; la relevancia del estudio que se plantea en este documento radica en el periodo de análisis posterior a la crisis de 2008, para los diez estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos, y condicionando la convergencia a la heterogeneidad, dependencia espacial, y dotación del capital humano, habiendo poca evidencia empírica para el periodo, muestra analizada y metodología a emplear.

Con base en lo anterior, se busca la comprobación de la hipótesis general de investigación, la cual establece que:

El proceso de crecimiento económico en los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos ha sido de convergencia, es decir, las desigualdades en términos del ingreso per cápita se han aminorado en el periodo poscrisis (2010-2019); asimismo, la heterogeneidad, dependencia espacial, y dotación de capital humano han tendido a condicionar la convergencia.

Y como parte de las hipótesis específicas se tiene:

- Las disparidades en términos del ingreso per cápita en los estados fronterizos han disminuido, pero se han caracterizado principalmente por la existencia de β convergencia condicional, como consecuencia de los factores de heterogeneidad regional que condicionan el equilibrio de largo plazo de los estados. No existe un proceso de β convergencia absoluta dado que existen diferencias regionales que lo impiden, pero las entidades pobres sí tienden a crecer a mayores tasas que las ricas. No obstante, existe convergencia tipo σ porque la dispersión del PIB per cápita se ha reducido en el periodo 2010-2019.
- El capital humano influye positivamente al crecimiento económico y a las tasas de convergencia, por lo que se tendrían procesos de β convergencia condicional en los estados

de la frontera México – Estados Unidos. Se considera que a medida que aumenta el nivel educativo de la población de 25-64 años, incrementaran también las tasas de convergencia, lo que implicaría una mayor dotación de capital humano en la fuerza laboral.

- La ubicación geográfica es un aspecto relevante en el proceso de convergencia entre los estados, ya que la cercanía entre las entidades les ha brindado la facilidad de intercambio e integración regional, lo que ha llevado a una disminución de diferencias económicas, políticas y sociales, incrementado las tasas de convergencia.

El documento se divide en cuatro capítulos principales, dentro del primero se establece una visión histórica de las relaciones económicas de México – Estados Unidos, analizando cuáles son los pilares que han llevado a la conformación de la región transfronteriza, así como cuál ha sido el comportamiento de diferentes variables macroeconómicas antes y después de la crisis de 2008; en el segundo, se exponen los fundamentos de las hipótesis de convergencia económica a través de los modelos de crecimiento económico neoclásicos (exógeno y endógeno), resaltando la importancia del capital humano para el crecimiento económico y la convergencia condicional, así como evidencia empírica alrededor de la convergencia a lo largo de la historia.

En el tercero, se establecen las metodologías a utilizar para la comprobación de las hipótesis de σ y β convergencia para los estados de la región transfronteriza en el periodo 2010-2019, la forma en la que se vinculan con las preguntas, objetivos e hipótesis de la investigación, así como las variables y fuentes de información de donde se obtienen los datos; en el cuarto, se enfoca al análisis estadístico de los datos, así como en los resultados obtenidos en las estimaciones de las ecuaciones de σ y β convergencia en la muestra estudiada.

CAPÍTULO I.

LA CONFORMACIÓN DE LA REGIÓN TRANSFRONTERIZA MÉXICO – ESTADOS UNIDOS; EL ANTES Y DESPUÉS DE LA CRISIS ECONÓMICA DE 2008.

Hay vida después de la crisis.

Los aspectos históricos son de relevancia para el estudio de fenómenos económicos ya que ayudan a comprender los efectos que han tenido sobre las economías a fin de que sirvan como experiencia para el futuro, además se puede identificar el actuar en el momento para saber cómo reaccionar ante situaciones similares en periodos posteriores. México y Estados Unidos son países vecinos que guardan consigo relaciones económicas, políticas y sociales que se han mantenido a través del tiempo, influidas principalmente por la cercanía existente entre ambas economías que comparten 3,169 kilómetros de frontera.

La ubicación geográfica de estos países ha permitido la conformación de una región transfronteriza por medio de la integración económica existente desde hace décadas entre ambos lados de la frontera. Sin embargo, existen diferentes sucesos que han tenido impactos sobre dicha relación, en algunos de ellos de forma positiva y otros con consecuencias negativas.

Este capítulo tiene como finalidad reconocer los aspectos históricos que han fortalecido las relaciones económicas sobre la región transfronteriza, así como identificar los efectos de la entrada en vigor del TLCAN sobre la misma, evaluar las repercusiones de la crisis de 2008 sobre los indicadores macroeconómicos regionales, así como de los miembros de la región, y finalmente mostrar el comportamiento de las variables macroeconómicas en el periodo de recuperación de la crisis de 2008, es decir, sobre el periodo de estabilidad.

1.1 Antecedentes históricos de la relación México – Estados Unidos y la conformación de la región transfronteriza.

Detrás de la conformación de una región hay un proceso histórico, que propicia esto sea viable. Uno de los principales factores que admiten la existencia de una región es la cercanía entre las localidades que la conforman, pero sobre todo las diferencias entre cada una de ellas que permiten el intercambio, lo que tiene como efecto la integración económica, política y social entre cada una de ellas. Tal es el caso de la región transfronteriza México – Estados Unidos, en el cual la integración de esta fue posible a partir de diferentes hechos históricos.

Hernández (2004) señala uno de los primeros vínculos entre la economía mexicana y la estadounidense, este es que la frontera sur de Estados Unidos pertenecía a México hasta mediados del siglo XIX, durante este periodo el PIB de México era al menos el 40% de el de Estados Unidos, cuando esta parte del territorio pasa a Estados Unidos el PIB de México representa solo el 6.9% del PIB del país vecino. Después de que México cede parte de su territorio, empieza a emplear políticas con la finalidad de poblar la parte norte del país mediante incentivos para la población, aunque fue un proceso difícil debido a la falta de conexión con el resto del país, gracias a ello la interacción entre la frontera norte de México y la frontera sur de Estados Unidos, se hizo visible ya que la comunicación entre las localidades fronterizas (aunque limitada) era de mayor accesibilidad, que con resto de sus interiores nacionales.

Alegría (1989) establece que a finales del siglo XIX y principios del siglo XX existía libre movilidad de factores entre las localidades de la región transfronteriza México – Estados Unidos, hecho que fue cambiando a través del tiempo por intereses sustancialmente políticos de cada uno de los países. Igualmente indica, que la integración de las fronteras con el resto de sus respectivos territorios fue desarrollada de forma lenta y desigual, en el cual en la frontera norte de México el proceso inicia de forma tardía por la falta de interés de los grupos políticos del centro del país en promover la producción e infraestructura en dicha región del país, mientras que, en la frontera sur de Estados Unidos, el desarrollo se suscita a partir de la Primera Guerra Mundial (PGM) y se acentúa durante la Segunda Guerra Mundial (SGM) a través de fuertes inversiones gubernamentales en infraestructura en esa región.

Dada la necesidad de la población de las localidades principalmente la frontera norte de México en 1858 se crea la zona libre de México en el cual se permitía el intercambio comercial sin necesidad de pagar impuestos en algunos productos en las ciudades fronterizas. Pero, por la presión de grupos de control este llega a su fin en 1905, orillando a la población fronteriza al contrabando de mercancías, porque lo ofrecido por el mercado mexicano no era suficiente. Es por ello que más tarde en 1933 se posiciona el programa de perímetros libres, este inicia de forma experimental en Tijuana y Ensenada, para luego extenderse a lo largo de la franja fronteriza bajo dos regímenes; en 1939 el régimen de zona libre en Baja California y parte de Sonora, y de forma simultanea el régimen aduanal de la franja fronteriza que abarca un área de 20 kilómetros de ancho a lo largo de la frontera (Alegría, 1989).

Los vínculos se seguían generando entre México y Estados Unidos, y durante la SGM (1942) se firma el programa bracero¹. Durante el periodo de guerra se incrementa considerablemente el crecimiento a lo largo de la frontera norte de México superando el auge del periodo de prohibición (1920-1933), a causa del acuerdo firmado. Finalmente, este programa concluye en 1964, de manera que principia el proceso de industrialización de la frontera norte de México con el propósito de brindar empleos a los mexicanos que deciden quedarse en las ciudades fronterizas y no regresar a sus lugares de origen. A partir de ello se emplean diversos programas de fortalecimiento a la industria manufacturera ubicada en la frontera norte de México, siendo la primera región del país en el que se posibilita la apertura al exterior, en especial en materia de Inversión Extranjera Directa (IED) (Lawrence, 2003).

A pesar de que la apertura comercial de México venía gestándose desde décadas anteriores, los hechos que marcan la adhesión de México al libre mercado se asocia con la entrada al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) en 1986, culminando finalmente con la firma TLCAN en 1992; los cuales han permitido la integración no solamente en la economía de la región transfronteriza de México – Estados Unidos, si no la integración de México como país a la economía estadounidense.

1.2 Del TLCAN a la crisis financiera de 2008

1.2.1 La integración económica de México – Estados Unidos a partir del TLCAN y el impacto en la región transfronteriza

Durante la primera mitad de la década de 1990, México, Estados Unidos y Canadá dan inicio a la negociación de un tratado de libre comercio, con intención de integrarse en un mercado común, el principal objetivo del mismo es eliminar barreras al comercio exterior y configurarse hacia un mayor dinamismo en el mercado de norte américa. De este modo, se pretendía que las medidas políticas pudieran contribuir en mejoras económicas en todas las partes involucradas, ya que sería atractivo el comercio no solo entre los países que conforman dicho tratado sino también para inversionistas extranjeros que tuvieran interés en entrar a alguno de estos mercados y principalmente al estadounidense (Bennett, 1991).

¹ Programa donde se establecen acuerdos diplomáticos en materia migratoria, petrolera y comercio de materias primas entre México y Estados Unidos.

El vínculo económico originado en dicho tratado se esperaba tuviera beneficios económicos para todas las partes, considerando las diferencias existentes entre cada una de ellas que terminarían incentivando el intercambio comercial. Una de las principales ventajas de México sobre Canadá y Estados Unidos, se basa en abundancia del factor trabajo lo que implica menores costos sobre el mismo, y la de los otros dos miembros se concentraba en la abundancia del factor capital, de esta manera se podría intercambiar los factores de abundancia de las partes, contribuyendo a la adopción de nuevas tecnologías por parte de la economía mexicana. México empezaba a hacer una transición de un modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI) a una economía abierta, que conseguiría verse favorecida por dicho tratado, al incorporarse al mercado internacional.

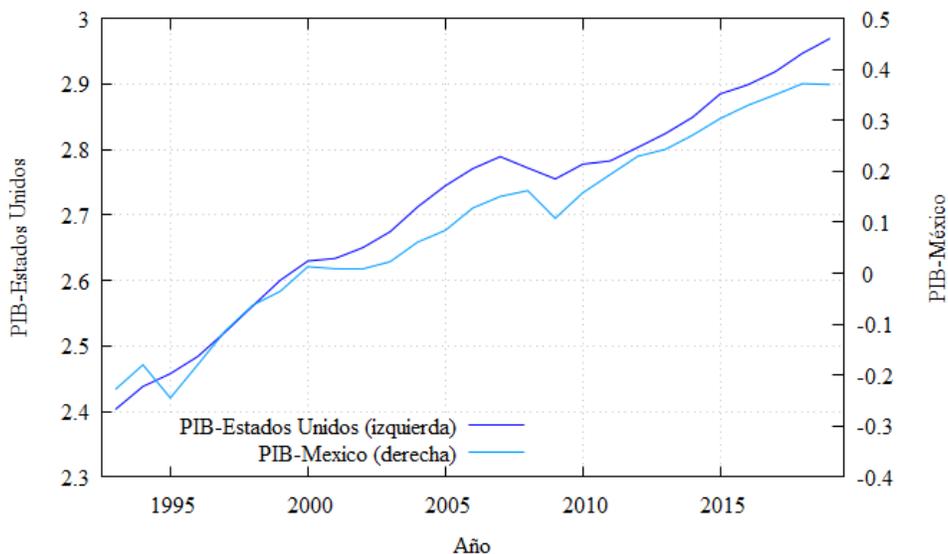
Finalmente entra en vigor el TLCAN el 1 de enero de 1994, desencadenando estímulos para la inversión en la economía mexicana, este tratado refuerza los lazos económicos, sociales y políticos entre México y Estados Unidos, donde ambos se convierten en sus principales socios comerciales. Este hecho histórico, además consolida la sincronización de la economía mexicana y estadounidense, lo que se ha traducido en una fuerte dependencia entre ambas economías, en el que choques transitorios en una se trasladan a la otra.

En la figura 1.1, panel *a*, se puede apreciar las series logarítmicas del PIB de ambas economías durante el periodo 1993-2019, en donde se observa que durante todo el periodo ambas economías están sincronizadas, o, en otros términos, siguen los mismos patrones de movimiento en casi todo el lapso de tiempo. Otro hecho relevante que se rescata del panel *a*, es la magnitud de las caídas en donde la economía mexicana tiende a tener desplomes de mayor dimensión que la estadounidense, en las fases de crisis tales como en 1995, 2002 y 2009.

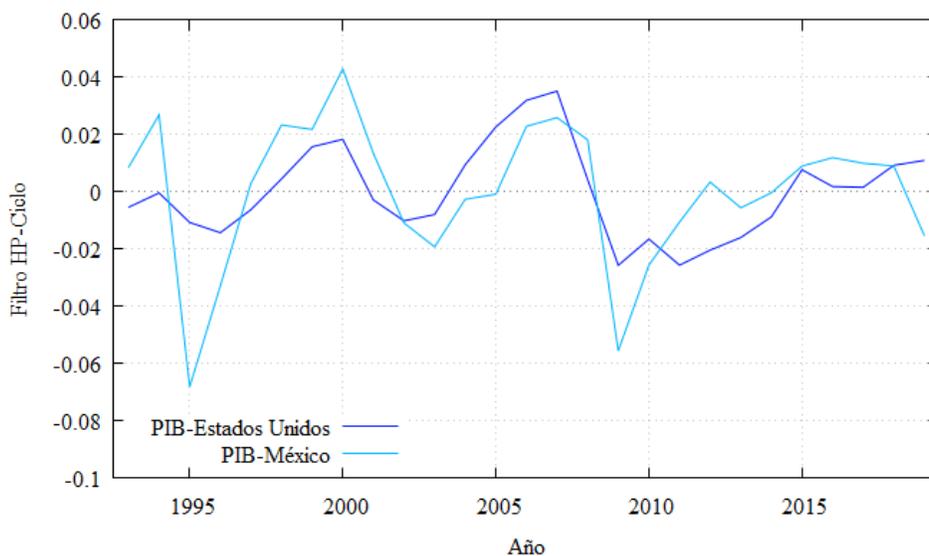
Para el comportamiento plasmado en el panel *b* de la figura 1.1 se refuerza lo descrito anteriormente, los desplomes de México, tienden a ser mucho más pronunciados que las del vecino del norte, presentados principalmente en 1995, 2002 y 2009. Pero lo significativo de este gráfico es la sincronía en los ciclos productivos de ambas economías en el periodo comprendido de 1993-2019, en que ambas se mueven básicamente de forma simultánea, siguiendo patrones comunes sobre todo en el periodo 1996-2006 aproximadamente.

Figura 1.1 Sincronización de la economía mexicana y estadounidense a partir del TLCAN

a. PIB 1993-2019



b. Ciclo del PIB 1993-2019



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y BEA.

Nota: 1) las cifras del PIB se encuentran en billones de dólares constantes de 2013 transformadas a logaritmos, y 2) el ciclo se obtiene por medio de la aplicación del filtro Hodrick-Prescott a la serie logarítmica del PIB.

Rodríguez, Lima y Ortiz (2015) manifiestan que desde 1994 y hasta el 2001 había una fuerte interdependencia de ambos países, el principal origen/destino de las mercancías estadounidenses provenían del mercado mexicano, pero las relaciones comerciales comienzan a estancarse a

partir del 2001, la participación estadounidense en las exportaciones e importaciones mexicanas cayeron en 10% y 24% respectivamente entre el año 2001 y 2012. Si bien, las relaciones comerciales se han visto afectadas el principal origen/destino de las importaciones y exportaciones mexicanas siguen siendo el mismo mercado (estadounidense), pese a ello la dependencia entre ambos mercados prosigue. Saavedra (2008) indica que los componentes más importantes de la economía mexicana en materia de exportaciones, producción industrial, remesas y petróleo se enlazan con la economía estadounidense.

El comercio internacional, aunque de forma general tiene efectos positivos sobre las economías, también trae consigo ventajas y desventajas, no obstante, es capaz de generar ganadores y perdedores en las relaciones comerciales (Sánchez, 2020). Estos hechos no han estado alejados de la realidad económica de México y Estados Unidos, la dependencia generada desde el inicio del TLCAN ha llevado a que choques transitorios tengan graves efectos sobre ambas economías, así como han sido los reflejados en la crisis de 2001 y 2008.

Con base en el planteamiento anterior, Mendoza (2005) señala que el TLCAN ha fungido como precursor de la integración² transfronteriza reforzando la conexión entre ambos lados de la frontera, porque el tratado establece las pautas para las relaciones en términos de IED, comercio, y localización de la industria. En el que la frontera norte de México y la frontera sur de Estados Unidos se han visto favorecidas por las relaciones comerciales, lo cual se refleja en incrementos del PIB per cápita, la población y el empleo que han abierto paso al proceso de desarrollo económico de la región. En términos de intercambio comercial dos son los rubros que se han visto mayormente beneficiados por la integración regional, los cuales son el comercio al menudeo y la manufactura.

De acuerdo con Rivera (2014) desde la puesta en marcha del TLCAN es la frontera norte de México quien dispone mayores beneficios al compararla con el resto del país a tal grado que la producción por trabajador ha logrado incrementarse más en esta zona a causa de su cercanía a uno de los mercados mundiales más grandes. Del mismo modo, indica que la escolaridad ha fungido un papel importante en los incrementos de la producción en la zona incluso antes del tratado de libre comercio.

² Para fines de la investigación toman la definición de integración de Howard y López-Calva (2004) siendo esta el fenómeno económico donde las variables de dos países o regiones poseen comportamientos similares.

Aunque los nexos han logrado tener efectos positivos en la mayoría de los casos tales como aumentos en la producción, intercambio comercial, IED, y en el caso de México la descentralización industrial, una de las grandes desventajas se enfoca en la interdependencia que tienen ambos mercados y la región transfronteriza, donde las repercusiones económicas se trasladan de manera casi inmediata, sobre todo en México porque al ser una economía emergente los golpes ocasionados por crisis tienden a ser mayores en duración e impacto. Tal como las repercusiones en la estructura económica interna y comercial de la crisis de 2008.

1.2.2 Mecanismos de transmisión de la crisis de 2008 de Estados Unidos a México

La crisis internacional de 2008, se origina en agosto de 2007 en una de las economías más importantes en el mundo de manera más exacta en la estadounidense, esto como consecuencia de la crisis en el sector inmobiliario de Estados Unidos ligada al impago de las hipotecas de baja calidad (*subprime*), a causa del sistema de interdependencia internacional mejor conocido como globalización esta logra trasladarse a economías desarrolladas y emergentes por diferentes mecanismos según el tipo de mercado de mayor ligamen a dicha economía.

Dentro de las primeras afectadas por el fenómeno son las economías desarrolladas con enlaces al mercado financiero estadounidense principalmente ubicadas en el continente europeo, aunque en un principio los efectos no se resintieron en las economías emergentes, con el paso del tiempo fueron arrastradas por la interdependencia, a tal punto que se presentaron estragos de mayor impacto a nivel macroeconómico en estas últimas.

En el país de origen las repercusiones económicas derivadas del sistema financiero empiezan a cobrar relevancia en agosto 2007, para finalmente estallar en 2008, el impacto de la crisis fue de tal magnitud que incluso se le ha llegado a comparar con la gran depresión. Aun cuando comienza en el sistema financiero no tarda en trasladarse a la economía real en los Estados Unidos, para luego tener efectos sobre el resto del mundo. Zurita, Martínez y Rodríguez (2009) expresan que los daños llevan a una caída del 6.2% del PIB en Estados Unidos durante el cuarto trimestre de 2008, de la misma manera la producción industrial entre 2008-2009 se desploma en 10%, mientras que tasa de desempleo en marzo de 2009 alcanza los 8.5 puntos porcentuales que en niveles serían aproximadamente un aumento de 5.3 millones de personas en la fila del desempleo solamente en 12 meses.

México al tener enlaces directos con la economía norteamericana logra resentir los efectos de la crisis financiera internacional, siendo una de las economías con mayores repercusiones sobre el sistema económico, incluso fue uno de los países mayormente afectados en Latinoamérica. Según Juárez, Sánchez y Zurita (2015) el mecanismo de transmisión de la crisis de Estados Unidos a México ha sido el sector real y de forma explícita por el ceñido vínculo comercial generado desde la entrada en vigor del TLCAN y en específico en la complementariedad de la producción industrial. Del mismo modo López y Peláez (2015) establecen que al estar México ligado al aparato productivo y comercial estadounidense las reacciones de la crisis han sido casi inmediatas, la economía mexicana empieza a tener caídas desde el tercer trimestre de 2008 extendiéndose a lo largo de un año.

Por otra parte, López y Peláez (2015) determinan que desde la apertura comercial de México el 80% de las exportaciones se destinan hacia los Estados Unidos, 60% de la IED proviene de dicha economía y también gran parte de los mexicanos que trabajan en el extranjero se concentran en Estados Unidos, por lo que es prácticamente imposible que lo sucedido en la economía norteamericana no se vea reflejado en México, tal es lo sucedido durante la crisis de 2008. En donde la transmisión de la crisis era inminente e inevitable, dado el motor de crecimiento de la economía mexicana centrado hacia el exterior y la dependencia al mercado estadounidense.

Lomelí y Muruyama (2009) revelan que los principales canales de transmisión de la crisis a México son los relacionados con el mercado externo, que logra tener graves repercusiones sobre indicadores macroeconómicos, de la misma manera expresan que la caída del PIB en 2009 es de entre el 7 y 9.5% en México siendo la mayor desde la gran depresión, mientras que la pérdida de empleo durante los primeros siete meses del mismo año son de al menos 845 mil pudiendo llegar hasta el millón. Resaltando la fragilidad de la economía mexicana desde inicios de la década de 1990.

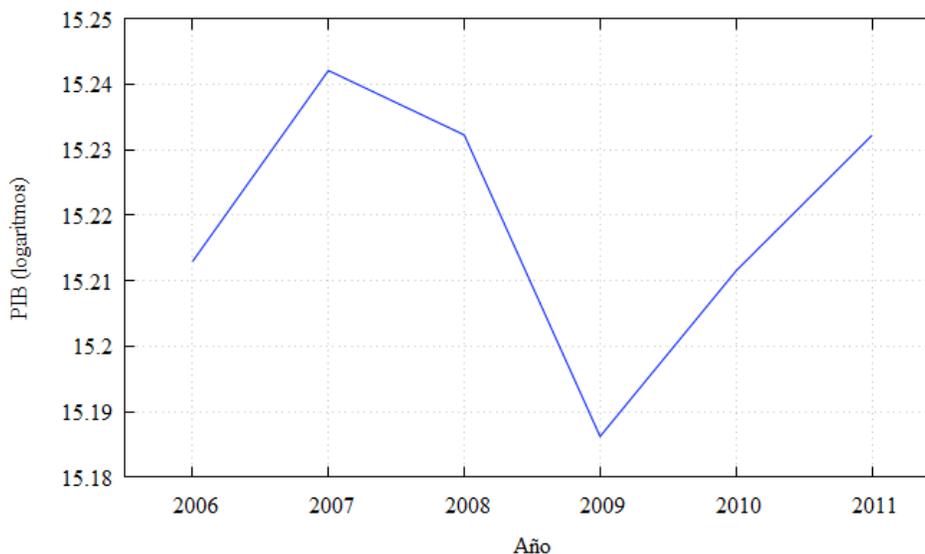
Al verse afectada tanto la economía mexicana como la estadounidense son apremiantes los efectos sobre la región transfronteriza México – Estados Unidos, donde la dependencia en términos del comercio, inversión y manufactura han estado presentes desde la entrada en vigor del TLCAN, la crisis trajo consigo una fuerte depreciación del tipo de cambio del peso frente al dólar que tiene repercusión directa sobre los principales vínculos económicos sobre ambos lados de frontera.

1.2.3 Los efectos en los principales indicadores macroeconómicos de la crisis de 2008 sobre la región transfronteriza México – Estados Unidos

El deterioro de los indicadores macroeconómicos relacionados a la región transfronteriza México – Estados Unidos durante la crisis de 2008 eran imposibles de evadir, dado que en primer lugar una parte de la región pertenece al país donde se origina la gran crisis y en segundo lugar porque la otra parte es en gran manera dependiente del mercado de la primera.

En la figura 1.2 se muestra el PIB de la región transfronteriza México – Estados Unidos en el periodo 2006-2011 con el objetivo de identificar los efectos de la crisis de 2008 sobre dicho indicador. Aun cuando los primeros efectos identificados en la economía estadounidense se desatan a mediados de 2007, estallando apenas un año después en 2008; la región transfronteriza presenta una caída entre 2007-2008, pero la mayor consecuencia de dicha crisis se observa en el 2009, adquiriendo el pico más bajo visto durante los primeros años posteriores a 2008, del mismo modo, alcanza la recuperación en el 2010 encontrándose muy cerca de los niveles percibidos en 2006, sin embargo, en los dos años posteriores al pico más bajo (2009) no logran recuperar el nivel que se tenía en el 2007.

Figura 1.2 PIB de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2006-2011



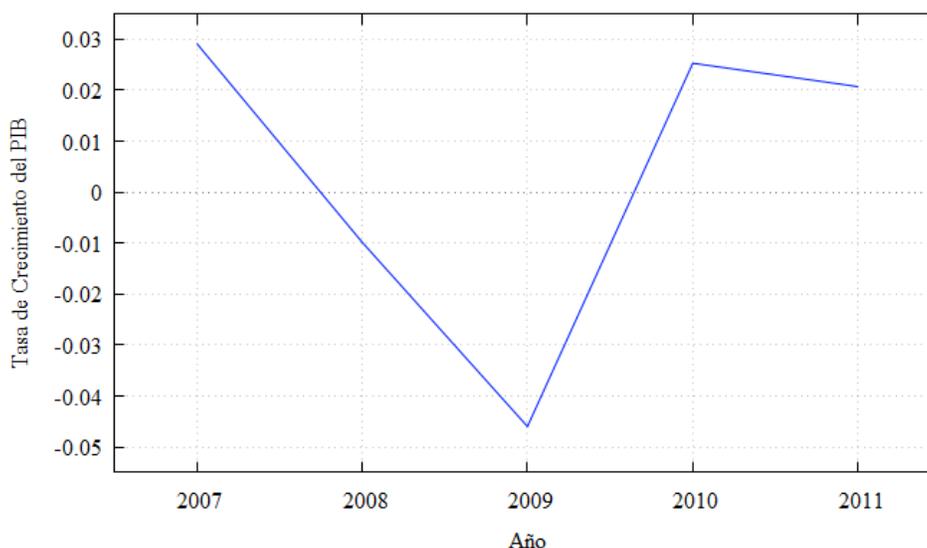
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y BEA.

Nota: 1) el PIB transfronterizo se obtiene de sumar el PIB de los diez estados que conforman la región transfronteriza, 2) las cifras se encuentran en dólares constantes de 2013, y 3) para fines prácticos se expresa en logaritmos.

Las repercusiones de la crisis afectan en gran medida a los estados miembros de la región transfronteriza de forma individual también, cuya reacción se pueden apreciar en el anexo 1. Los elementos de mayor preeminencia que se destacan de dichos gráficos radican en que en absolutamente todos los estados, la mayor caída del producto acontece justo en el mismo año que en el regional, es decir, en el 2009 aunque el comportamiento de dicho indicador tiende a ser un tanto diferente en los años previos y posteriores a la caída. Siendo pocas las circunstancias en los que se logran llegar a los niveles previos al desplome o incluso superarlos, siendo situación de este último Sonora, Coahuila, Nuevo León y Texas. De los cuatro que logran superar los niveles anteriores tres comparten frontera común (Coahuila, Nuevo León y Texas).

Entre tanto, en la figura 1.3 se plasman las tasas de crecimiento en el periodo 2006-2011. En 2006-2007 se exhibe un crecimiento de alrededor del 3% en el producto transfronterizo, para luego caer en alrededor del 1% en 2007-2008, finalmente se presenta la mayor caída en el 2009 siendo esta de 4.5%, posteriormente entre el 2009-2010 el PIB transfronterizo logra una recuperación de poco más del 2%.

Figura 1.3 Tasa de crecimiento del PIB de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2006-2011



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y BEA.

Nota: la tasa de crecimiento se obtiene de la diferencia logarítmica del PIB.

Al comparar lo captado en la figura 1.2 y 1.3 se discierne la dinámica de la producción transfronteriza periodos antes y después de las mayores repercusiones de la crisis de 2008. En el que el mayor declive (2009) se encuentra por debajo de lo observado a nivel nacional en México y Estados Unidos, en el cual los descensos son entre 6% y 9.5%.

Mas al analizar las tasas de crecimiento individuales de los miembros de la región transfronteriza es posible reconocer perdidas aun por encima de las nacionales (véase anexo 2), Baja California cae por encima del 10%, Sonora en alrededor del 7%, Chihuahua en 10%, Coahuila supera el 15%, Nuevo León en 7%, Tamaulipas en 10%, California en 3%, Arizona en 6%, Nuevo México en 1.7% y Texas en 6%. Las características cruciales de estos hechos se demarcan en que son los estados de la frontera norte de México quienes tienen los desplomes superiores entre 2008-2009, pero también son las que mayores tasas de crecimiento poseen. A la vez que el estado con la mayor declinación es Coahuila, el de menor es Nuevo México, teniendo una diferencia del 13.3% entre estos dos últimos.

En el cuadro 1.1 se registran las tasas de desempleo de los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos en el periodo 2006-2011 con el propósito de señalar las características de dicha variable en periodos previos y posteriores a la caída de la economía transfronteriza. A diferencia del producto en el empleo se capturan las mayores tasas de desempleo entre el 2009-2010, justo porque después del descenso en el producto se acompaña de un deterioro en el empleo.

Cuadro 1.1 Tasa de desempleo en los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2006-2011

Estado/Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Baja California	1.8	2.0	3.3	<u>6.6</u>	5.6	6.1
Sonora	3.3	2.8	4.1	6.0	<u>7.3</u>	6.5
Chihuahua	2.9	3.3	4.9	<u>8.3</u>	7.2	6.9
Coahuila	5.4	5.2	5.5	<u>8.2</u>	7.6	6.0
Nuevo León	4.9	4.5	4.5	<u>7.3</u>	6.6	6.1
Tamaulipas	4.6	4.5	4.6	6.3	7.1	<u>7.5</u>
California	4.9	5.3	7.3	11.5	<u>12.5</u>	11.9
Arizona	4.3	3.8	5.8	9.7	<u>10.3</u>	9.4
Nuevo México	4.2	3.6	4.3	7.1	<u>7.8</u>	7.2
Texas	5.0	4.4	4.9	7.5	<u>8.2</u>	8.0
Promedio regional	4.1	3.9	4.9	7.8	8.0	7.6

Fuente: elaboración propia con datos del BLS y ENOE.

Nota: las cifras marcadas representan a las mayores tasas de desempleo del periodo.

La coyuntura de peso plasmadas en el cuadro 1.1 es que los estados de la frontera norte de México el desempleo aumenta junto con la caída del producto presentándose en el mismo año ambas situaciones, o sea, en el 2009 en la mayoría de los casos. En tanto en los estados de la frontera sur de Estados Unidos, los mayores porcentajes de desempleo se observan en el 2010, en paralelo con la recuperación del PIB.

Por otra parte, en el promedio regional las elevadas pérdidas de empleo se perciben en el 2010, lo cual puede estar influido por las altas tasas del indicador en los estados de Estados Unidos. Otra particularidad que es importante subrayar, es el comportamiento de las tasas de desempleo de California y Arizona, quienes entre 2006-2007 sus tasas son muy parecidas al resto de los estados que conforman la región transfronteriza, pero entre 2008-2009 se disparan considerablemente, hasta alcanzar tasas de dos dígitos en California en 2009 y en Arizona en 2010, en el 2011 Arizona regresa a tasas de un dígito, pero California se mantiene en dos dígitos.

Uno de los más grandes efectos que ha tenido la crisis de 2008, ha sido sobre el empleo logrando incrementar a casi el doble las tasas de desempleo tan solo de un año a otro, empero es crucial analizar el comportamiento del mismo a lo largo del periodo, en donde después de un aumento considerable viene acompañado de una recuperación del empleo, quizá no a los niveles previos del *shock* transitorio, pero tampoco se sigue la tendencia tenida durante el tiempo de crisis.

En el cuadro 1.2 se establecen los salarios promedio por hora de la región transfronteriza en el periodo 2007-2011, en lo que respecta a los salarios se puede resaltar la diferencia tan marcada entre lo obtenido en los estados ubicados en Estados Unidos y los de México, en la mayoría de los estados son de alrededor de entre ocho y diez veces lo que se gana en promedio por hora en Estados Unidos que lo que se consigue en México. Adicionalmente se contempla como hay fluctuaciones en el salario en los estados de la frontera norte de México y en Estados Unidos tiende a aumentar paulatinamente independientemente la fase del ciclo económico.

Otro factor trascendental radica en el comportamiento general del salario, en que los indicadores transfronterizos anteriores tendían a tener fuertes repercusiones sobre la economía regional, caso que no sucede con el salario promedio, lo que puede estar asociado a que normalmente este se encuentra sujeto a leyes salariales, y por ello las tasas de desempleo aumentan de forma significativa en los periodos de crisis. En cuanto al promedio regional el menor indicador se registra en el 2007, aunque, luego aumenta en 2008, para volver a caer en 2009, entonces de

alguna forma logra tener efecto sobre el indicador regional, a la par puede estar conexo con la caída del salario en la frontera norte de México, cuyo resultado se articula a la depreciación del tipo de cambio.

Cuadro 1.2 Salario promedio por hora en los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2007-2011

Estado/Año	2007	2008	2009	2010	2011
Baja California	3.18	3.26	2.62	2.84	2.86
Sonora	2.83	3.12	2.54	2.67	2.66
Chihuahua	2.94	2.84	2.34	2.39	2.39
Coahuila	2.87	2.83	2.37	2.52	2.55
Nuevo León	3.50	3.43	2.82	3.11	3.07
Tamaulipas	3.09	3.06	2.65	2.56	2.60
California	24.69	24.72	25.48	26.36	26.91
Arizona	19.83	20.69	22.03	22.16	22.56
Nuevo México	18.57	18.73	18.92	19.57	19.71
Texas	21.07	21.30	21.40	21.36	21.97
Promedio regional	10.26	10.40	10.32	10.55	10.73

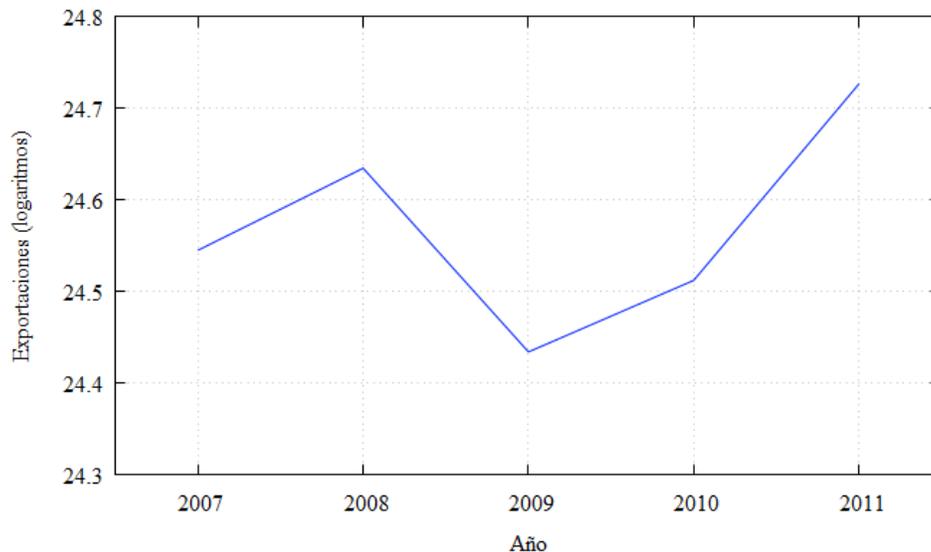
Fuente: elaboración propia con datos del BLS y ENOE.

Nota: 1) las cifras se encuentran expresadas en dólares corrientes, y 2) a falta de observaciones de los estados de la frontera sur de Estados Unidos en 2006 se presenta la serie de 2007-2011.

Las fases del ciclo concentradas en las crisis tienen la característica de tener repercusiones sobre todos los indicadores macroeconómicos derivados de la inestabilidad del sistema económico, en el cual efectos sobre una variable se traducen en daños sobre otras dado que es un sistema dinámico interdependiente. Dentro de los principales efectos suelen situarse dentro del sector externo. Para analizar las implicaciones sobre el sector externo de la región transfronteriza se utilizan las exportaciones promedio, cuyo comportamiento en el periodo 2007-2011 se muestran en la figura 1.4.

Las exportaciones promedio de los estados de la región transfronteriza, presentan una conducta muy parecida a la del PIB regional, teniendo el desplome en el 2009, pero a diferencia del producto después de la recuperación logran alcanzar valores superiores en comparación con los antecesores de la crisis para ser exactos, en el 2011 se supera lo obtenido en el 2008.

Figura 1.4 Exportaciones promedio de la región transfronteriza México – Estados Unidos
2007-2011



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y CENSUS U.S.

Nota: 1) el promedio de la región son las exportaciones promedio en dólares corrientes de los diez estados que conforman la región, 2) para fines de practicidad se expresan en logaritmos, y 3) a falta de datos de los estados de la frontera norte de México en 2006 se utiliza el periodo 2007-2011.

Cabe señalar que el comportamiento individual de las exportaciones por estados, en la mayoría de ellos tienen el descenso de mayor magnitud en el 2009, a excepción solamente de California quien presenta la mayor caída en el 2010 (véase anexo 3). En casi todas las entidades logran superar las exportaciones que se tenían entre 2007-2008 en el 2010-2011, solamente Baja California, Tamaulipas, Arizona y Nuevo México no son casos de éxito en dicha situación.

Después de analizar algunos indicadores macroeconómicos de la región transfronteriza y el comportamiento individual de los estados en años anteriores y posteriores a la crisis de 2008, no hay duda de los daños que ha causado sobre la economía regional. En el que cambia el rumbo postrero de la economía transfronteriza.

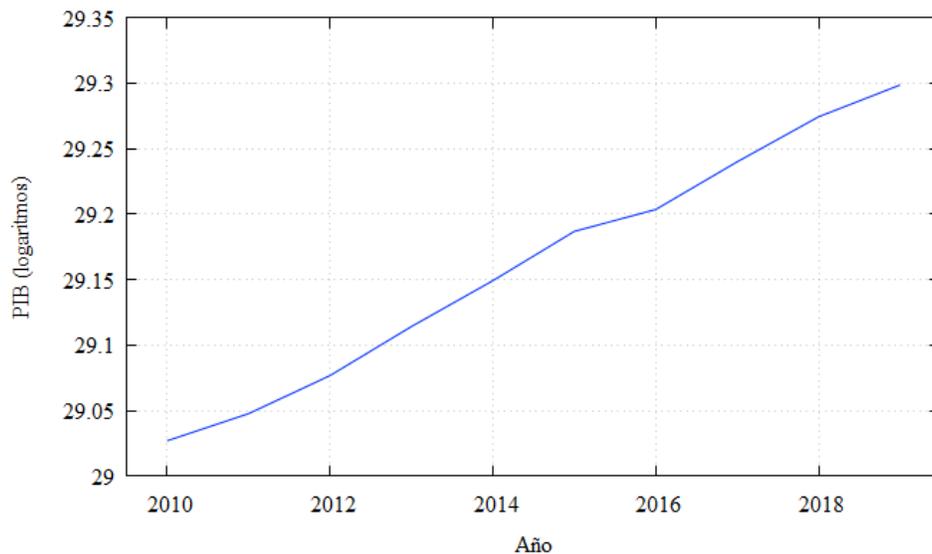
La teoría de los ciclos económicos demarca diferentes fases partes del ciclo económico, donde después de una crisis prosigue la recuperación, para alcanzar el auge. Las principales características de las fases de recesión y crisis suscitan a una inestabilidad macroeconómica teniendo efectos sobre todos estos indicadores, en su mayoría regresan a niveles pasados, que a su vez cambian la tendencia y rumbo futuro de la economía, donde se vuelve difícil y en algunas ocasiones imposible alcanzar la senda de crecimiento que se tenía con anterioridad. Así como

la inestabilidad es parte de la recesión y crisis, la estabilidad es una característica de los periodos de recuperación y auge. Una vez que se han analizado las repercusiones de la recesión y crisis de 2008 sobre la región transfronteriza es necesario conocer el comportamiento en el periodo de estabilidad.

1.2.4 La recuperación de la crisis de 2008 en la región transfronteriza México – Estados Unidos

La recuperación económica de la crisis de 2008 inicia durante los primeros meses de 2010 después de haber caído durante dos años consecutivos y tocado fondo en el 2009. A partir de la recuperación el periodo 2010-2019 se puede considerar como de estabilidad macroeconómica para la región transfronteriza, ya que no se tuvieron situaciones que generaran graves consecuencias sobre la economía regional. En la figura 1.5 se presenta el PIB de la región durante el 2010-2019.

Figura 1.5 PIB de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2010-2019



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y BEA.

Nota: 1) el PIB transfronterizo se obtiene de sumar el PIB de los diez estados que conforman la región transfronteriza, 2) las cifras se encuentran en dólares constantes de 2013, y 3) para fines prácticos se expresa en logaritmos.

El comportamiento del PIB en 2010-2019 tiene una tendencia creciente, presentando solo una pequeña caída durante 2015-2016, fuera de este suceso se observa una senda de crecimiento constante en dicha variable para la región transfronteriza. Pese a que esto ha suscitado en el

panorama regional, la situación individual para cada uno de los estados miembros de la región se encuentra en el anexo 4, aunque de forma general el total de los estados mantienen una tendencia positiva para todo el periodo la conducta de cada uno de ellos puede diferir.

El que mayores disparidades presenta frente al resto de estados de la muestra es Nuevo México (véase anexo 4) quien tiene dos caídas abruptas durante 2013 y 2016, pero logra recuperarse de forma casi inmediata. Una de las principales diferencias halladas en cada uno de los estados, es que en el periodo de estabilidad las caídas no coinciden enteramente en las entidades, lo cual puede estar referido a características propias de la estructura económica de los estados en particular. De manera contraria a lo que sucede en las fases de crisis donde todos se ven afectados básicamente en el mismo momento, dado el factor de interdependencia generado entre cada uno de los miembros.

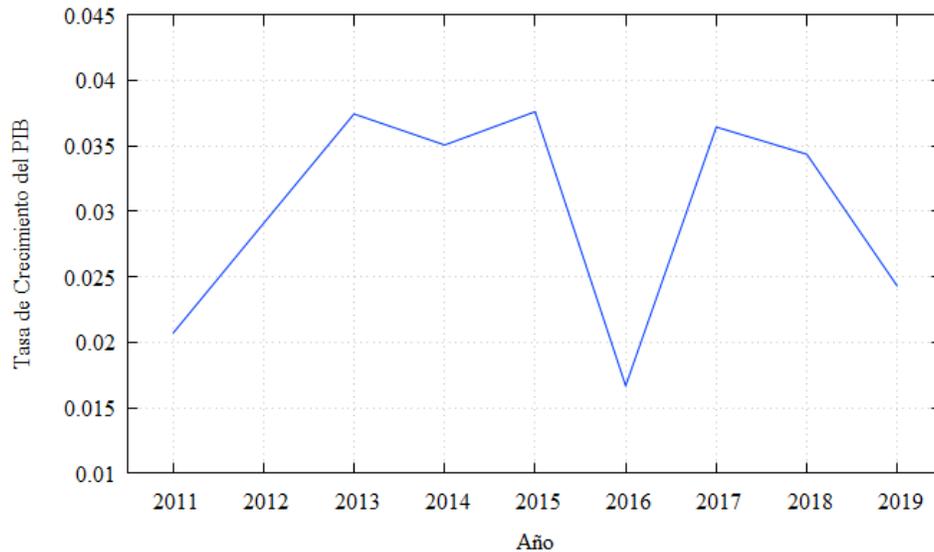
Adicionalmente se pueden identificar los estados que han dispuesto de mayor estabilidad en el periodo dentro de los que se pueden destacar: Baja California, Chihuahua, Nuevo León, California y Arizona, que además son los que han sufrido mayores caídas en el periodo de recesión. Por lo que se infiere, que a pesar de lo sucedido han podido sobresalir de la situación vivida en el periodo de crisis por diferentes situaciones, probablemente la de mayor peso se enfoque en los sectores de especialización de cada uno de ellos.

Para complementar el análisis del comportamiento del PIB en la región transfronteriza se presentan las tasas de crecimiento para esta durante el periodo 2010-2019 en la figura 1.6. El aspecto de mayor trascendencia es que la economía ha crecido de forma paulatina durante todos los años que integran el periodo de análisis, mas este ha sido en diferente proporción para cada año. Esta ha incrementado entre 1.8% y 3.8%, la mayor tasa se encuentra en el 2012-2013 y 2014-2015 con 3.8%, por otra parte, la menor es de 1.8% en el 2015-2016.

Pese a que en la economía global regional se ha tenido estabilidad de tal manera que no se han presentado descensos en 2010-2019, las tasas de crecimiento individuales para cada estado que integran la región se figuran en el anexo 5. Al igual que lo presentado en términos de los niveles del PIB; en las tasas de crecimiento puede ser un tanto diferente para cada individuo, sin embargo, lo de mayor relevancia son aquellos que cuentan con disminuciones en el periodo de estabilidad, por ejemplo: Sonora, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo México y Texas, que son

básicamente la mitad de la muestra, entre estos se distinguen los de mayor inestabilidad a Coahuila y Nuevo México.

Figura 1.6 Tasa de crecimiento del PIB de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2010-2019



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y BEA.

Nota: la tasa de crecimiento se obtiene de la diferencia logarítmica del PIB.

En las fases del ciclo económico el empleo es uno de los factores sobre los cuales se causan efectos, en el apartado anterior se revela como la crisis ha tenido graves secuelas sobre este, hasta es de los que más ha tardado en recuperarse tal y como se advierte en el cuadro 1.3. El estado que mayores tasas de desempleo ha presentado en el periodo 2010-2019 es California quien de 2010-2012 tienen tasas de dos dígitos, es hasta 2013 en donde comienza a recuperarse hasta encontrarse por debajo del promedio regional en 2014.

Hay que remarcar también las diferencias en las tasas de desempleo presentadas en la frontera norte de México y la frontera sur de los Estados Unidos, anteriormente se ha hecho referencia a que son los estados miembros de este último los que acostumbran tener las mayores tasas de desempleo en la región, caso que prevalece aun en el periodo de estabilidad. A nivel regional las tasas fluctúan a lo largo de 2010-2016, es hasta 2017 que se estabilizan para disminuir en el 2018 y mantenerse en el 2019. Uno de los hechos de importancia se enfoca a la situación de Baja California, cuando se hace la comparación con el resto de estados, así como con la media

regional este suele tener las menores tasas de desempleo a lo largo de todo el periodo, además es de los estados que se ha caracterizado por tener estabilidad en el comportamiento del PIB.

Cuadro 1.3 Tasa de desempleo en los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2010-2019

Estado/Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Baja California	5.6	6.1	6.2	5.3	5.6	4.1	2.7	2.9	2.5	2.6
Sonora	7.3	6.5	6.4	5.5	5.5	4.9	5.0	3.7	3.7	4.3
Chihuahua	7.2	6.9	6.5	5.2	4.2	3.7	3.2	2.7	3.2	3.1
Coahuila	7.6	6.0	5.5	5.6	5.4	5.1	4.4	4.4	4.2	4.6
Nuevo León	6.6	6.1	5.8	5.6	5.2	4.6	4.3	3.8	3.6	3.6
Tamaulipas	7.1	7.5	6.6	6.8	5.3	4.8	4.7	4.1	3.9	3.5
California	12.5	11.9	10.5	9.0	7.6	6.3	5.5	4.8	4.3	4.1
Arizona	10.3	9.4	8.3	7.8	6.8	6.1	5.5	5.0	4.8	4.9
Nuevo México	7.8	7.2	7.0	6.9	6.6	6.6	6.7	6.1	4.9	4.9
Texas	8.2	8.0	6.7	6.3	5.2	4.5	4.6	4.3	3.9	3.5
Promedio Regional	8.0	7.6	6.9	6.4	5.7	5.1	4.6	4.2	3.9	3.9

Fuente: elaboración propia con datos del BLS y ENOE.

El tema del salario promedio percibido por la fuerza de trabajo de la región es algo particularmente especial, dado que en la frontera sur de Estados Unidos tienen aumentos anuales independientemente de la fase del ciclo en el que se encuentre la economía como se registra en el cuadro 1.4. Igualmente es importante mencionar que los salarios en estos se encuentran por encima de la media regional y la diferencia con la frontera norte de México es abismal.

Mientras que en los estados de México ronda entre los 2-3 dólares promedio la hora, en Estados Unidos en la mayoría supera los 20 dólares promedio la hora, que sería aproximadamente diez veces lo percibido en la economía mexicana. Aunque cabe resaltar que las cifras son en términos corrientes que podrían estar influidos por las fluctuaciones en el tipo de cambio, pero aun cuando se encontraran en cifras reales las diferencias permanecerían.

Si se centra solamente en lo obtenido en la media regional se observa que el ingreso de mayor dimensión es en el 2019, por otro lado, el menor se percibe en el año inicial, o sea, en el 2010. California es la entidad que posee los salarios mayores, mientras que Chihuahua es la que presenta los menores ingresos. Al agruparlos por la región según el país, en la frontera norte de México es Nuevo León el que tiene mayores salarios, mientras que el de menores percepciones es Chihuahua, en la frontera Sur de Estados Unidos el que tiene mayores salarios promedio por hora es California, y el de menor es Nuevo México.

Aunque los de mayores ingresos en ambos lados de la frontera no comparten límites comunes, los de menores ingresos si lo hacen, por lo cual, estos podrían estar influidos por las dinámicas de intercambio comercial de cada uno de ellos, así como la procedencia de las empresas instaladas en las entidades.

Cuadro 1.4 Salario promedio por hora en los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2010-2019

Estado/Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Baja California	2.84	2.86	2.74	2.83	2.66	2.28	2.07	2.16	2.35	2.50
Sonora	2.67	2.66	2.62	3.01	2.96	2.45	2.13	2.31	2.40	2.51
Chihuahua	2.39	2.39	2.50	2.59	2.57	2.27	2.14	2.30	2.35	2.53
Coahuila	2.52	2.55	2.67	2.72	2.68	2.33	2.06	2.17	2.24	2.40
Nuevo León	3.11	3.07	2.98	3.17	3.00	2.63	2.31	2.43	2.46	2.68
Tamaulipas	2.56	2.60	2.56	2.63	2.55	2.22	1.99	1.99	2.19	2.30
California	26.36	26.91	26.90	27.01	27.49	28.13	28.97	30.05	30.97	32.44
Arizona	22.16	22.56	22.61	22.88	22.81	23.17	23.93	25.21	25.57	26.43
Nuevo México	19.57	19.71	19.83	20.15	20.44	20.43	20.60	21.39	22.10	22.97
Texas	21.36	21.97	22.20	22.86	23.80	24.39	24.59	25.42	25.91	26.22
Promedio Regional	10.55	10.73	10.76	10.99	11.10	11.03	11.08	11.54	11.85	12.30

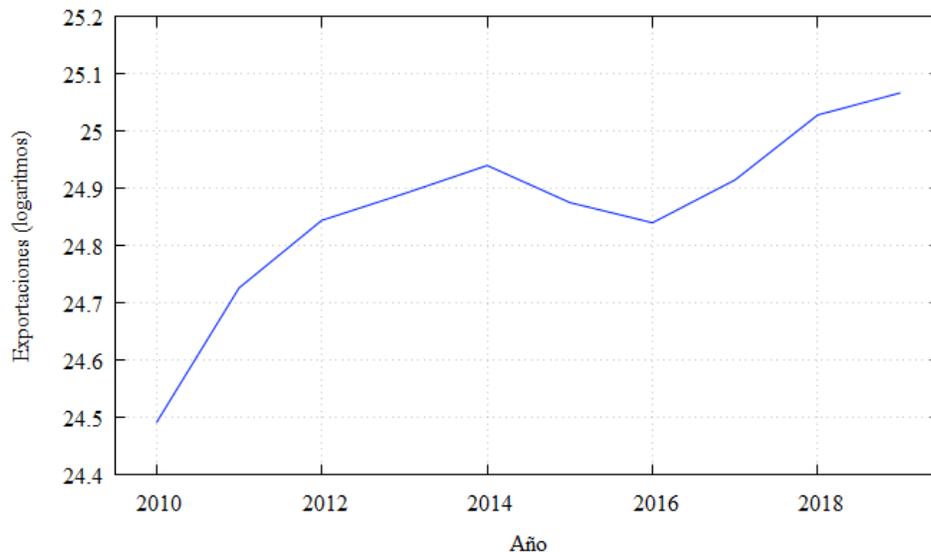
Fuente: elaboración propia con datos del BLS y ENOE.

Nota: las cifras se encuentran expresadas en dólares corrientes.

Contrario a lo sucedido en el periodo de crisis, en donde el PIB y el promedio de las exportaciones regionales tenían un comportamiento común, en el de estabilidad esto no es así tal y como se muestra en la figura 1.7. Las exportaciones promedio tienden a ser más fluctuantes que el PIB aun cuando ambos poseen tendencia positiva, pero hay algo en lo que sí coinciden y es en un declive entre 2015-2016.

Si se analiza la situación individual de las exportaciones estatales en el periodo 2010-2019 representadas en el anexo 6, se entiende de mejor manera lo presentado de forma regional, ya que para cada entidad el comportamiento de estas es bastante cambiante de un año a otro, aun cuando todas tienen tendencia positiva. En lo que a las exportaciones se refiere, los estados de la frontera norte de México tienen un comportamiento muy similar que se puede apreciar aun en la forma de cada uno de los gráficos, sin embargo, las caídas se observan en años diferentes, sucede exactamente lo mismo con las entidades que se ubican en la frontera sur de Estados Unidos. Pero al compararlo con sus vecinos de países diferentes, las caídas si suelen coincidir entre un estado y otro, por ejemplo, Baja California y California, tienen un desplome sincronizado de las exportaciones en el 2016.

Figura 1.7 Exportaciones promedio de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2010-2019



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y CENSUS U.S.

Nota: 1) el promedio de la región son las exportaciones promedio en dólares corrientes de los diez estados que conforman la región, y 2) para fines de practicidad se expresan en logaritmos.

De forma general en el promedio regional, las exportaciones han tendido a crecer a lo largo del periodo, teniendo solo un pequeño derrumbe a la mitad de la etapa analizada, a pesar de ello, no logra compararse con lo presentado en el periodo de crisis. Es importante señalar, que las exportaciones también se encuentran influidas por la demanda externa que no precisamente se relaciona con las características propias de los estados.

Seguidamente de examinar algunos indicadores macroeconómicos en la fase de recuperación de la crisis de 2008, se pueden identificar algunas similitudes y diferencias entre los estados que constituyen la región transfronteriza México – Estados Unidos, que demuestran que aunque la interacción económica, política y social entre cada uno de ellos ha tendido a minimizar las diferencias existentes, estas no se han erradicado, lo cual es una ventaja ya que es lo que sigue permitiendo el intercambio entre cada una de ellas.

Dentro de las relaciones económicas existentes dentro de países, regiones y localidades hay un trasfondo que ha permitido esto se materialice, cimentadas principalmente por las diferencias que abren paso al intercambio que soporta la integración en diferentes ámbitos del sistema económico de las mismas. Dentro de las cuales la región transfronteriza México – Estados

Unidos ha sido sujeta de una integración esencialmente económica influida por la cercanía de las mismas y las diferencias existentes entre cada uno de sus miembros a tal grado que son dependientes unas de otras.

La integración y dependencia entre los estados que conforman la región transfronteriza se ha hecho evidente antes, durante y después de la crisis de 2008, donde las suscitadas consecuencias de dicho fenómeno logran tener efectos sobre la economía regional en general, y sobre cada uno de sus miembros de forma muy parecida. Aunque la crisis ha afectado a absolutamente toda la región, también han seguido una recuperación casi sincronizada en ambos lados de la frontera a partir del 2010, seguido de este año la estabilidad ha sido una de las principales características de los indicadores regionales, aunque evidentemente las afectaciones cambian el rumbo futuro de las economías, tal y como ha sido analizado en cada uno de los indicadores antes presentados.

Los ciclos tienen como atributo la presencia de diversas fases ordenadas que suceden en ocasiones repetidas, siendo parte también del ciclo económico donde después de la crisis sigue la recuperación, el auge y después del auge la recesión. Cada una de estas etapas tiene consigo características propias que afectan el presente y futuro de la economía, para sobrellevar la crisis es necesaria una reestructuración económica que en la mayoría de los casos tiene efectos sobre fenómenos económicos, tales como el crecimiento económico y la convergencia.

CAPÍTULO II.

CRECIMIENTO ECONÓMICO Y CONVERGENCIA ECONÓMICA REGIONAL; LA IMPORTANCIA DEL CAPITAL HUMANO.

Siempre hay un motivo para crecer.

El crecimiento económico ha sido una de las principales preocupaciones del análisis macroeconómico a lo largo del tiempo, ya que se ha considerado que este es una condición necesaria mas no suficiente para alcanzar el desarrollo de las sociedades. El modelo de crecimiento económico neoclásico básico y ampliado han sido los fundamentos para la creación de las hipótesis y ecuaciones de convergencia en sus diferentes tipos. Aunque existe un vínculo estrecho entre el crecimiento económico y la convergencia hay diferencias entre cada uno de estos planteamientos, que se recogen en los objetivos que buscan analizarse. Bajo-Rubio (1998) señala que una de las principales diferencias entre estos términos es que el crecimiento económico busca comparar a una economía frente a su comportamiento histórico, mientras que la convergencia busca contrastar las sendas de crecimiento de un grupo economías.

Entre los diferentes estudios realizados en la historia se ha señalado la importancia del capital humano como determinante del crecimiento económico y la convergencia, donde este puede afectar directamente o indirectamente al crecimiento económico. Pese a que en un principio los análisis del crecimiento económico y convergencia se enfocaban primordialmente a los países en el paso de los años ha cobrado relevancia la indagación regional, porque la disminución de la escala permite a su vez reducir las diferencias existentes entre las muestras de estudio, permitiendo que los supuestos de estas hipótesis puedan explicar en mayor medida la realidad económica.

En este capítulo se abordan las implicaciones del modelo neoclásico de crecimiento económico, la influencia de este sobre los tipos de convergencia, la importancia del capital humano como determinante del crecimiento económico y la convergencia en los modelos de crecimiento económico endógeno, finalmente se recoge evidencia empírica para diferentes muestras de países y regiones, quienes utilizan diversas metodologías para la comprobación de las hipótesis de β y σ convergencia en distintos momentos en el tiempo.

2.1 El modelo neoclásico de crecimiento económico

Aunque el crecimiento económico podría parecer un tema contemporáneo este se ha encontrado implícito en la ciencia económica, desde la fundación de la economía misma. En la actualidad se reconoce como precursores de las teorías del crecimiento económico a Solow (1956) y Swan (1956) por sus respectivos modelos teóricos del crecimiento económico, sin embargo, este ya había sido abordado por los economistas clásicos como Smith y Marx. De igual manera, el modelo de Solow (1956) surge como una crítica a los modelos de Harrod (1939) y Domar (1948).

Los modelos de Solow y Swan (1956) han sido uno de los más grandes pilares para la evolución de las teorías del crecimiento y desarrollo económico, que han llegado a trascender en el tiempo a pesar de las críticas que se generan al tratar de simplificar aspectos tan complejos del sistema económico, y sobre todo cuales serían los determinantes para el crecimiento y desarrollo de localidades, regiones y países.

A través de los años se ha desarrollado el modelo mejor conocido como Solow-Swan en donde se incorporan los principales conceptos y conclusiones a los que llegan ambos autores en su modelación para explicar los determinantes del crecimiento económico, en la actualidad se le conoce como el modelo neoclásico de crecimiento económico.

El cual parte de la siguiente función de producción³:

$$Y=f(K,L) \tag{2.1}$$

Donde Y (producción) se puede disponer para ahorro o consumo, K (capital) es el factor acumulable, mientras que L (trabajo) no puede ser acumulado.

Al representar la ecuación 2.1 en términos de una Cobb-Douglas queda como:

$$Y=AK^{\beta}L^{\alpha} \tag{2.2}$$

Donde los términos simbolizan exactamente lo mismo que los de la ecuación 2.1, agregando además A que es un indicador que guarda el progreso tecnológico, los coeficientes β y α miden la elasticidad del producto con respecto a los factores productivos K y L .

³ El desarrollo del modelo de crecimiento neoclásico se basa en lo propuesto por Selva (2004).

El modelo de crecimiento neoclásico añade otros supuestos dentro de los que se destacan: la ausencia de progreso tecnológico, la función de producción debe cumplir con las condiciones de INADA lo que involucra que; la función de producción tiene rendimientos constantes de escala; cuando $K > 0$ y $L > 0$ y los productos marginales de ambos son positivos y decrecientes; el producto marginal del capital o trabajo se aproxima a infinito a medida que la cuantía de este tiende a cero, asimismo se aproxima a cero conforme la porción se acerca a infinito.

De igual manera, presupone una economía donde no hay mercados ni empresas, si no familias que producen, estas pueden ahorrar o consumir, y la parte que se ahorra se puede convertir en capital si se invierte. Representando la inversión como s , el aumento en el stock de capital en el tiempo viene dado por:

$$\dot{K} = sf(K, L) - \delta K \quad (2.3)$$

Donde \dot{K} es la derivada de K respecto al tiempo, s es el ahorro que se determina exógenamente y además se supone constante, δ es la tasa de depreciación del capital que al igual que el ahorro se figura constante y en este caso mayor a cero.

Otro de los supuestos incorporados es que toda la población es parte de la fuerza de trabajo, por lo que esta varía a lo largo del tiempo con base en la tasa de crecimiento de la población que, se asume constante y determinada exógenamente; por lo que la expresión algebraica de la tasa de crecimiento de la población es:

$$n = \frac{\dot{L}}{L} \quad (2.4)$$

Mientras, el aumento del stock de capital se expresa como:

$$\dot{K} = sAK^\beta L^\alpha - \delta K \quad (2.5)$$

Para obtener la relación capital/trabajo se divide el capital entre L por lo que la ecuación 2.5 quedaría como:

$$\frac{\dot{K}}{L} = sA\left(\frac{K}{L}\right)^\beta L^\alpha - \delta \frac{K}{L} \quad (2.6)$$

Definiendo la relación capital/trabajo como k , y derivando con respecto al tiempo, la ecuación 2.6 se reescribiría como:

$$\dot{k} = sAk^\beta L^{\alpha+\beta-1} - (\delta+n)k \quad (2.7)$$

Considerando que la tasa de crecimiento del producto por trabajador/habitante está dada por:

$$\gamma_k = \frac{\dot{k}}{k} \quad (2.8)$$

Al dividir ambos lados de la igualdad de la ecuación 2.7 entre k , se conseguiría calcular la tasa de crecimiento del capital per cápita, teniendo a consideración que la función de producción neoclásica infiere en rendimientos constante escala y rendimientos decrecientes de los factores que pueden ser acumulables, es decir:

$$\alpha + \beta = 1 \quad (2.9)$$

$$0 < \beta < 1 \quad (2.10)$$

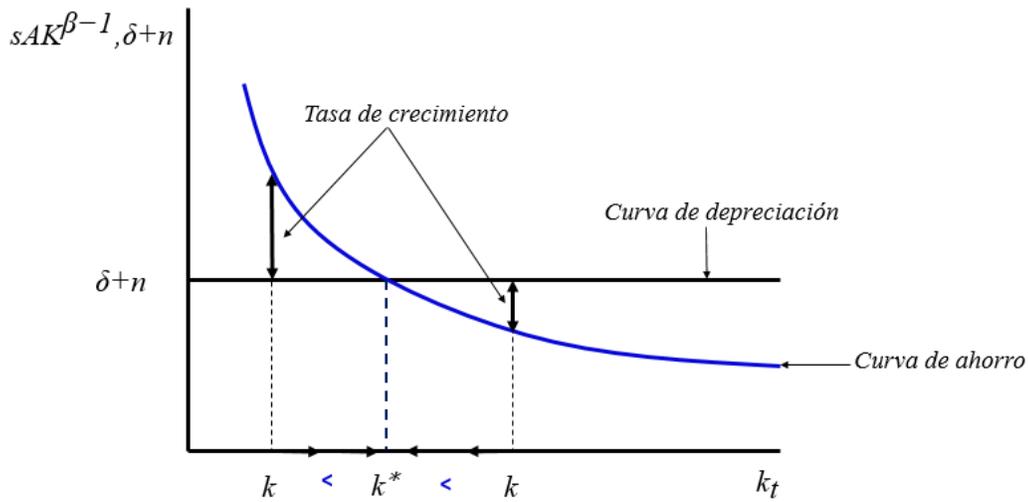
Entonces la tasa de crecimiento del capital se expresa como:

$$\gamma_k = sAk^{\beta-1} - (\delta+n) \quad (2.11)$$

En la figura 2.1 se simboliza ambos lados de la igualdad de la ecuación 2.11 donde se percibe que la curva de ahorro ($sAk^{\beta-1}$) es estrictamente decreciente debido al supuesto planteado en la ecuación 2.10, por otra parte la curva de depreciación ($\delta+n$) es positiva e independiente del capital per cápita (k). Derivado de lo anterior, la curva de depreciación y la de ahorro se cruzan solamente en una ocasión, es decir, únicamente en el estado estacionario o en equilibrio representado por (k^*), que es donde se mantienen tasas de crecimiento constantes para todas las variables. La distancia vertical entre la curva de ahorro y de depreciación, representa la tasa de crecimiento del capital por habitante (k), basado esto en la ecuación 2.11 en el que se restan los valores de ambas curvas.

En la figura 2.1 igualmente se puede deducir que cuando $k < k^*$ la tasa de crecimiento del capital per cápita es positiva ya que $sAk^{\beta-1} > (\delta+n)$, entonces k tiende hacia k^* , en el caso contrario, es decir, $k > k^*$ la tasa de crecimiento es negativa dado que $sAk^{\beta-1} < (\delta+n)$, pero también k tiende hacia k^* , en función de esto, se llega a la conclusión que el capital per cápita es estable en el estado estacionario, y la tasa de crecimiento es nula.

Figura 2.1 El estado estacionario en el modelo de crecimiento neoclásico



Fuente: elaboración propia basado en Selva (2004).

En el gráfico 2.1 también se pueden confirmar los supuestos del modelo, ya que por ejemplo el equilibrio se caracteriza por la ausencia de crecimiento, lo que se encuentra estrechamente relacionado con los rendimientos decrecientes del factor acumulable en este caso el capital, cuando los niveles de k son relativamente bajos un aumento en el mismo se traduce en un incremento en el producto, causado por altos niveles en la productividad marginal del capital.

Por otra parte, partiendo del supuesto de que una parte del ingreso adicional se ahorra y otra se invierte a una tasa constante, entonces el aumento en el stock de capital será significativo, pero habría que tomar en cuenta que los rendimientos de este son decrecientes, entonces conforme pasa el tiempo irá disminuyendo el producto adicional generado a medida que incrementa k .

Admitiendo que las familias productoras siguen ahorrando una fracción constante del producto los incrementos marginales del capital son cada vez menores, o sea, se aproximan a cero. Aunque, antes de encontrarse ante esta situación los aumentos del stock de capital cubren la sustitución del stock de capital que se ha depreciado y compensan la tasa de crecimiento de la población; siendo este suficiente para mantener el stock de capital constante, llegando así al estado de equilibrio, una vez alcanzado el estado estacionario la economía quedaría ahí para siempre, de acuerdo a lo estipulado en el modelo de crecimiento neoclásico.

2.2 Tipos de convergencia

Es a partir del modelo neoclásico del crecimiento económico de donde surgen las hipótesis y ecuaciones de convergencia, basados en la relación inversa existente entre la tasa de crecimiento del capital per cápita y los niveles del mismo, al inferir que la tasa de crecimiento de la renta per cápita es una proporción del capital por habitante, se asume una relación negativa entre la tasa de crecimiento de la renta per cápita y sus niveles iniciales, siendo esta relación la base fundamental de las hipótesis de β convergencia.

A lo largo del tiempo se han desarrollado distintos tipos de convergencia, no obstante, las de mayor relevancia histórica son la de tipo β y σ implementadas por Barro y Sala-i-Martin (1990, 1991 y 1992). Dentro de la convergencia del tipo β se pueden distinguir dos las cuales son absoluta y condicional, existiendo algunas diferencias entre lo que establece una y la otra. A continuación, se presentan los supuestos, hipótesis y ecuaciones de convergencia según su tipo.

2.2.1 β convergencia absoluta o incondicional

La β convergencia absoluta es de los tipos de convergencia de los que mayores análisis se han realizado a lo largo del tiempo. Esta metodología considera que las economías o individuos objeto de estudio no poseen diferencias iniciales en términos económicos, es decir, se supone que se tienen tasas de ahorro, depreciación del capital y de crecimiento de la población idénticas, por lo que todas tenderán hacia un mismo estado estacionario. Este enfoque asume que las variables siguen una misma senda de crecimiento, dado que no hay características que diferencien una economía de otra.

La relación inversa existente entre el nivel de la renta inicial per cápita y la tasa de crecimiento de la misma, indicaría que las economías pobres han crecido a mayores tasas que las ricas, esto principalmente por los rendimientos decrecientes del factor acumulable (el capital). En otras palabras, habría convergencia absoluta entre las entidades objeto de estudio. En el caso contrario cuando hay una relación directa entre el nivel inicial de la renta per cápita y su tasa de crecimiento, supondría que las economías ricas han crecido a mayores tasas que las pobres, por lo que el proceso encontrado sería de divergencia absoluta, o sea, no habría evidencia de que el factor acumulable posea rendimientos decrecientes.

Barro y Sala-i-Martin (1990) expresan estos supuestos dentro de una ecuación de sección cruzada, basados en el modelo de crecimiento neoclásico de Solow y Swan (1956) cuya expresión matemática es:

$$\frac{Y_{i,F}-Y_{i,0}}{T}=\mu-\beta Y_{i,0}+\varepsilon_i \quad (2.12)$$

Donde $Y_{i,F}$ es el logaritmo del PIB per cápita en el periodo final, $Y_{i,0}$ es el logaritmo del PIB per cápita en el periodo inicial, T el periodo total objeto de estudio, μ es la constante del modelo, β es el coeficiente asociado al logaritmo del PIB per cápita en el periodo inicial y ε_i el término error aleatorio. Bajo esta especificación la hipótesis de β convergencia absoluta se cumple cuando β es negativo y estadísticamente significativo.

La comprobación de la hipótesis de β convergencia absoluta dio paso a grandes debates entre los teóricos del crecimiento económico en la década de 1990. Es además una de las más utilizadas para contrastar la teoría con la evidencia empírica real entre países; aunque, más adelante Barro y Sala-i-Martin (1991) aclararon que esto era muy difícil que se cumpliera en la realidad, porque es complejo que países, e incluso localidades y regiones de un mismo país posean características iniciales que les permitan dirigirse hacia un mismo estado estacionario. A pesar de ello posibilita identificar si realmente las economías pobres han crecido a mayores tasas que las economías ricas, disminuyendo la brecha del ingreso entre ambas.

2.2.2 β convergencia no absoluta o condicional

A diferencia de la β convergencia absoluta, en la β convergencia condicional existen desigualdades iniciales que pueden estar vinculados a distintos factores tales como políticos, económicos y sociales, estableciendo que cada economía tiene cierto diferencial respecto a otra, pese a lo cual, se recomienda que las localidades, regiones o países posean cierta similitud o que estas diferencias no sean muy marcadas entre ellas.

Los niveles iniciales desiguales, permiten que cada economía tienda a estados estacionarios diferentes, por mejor decir, cada economía crecerá en mayor o menor medida según la distancia a su estado estacionario, en este caso puede ser posible que las economías ricas se encuentren más lejanas a su estado estacionario, por ende, crezcan a mayores tasas que las pobres. Lo que se traduce en la presencia de convergencia condicional si las entidades objeto de estudio que se

encuentran más alejadas a su estado estacionario, crecieron a mayores tasas que las que se encontraban menos apartadas del mismo. En situación contraria, si las que estaban más cercanas a su estado estacionario han crecido a mayores tasas que las distanciadas, habría β divergencia condicional.

Bajo estas condiciones Barro y Sala-i-Martin (1990) proponen la siguiente ecuación para estimar la β convergencia condicional:

$$\frac{Y_{i,T} - Y_{i,0}}{T} = \mu - \beta Y_{i,0} + \alpha X_{i,0} + \varepsilon_i \quad (2.13)$$

Los términos de la ecuación 2.13 son exactamente los establecidos en la ecuación 2.12, pero se agrega la variable condicionante en el periodo inicial a través del vector de variables X , las cuales contienen factores diferenciales entre las economías objeto de estudio. En tal sentido, se cumpliría la hipótesis de convergencia condicional si el coeficiente β es negativo, α es positivo (en la mayoría de los casos) y ambos son estadísticamente significativos.

2.2.3 σ convergencia

La σ convergencia, es el tercer tipo de convergencia el cual surge a partir de la crítica de Quah (1993), al análisis de β convergencia propuesto por Barro y Sala-i-Martin (1990). Esta estaba principalmente dirigida a que de acuerdo con Quah dentro de las estimaciones de este tipo de convergencia al trabajar con promedios del periodo total se incurría en la falacia de Galton, en el que no necesariamente estarían vinculados a un proceso de disminución de la brecha del ingreso per cápita.

Para poder precisar esto se establece el análisis de las desviaciones del logaritmo del PIB per cápita a través del tiempo, por medio de la varianza o desviación estándar (véase ecuación 3.1 y 3.2), que permiten verificar si efectivamente estas han tendido a disminuir, de esta manera, si el diferencial entre las entidades de mayores y menores ingresos se han aminorado. Si la tendencia es hacia la disminución de la dispersión hay evidencia a favor de la convergencia σ .

Un factor relevante en este caso, es que los resultados de las estimaciones de la convergencia del tipo σ , no desestima lo obtenido en las ecuaciones de la convergencia β , si no que se complementan entre sí mismas. Subrayando que la existencia de β convergencia es una condición necesaria pero no suficiente para la verificación de convergencia σ . Lo que, en otras

palabras, indica que la presencia de β convergencia no necesariamente implica que exista σ convergencia, pero la existencia de σ convergencia conlleva a la presencia de β convergencia.

2.3 El capital humano como determinante del crecimiento y la convergencia; desde la perspectiva de las teorías de crecimiento económico endógeno

2.3.1 El modelo de crecimiento económico neoclásico con progreso tecnológico

El modelo de crecimiento económico neoclásico con progreso técnico, es una ampliación del modelo neoclásico, en el que el progreso técnico deja de ser un factor ausente, para presentarse y tener efectos sobre las tasas de acumulación del capital, cuyo fundamento se encuentra en el trabajo pionero de Arrow (1962), quien subraya que cada unidad de capital invertida no solo tendrá efectos sobre el stock de capital sino también sobre el progreso técnico disponible por medio de la difusión tecnológica en la economía.

Dicho modelo es el cimiento de los modelos de crecimiento económico endógeno en los cuales el crecimiento de una economía no solo dependerá de la acumulación del capital físico, sino también de otros factores tales como el gasto en I+D, el capital humano y/o el gasto de gobierno.

El modelo de crecimiento con progreso técnico se puede representar de dos formas, una en la que el crecimiento económico solamente depende de un tipo de capital (físico) y otra en la que se incluyen factores que pueden influir en el crecimiento económico. El modelo de crecimiento con progreso técnico y con solo un tipo de capital parte de la siguiente función de producción del tipo Cobb-Douglas⁴:

$$Y = \rho K^\beta (AL)^{1-\beta} \quad (2.14)$$

Donde Y es la producción, K el capital y L el trabajo, A es el progreso tecnológico capaz de aumentar la eficiencia del trabajo, y ρ es un factor que afecta a la función de producción.

Bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala para los factores empleados, entonces la ecuación de producción se puede expresar como:

$$\frac{Y}{AL} = \rho \left(\frac{K}{AL} \right)^\beta \quad (2.15)$$

⁴ El desarrollo del modelo se basa en lo planteado por Bajo-Rubio (1998)

En el que $\frac{Y}{AL}$ es el nivel de producción por trabajador en unidades de eficiencia, $\frac{K}{AL}$ es el stock de capital por trabajador en unidades de eficiencia, y β es la elasticidad de $\frac{K}{AL}$. Expresando la ecuación 2.15 en términos de la producción per cápita quedaría como:

$$y = \rho A (k)^\alpha \quad (2.16)$$

Por el que $y = \frac{Y}{AL}$, $k = \frac{K}{AL}$, y A es la producción per cápita. Al tomar logaritmos y derivando con respecto al tiempo, entonces se obtiene:

$$\gamma_y = \gamma_A + \beta \gamma_k \quad (2.17)$$

Donde γ_y es la tasa de crecimiento de la producción, γ_A la tasa de crecimiento de progreso tecnológico, y $\beta \gamma_k$ es la tasa de acumulación del capital en unidades de trabajo eficiente, en el que el trabajo eficiente se pondera por el exponente del capital en función de la producción.

Mientras la acumulación del capital se denota como:

$$\dot{K} = sY - \delta K \quad (2.18)$$

La acumulación del capital se relaciona de forma directa con la tasa de ahorro (sY) y negativamente con la tasa de depreciación del capital (δK).

Por otra parte, la tasa de crecimiento del capital viene expresada por:

$$\gamma_k = \gamma_K - \gamma_A - \gamma_L = s\rho k^{\beta-1} - (\delta + \gamma_A + n) \quad (2.19)$$

Donde γ_k es la tasa de crecimiento del capital, $s\rho k^{\beta-1}$ la curva de ahorro, y $(\delta + \gamma_A + n)$ la curva de depreciación. Cuya expresión es muy similar a la obtenida en la ecuación 2.11, pero en estas circunstancias la curva de depreciación se encuentra a su vez influida por la tasa de crecimiento del progreso tecnológico. Bajo estas situación si $s\rho k^{\beta-1} > (\delta + \gamma_A + n)$ entonces $\gamma_k > 0$, mientras para $s\rho k^{\beta-1} < (\delta + \gamma_A + n)$ lleva a $\gamma_k < 0$ y si $s\rho k^{\beta-1} = (\delta + \gamma_A + n)$ se obtendría $\gamma_k = 0$, considerando estas relaciones la curva de ahorro y de depreciación se cruzan solamente en el nivel de capital de estado estacionario, y solo si el capital tiene rendimientos decrecientes.

Asumiendo que la acumulación de capital no solamente depende del stock de capital físico sino también de algún otro tipo de capital, entonces la ecuación 2.16 se reescribe como:

$$y = \rho A(k)^{\alpha + \beta} \quad (2.20)$$

A diferencia de la ecuación 2.16, en la expresión 2.20 el modelo tiene una mayor elasticidad de la producción con respecto al stock de capital dado que es afectado por más de un factor, cuya elasticidad se mide por medio de los exponentes α y β , que son además los que determinan los tipos de rendimientos del capital agregado a causa de las externalidades asociadas con la difusión del progreso tecnológico, influidas por la acumulación del capital físico y el capital humano, tecnológico o público.

Tomando logaritmos y derivando con respecto al tiempo la ecuación 2.20 se determina la tasa de crecimiento del producto que viene dada por:

$$\gamma_y = \gamma_A + (\alpha + \beta)\gamma_k \quad (2.21)$$

En el que la tasa de acumulación del capital en términos de trabajo eficiente viene ponderada por la suma de los exponentes α y β . Entonces la tasa de acumulación del capital en términos de eficiencia viene dada por:

$$\gamma_k = \gamma_K - \gamma_A - \gamma_L = s\rho k^{\alpha + \beta - 1} - (\delta + \gamma_A + n) \quad (2.22)$$

En el que si $\alpha + \beta < 1$ se encontrarían rendimientos decrecientes, si $\alpha + \beta = 1$ entonces caerían en rendimientos constantes y $\alpha + \beta > 1$ en rendimientos crecientes de escala. El escenario de los rendimientos decrecientes y crecientes se muestran en los gráficos ubicados en la figura 2.2. En el panel *a* y *b* sucede básicamente lo mismo a lo expresado en la ecuación 2.19, la única diferencia entre ambos casos radica en la forma de la curva de ahorro, en el cual la del panel *a* es negativa (rendimientos decrecientes) y la del panel *b* es positiva (rendimientos crecientes).

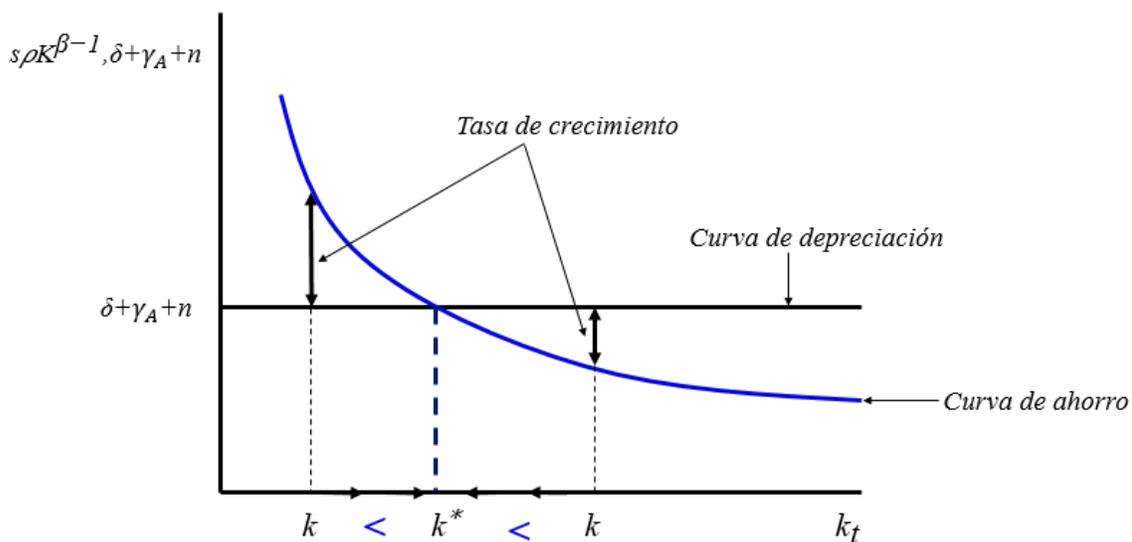
Dada la ecuación 2.22 la tasa de crecimiento depende de la curva de ahorro y depreciación, por lo que cuando la curva de ahorro sea mayor a la curva de depreciación habrá tasas de crecimiento del capital/producto positivas, caso contrario cuando la tasa de depreciación supera a la de ahorro.

La principal diferencia entre lo que sucede en el panel *a* y *b*, es que cuando los rendimientos del capital son decrecientes, entonces este tiende hacia el capital óptimo, es decir, al de estado estacionario, al ser un sistema estable esto conduce a la convergencia. Por el contrario, cuando los rendimientos del capital son crecientes, el sistema no será estable, por lo que el capital en el

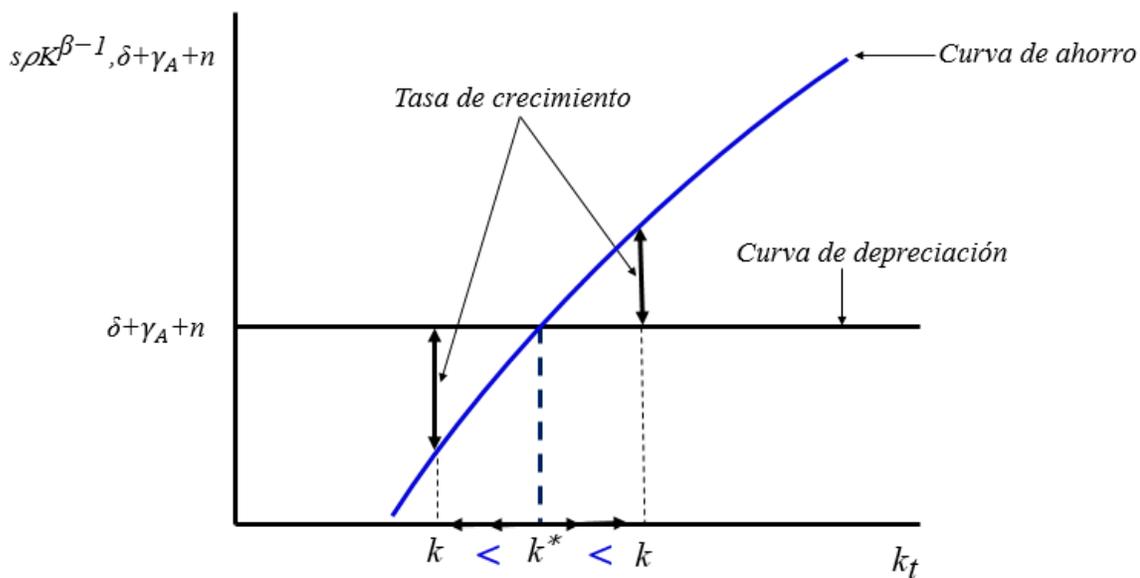
tiempo tendera a alejarse del óptimo de equilibrio, por lo que no es posible que haya convergencia.

Figura 2.2 El estado estacionario en el modelo neoclásico ampliado

a. Cuando $\alpha + \beta < 1$



b. Cuando $\alpha + \beta > 1$



Fuente: elaboración propia basado en Bajo-Rubio (1998)

2.3.2 La importancia del capital humano para el crecimiento económico y como condicionante de la convergencia

Para poder entender la importancia del capital humano sobre el crecimiento económico, y por ende como un factor determinante de la convergencia es necesario, definir que es. El término se remonta a los teóricos clásicos, los cuales habían incluido dentro de sus teorías la importancia de dicha variable para el crecimiento económico, mas, este se retoma hasta la década de 1950 y 1960; mediante dos corrientes una de ellas enfocada a su relevancia dentro de los factores de producción y la otra como determinante en la disminución de las brechas del ingreso per cápita fungiendo como variable condicionante de la convergencia.

Se han generado diferentes definiciones de lo que podría ser considerado como capital humano y las variables que pueden fungir como aproximación a dicho factor. Adam Smith es uno de los primeros autores en resaltar la importancia del capital humano, quien lo define como la capacidad y destreza que adquieren los individuos a través de la formación profesional, esta requiere de tiempo y esfuerzo, por lo que las retribuciones a este tipo de capital se perciben por medio del salario.

Mientras que Schultz (1961) desarrolla el término como el conjunto de cualidades intrínsecas en los individuos tales como la habilidad, conocimiento y atributos que afectan a la productividad. Por otro lado, Becker (1962) lo conceptualiza como la suma de capacidades productivas que un individuo adquiere por la acumulación de conocimientos generales o específicos a lo largo de su vida. Lewis (1980) establece que el capital humano está conformado por el conjunto de habilidades y destrezas de los trabajadores, adquiridos por medio de la educación, capacitación y el ambiente en el que se desarrollan. Mincer y Ofek (1982) entienden al capital humano como las capacidades adquiridas a través de la educación formal e informal, en la escuela y en el hogar, mediante la formación, la experiencia y la movilidad en el mercado laboral.

Aun cuando existen diferentes percepciones de lo que puede ser el capital humano, la mayoría de ellas presentan características comunes, que van enfocados al conjunto de habilidades, capacidades, destrezas que solamente pueden ser desarrolladas a través de los seres humanos, por medio de la educación formal o informal, y las condiciones en las que se desarrollan,

influidas por las capacidades físicas y mentales de ellos, que en su conjunto poseen la cualidad de aumentar la productividad y ello afecta al proceso de crecimiento económico.

En cuanto a la definición, los autores no tienden a diferir, sin embargo, se han presentado diferentes debates de cuáles son las variables que tienen mayor acercamiento a dichas características presentes en la fuerza de trabajo capaces de tener efectos sobre el crecimiento económico y la convergencia, entre ellas se han encontrado diversos enfoques siendo los de mayor relevancia aquellos que consideran a la educación como una medida de capital humano y la otra quienes presentan indicadores de salud como indicador de la calidad del mismo.

Entre las aproximaciones al capital humano, se pueden diferenciar en dos grandes grupos aquellas enfocadas a aspectos cuantitativos, y el otro grupo que tienen como fin identificar aspectos cualitativos. En la literatura, se ha tenido un gran reto para representar al capital humano, pero de las variables que mayormente se han utilizado se centran a la educación tales como la tasa de escolarización y los años de escolaridad promedio en la población general o en edad de trabajar.

En el cuadro 2.1 se presentan las variables que se han utilizado en diferentes estudios macroeconómicos para figurar al capital humano, en análisis de crecimiento y convergencia, en donde en el grupo de variables cualitativas se presentan indicadores que se encuentran enfocados a factores que influyen en la calidad del capital humano lo que permite incrementos en la productividad del mismo, y las cuantitativas que son capaces de medir la formación de dicho tipo de capital.

Cuadro 2.1 Variables que han funcionado como aproximación al capital humano a nivel macroeconómico

Cuantitativas	Cualitativas
Tasa de escolarización, número de matriculados, años de escolaridad promedio, tasa de alfabetismo, número de personas que recibieron capacitación, años de experiencia laboral promedio.	Esperanza de vida, tasa de mortalidad, gasto en salud, gasto en educación, número de profesores, salario de profesores, número de investigadores, cantidad de escuelas, resultados de pruebas estandarizadas, calificaciones de los alumnos, cantidad de centros de investigación.

Fuente: elaboración propia.

Una de las críticas que se le ha hecho al modelo de crecimiento neoclásico se encuentra principalmente enfocado al considerar supuestos un tanto irreales, como es el caso de hacerlo bajo el esquema de una economía cerrada, cuando en la realidad se tiene un mundo globalizado

en el caso de los países, y un marco económico distinto en las regiones de un mismo país. Pero, Barro, Mankiw y Sala-i-Martin (1995) señalan que la forma en que esto se puede revertir es incorporando al capital humano, esto porque tiene una menor movilidad de una región a otra, derivado de la estructura del mercado laboral de cada economía, puesto que la movilidad de dicho factor se encuentra restringida la convergencia regresa a ser un proceso paulatino y no inmediato.

En el marco del modelo de crecimiento neoclásico, pero en esquema de más de un factor acumulable (capital físico y capital humano), el capital humano también incluye el supuesto de rendimientos decrecientes⁵. Pero a diferencia del capital físico este es intrínseco y son características intangibles presentes en los seres humanos (trabajadores) los cuales lo adquieren y refuerzan a través de la educación formal e informal. De acuerdo con Lucas (1988) durante los primeros años es cuando se puede adquirir el mayor conocimiento y finalmente llega un punto en el que comienza a tener rendimientos decrecientes, al igual que capital físico, porque los individuos ya no tienen las mismas habilidades (físicas y mentales) que durante los primeros años de vida.

Serrano (1998) señala tres de los rasgos del capital humano que lo hacen ser un factor de relevancia en los procesos de convergencia regional, los cuales son: la inseparabilidad de su propietario, la intervención pública en el proceso de acumulación y la relación con la capacidad de imitar y generar innovación. Por otra parte, Rivera y Currais (1999) establecen que el capital humano es relevante dentro de los procesos de convergencia ya que incrementa la calidad de la fuerza de trabajo que al mismo tiempo genera disminuciones en las tasas de depreciación de dicho factor. Accinelli, Brida y London (2007) hacen hincapié en que el capital humano es indispensable para el crecimiento económico, dada complementariedad existente de los factores (capital físico y humano), además la forma en que la habilidad de los trabajadores se relaciona con la tecnología disponible, haciendo principal énfasis en que no hay forma de que las economías crezcan sin una continua inversión en capital humano.

Son diferentes las formas en las que el capital humano incide sobre las etapas de crecimiento y en el proceso de convergencia, pero su principal contribución se encuentra enfocada a los efectos

⁵ En los modelos de crecimiento neoclásico los factores acumulables poseen rendimientos decrecientes.

sobre la capacidad de innovar⁶ o replicar innovaciones en las economías. Su función tiende a desarrollarse por diferentes mecanismos según el tipo de economía que se analiza, es decir, si estas son desarrolladas o emergentes. En el caso de las economías emergentes las habilidades de los trabajadores (stock de capital humano) permiten replicar la innovación de las economías avanzadas, mientras son capaces de generar su propia innovación, permitiendo así un aumento en la productividad alcanzando mayores niveles de crecimiento y por ende contribuye en la disminución de la brecha del ingreso per cápita entre economías ricas y pobres.

Conjuntamente, las diferencias en las dotaciones de capital (físico y humano) conceden que estos tengan rendimientos diferentes en las localidades, regiones o países que se analizan, por lo que en donde este factor (capital humano) sea abundante tendrá menor retribución que en donde es escaso, esta diferencia y la baja elasticidad del stock de capital humano dada la imperfecta movilidad del factor, tiene efectos sobre el crecimiento económico de cada una de las economías estudiadas, también permitirá exista convergencia en el conjunto, es decir, aquellas economías que se encuentran más lejos a su estado estacionario crecerán a mayores tasas que las que se encuentran más cerca, es de esta manera que el capital humano se desempeña como condicionante de las diferencias de los estados estacionarios, de cada economía que conforma el objeto de estudio.

En los últimos años se ha enfocado el análisis de convergencia a niveles regionales, por las implicaciones que se tiene a la movilidad de los factores productivos (capital físico y capital humano), al incluir el supuesto de libre movilidad de los factores parece complicado asumirlo en la dinámica de los países, que, aunque se emplea en un mundo globalizado en que se han buscado nuevas formas de comunicación, la ubicación y distancia entre una región y otra juega un papel importante, principalmente cuando se aborda la convergencia. En las regiones con menores distancias, existe una mayor probabilidad de que se identifiquen procesos de convergencia ya que su cercanía permite se reduzcan las diferencias en las variables que actúan como controles de los estados estacionarios (Arroyo y Bustamante, 2009).

⁶ En este caso se considera innovación como el conocimiento materializado en mejoras de los procesos productivos, que puede ser a través de la creación de nueva tecnología, mejoras en la tecnología ya existente, o simplemente la simplificación de los procesos ya existentes, que ayudan a incrementar la productividad.

Algo importante de aclarar, es que, aunque existe un vínculo importante entre el capital físico y el capital humano, debe de haber complementariedad entre ambos, para que las economías alcancen el crecimiento sostenido y el pleno desarrollo económico, dicho de otra forma, para que el proceso de convergencia sea posible. Haciéndose factible solamente cuando se llega al umbral del desarrollo de capital humano suficiente para potencializar al capital físico.

2.4 Evidencia empírica de la convergencia económica⁷

Son diversos los documentos realizados a fin de comprobar las hipótesis de convergencia, a través de diferentes objetos de estudio, a continuación, se encuentran diversos análisis enfocados en las hipótesis de σ y β convergencia, utilizando diferentes metodologías, muestras de estudios y periodos de tiempo de análisis.

2.4.1 Evidencia empírica internacional

Entre los primeros estudios que abordan el tema de la convergencia se dispone el de Baumol (1986) quien analiza el periodo 1870-1979 con datos de la Maddison, en donde utiliza diferentes variables a fin de determinar su influencia sobre el crecimiento de largo plazo de las economías. Sus resultados arrojan la presencia de convergencia de las economías industrializadas, sin embargo, señala que no sucede lo mismo en el caso de las economías emergentes. Además, señala la importancia de conocer el comportamiento de largo plazo de las economías a fin de generar políticas públicas solidas en periodos largos de tiempo, ya que concentrarse solo en el corto plazo puede generar distorsiones económicas en el largo plazo.

Barro (1991) plantea estudiar el comportamiento de 98 países en los años 1960-1985, principalmente enfocado a las relaciones existentes entre variables, económicas, políticas y sociales sobre el crecimiento económico. Demostrando que existe una relación directa entre el capital humano (tasa de matriculación escolar) y la tasa de crecimiento del producto, y una relación inversa entre el nivel inicial del producto y la tasa de crecimiento del mismo. Enfatiza en la existencia de β convergencia condicionada al capital humano, igualmente remarca que las economías pobres alcanzaran a las economías ricas, solo si las primeras tienen mayor dotación de capital humano per cápita.

⁷ En el anexo 7 se puede encontrar la evidencia empírica de la convergencia de forma resumida.

Makiw, Romer y Weil (1992) retoman los planteamientos de documentos anteriores, y hacen un estudio para diferentes muestras de países en el periodo 1960-1985 con el fin de poner a prueba las hipótesis de β convergencia absoluta y condicional, con la metodología de sección cruzada. Para condicionar el estado estacionario de los países utilizan a la proporción de la población en edad de trabajar matriculada en educación secundaria. Consiguen reconocer procesos de β convergencia absoluta y condicional, pero las tasas de convergencia tienden a diferir bastante, en la β convergencia absoluta se tienen tasas de convergencia por debajo del 1% y de β convergencia condicional superiores a 10%.

En sus consideraciones finales acentúan la diferencia de los resultados de hacer el análisis considerando el modelo de Solow y el de Solow aumentado, ya que dentro del primero se alcanzaría la mitad del estado estacionario en 17 años, y en el segundo se alcanza en un promedio de 35 años. También que son el ahorro, la educación y la inversión los que explican gran parte de la variación de los estados estacionarios internacionales.

Islam (1995) propone un ejercicio de β convergencia en el que incluye diferentes grupos de países (no petrolero, ingreso medio y miembros de la OCDE) mediante la metodología de panel dinámico en el periodo 1960-1985, empleando como variable condicionante de la convergencia al capital humano medido como la escolaridad promedio de la población de 25 años y más. Hallando evidencia en favor de la β convergencia condicional, en donde además las tasas obtenidas son superiores a los estudios de sección cruzada. Adicionalmente realiza la diferencia en las tasas de convergencia de tipo absoluta y condicional, ya que, aunque exista convergencia esta es del tipo condicional, es decir, los países están convergiendo, pero no conlleva que los de menores ingresos se emparejen a los de mayores ingresos, si no que cada una tiende hacia su propio estado estacionario.

Bajo-Rubio (1998) sugiere comprobar las hipótesis de β convergencia en sus dos tipos en el periodo 1967-1991 por método de corte transversal, para las comunidades españolas y los países de la Unión Europea, que de acuerdo a sus resultados y la evidencia empírica previa esta solo fue posible en el periodo 1950-1970. Hace énfasis en la importancia de generación de políticas regionales a fin de favorecer el crecimiento económico y la convergencia, conjuntamente denota que el hecho de que no haya β convergencia absoluta, y la β convergencia condicional requiera de condiciones iniciales, son indicadores de diferencias sustanciales entre regiones y países.

Gaulier, Hurlin y Jean-Pierre (1999) con la ayuda de la metodología de panel dinámico analiza las hipótesis de β convergencia a tres grupos de países (Unión Europea, OCDE y mundo) en el periodo 1960-1990. En relación con eso, se discrimina entre convergencia absoluta (datos agrupados) y convergencia condicional (estructura de panel). Captando así la presencia de convergencia absoluta en la Unión Europea, convergencia condicional en los países de la OCDE y sin evidencia en la muestra de los países del mundo.

Teniendo tasas de convergencia comunes (convergencia absoluta) solo en la muestra de la Unión Europea siendo estas de hasta 8.39%, por otra parte, la única variable que resulta relevante en la convergencia condicional en la muestra de la OCDE es la tasa de inversión. Realza la importancia de distinguir entre los tipos de convergencia con la ayuda de diferentes metodologías que permitan diferenciar los estados estacionarios y tasas de las mismas.

Rivera y Currais (1999) procuran comprobar las hipótesis de β y σ convergencia para dos muestras de países una de 68 y la otra de 79, en intervalos de cinco años del periodo 1965-1985. Sirviéndose de datos de sección cruzada y la desviación estándar de las variables; como condicionante tienen al capital humano medido como los años medios de educación, la esperanza de vida y la tasa de mortalidad infantil. Donde sus resultados confirman el proceso de convergencia para todas sus muestras y sub-periodos de análisis. Por último, puntualizan la importancia de la salud y la educación para el decremento de la tasa de depreciación del capital humano.

Cermeño y Llamosas (2007) orientan su estudio en la β convergencia de seis países con Estados Unidos en el periodo 1950-2000 aplicando metodologías de cointegración restringida e irrestringida, cuyos principales hallazgos se encaminan a la ausencia de β convergencia absoluta para todos los casos, y la presencia de β convergencia condicional solo en cuatro de los seis casos y las pruebas de cointegración no tienden a ser consistentes con la convergencia

Cermeño, Mayer y Martínez (2009) examinan la β y σ convergencia de los condados de Estados Unidos (1987-1997) y los municipios de México (1989-1999) utilizando el VAB manufacturero censal, en este caso hacen el planteamiento de β convergencia con la metodología de panel discriminando entre convergencia absoluta (si es de datos agrupados) y condicional (si tiene estructura de panel) y la σ convergencia con la desviación estándar. Para ambos casos se encuentra evidencia empírica en favor de la σ divergencia, por otro lado, encuentran evidencia

empírica en favor de la β convergencia condicional en los condados de Estados Unidos y β divergencia condicional en los municipios mexicanos. A la postre, dictaminan que los resultados se vinculan a los desiguales procesos de desarrollo en el que se encuentran ambas economías.

Montero y Del Rio (2013) en su trabajo buscan comprobar las hipótesis de β y σ convergencia, para los departamentos de Bolivia en el periodo 1988-2011. En el caso de la convergencia β utilizan diferentes especificaciones de panel dinámico y panel dinámico espacial, donde la evidencia muestra la presencia de β convergencia condicional con tasas de entre 4% y 7.2%, aun cuando está presente, no hay evidencia en favor de la σ convergencia. Así mismo, hallan que los departamentos tardarían en promedio 11.2 años en llegar a la mitad de trayecto de su estado estacionario. Otro de sus hallazgos es que las variables espacialmente distribuidas no logran incrementar las tasas de convergencia. Sus conclusiones se enfocan en generar políticas públicas para lograr aminorar las diferencias regionales de los departamentos de Bolivia.

Caballero y Caballero (2016) escudriñan sobre la β y σ convergencia en los departamentos de Bolivia, cuyo análisis integra el periodo 1990-2011, tomando como referencia de análisis diferentes metodologías a fin de comparar los resultados de las mismas. Dentro de estas metodologías se encuentran la desviación estándar muestral, densidades de Kernel, panel, panel dinámico, clúster espaciales y pruebas de raíces unitarias. En el estudio que emplea panel discriminan entre convergencia absoluta (si es datos agrupados) y condicional (si la estructura de panel es relevante). Sus resultados arrojan divergencia en la mayoría de los sub-periodos y metodologías utilizadas, localizando solo convergencia β condicional en el sub-periodo 2000-2011.

Gómez y Santana (2016) su enfoque es indagar sobre las hipótesis de β y σ convergencia, en el caso de la β convergencia aplicando datos de panel con efectos individuales y de tiempo, y en la σ convergencia empleando diferentes metodologías a fin de obtener resultados consistentes, para Colombia en el periodo 1990-2013. Constatando la presencia β y σ convergencia en el periodo 1990-2013, y en el sub-periodo 1999-2006 con tasas de 2.44% y 3.99%, del mismo modo que se encuentra que la mejor especificación espacial es del error en el periodo 1999-2013 y del rezago en el periodo 1990-2003, también se verifica que el proceso de convergencia ha ido acompañado de polarización. En sus conclusiones resaltan el efecto de las políticas económicas sobre la polarización regional.

Delgado y De Lucas (2017) analizan el proceso de β convergencia en la Unión Europea (UE-15) en el periodo 1980-2010, usando la metodología de panel planteando diferentes escenarios de lo que podría suceder con las velocidades de convergencia bajo los esquemas de políticas públicas enfocadas en la inversión en capital humano (educación) y la inversión en capital físico (infraestructura). Revelando que habría sido necesario incrementar la inversión en dichos factores para lograr aumentar las tasas de convergencia, dado que se encuentra evidencia empírica en favor de la β convergencia condicional con efectos fijos, pero esta tasa es menor al 1% anual. En sus consideraciones se resalta el alcance de acrecentar la eficiencia de los recursos a fin de disminuir los fallos de mercado.

Zulfiqar, Chaudhary y Aslam (2017) revisan el proceso de β convergencia absoluta y condicional en un grupo de 60 países en el periodo 1970-2010, conglomerados entre desarrollados, en vías de desarrollo y para el conjunto a través de la metodología de panel. Así detectan β convergencia absoluta entre los países que poseen características similares y β convergencia condicional en donde hay factores de diferenciación. Para finalizar remarcan la importante influencia de la inversión, apertura, crecimiento demográfico y el estado de derecho, para el proceso de convergencia condicional.

Micallef (2020) hacen un estudio comparativo de la β y σ convergencia entre el proceso en Malta, UE-28 y UE-15 en los periodos 1995-2018, 1995-2007 y 2010-2018, encontrando que hay procesos de convergencia en los primeros dos casos (Malta, UE-28) y de divergencia en el último (UE-15). En Malta se observan mayores tasas de convergencia en el periodo posterior a la crisis de 2008, y en los países de la Unión Europea una fuerte tendencia hacia la divergencia. Si bien, en el primer escenario se encuentra caracterizado por un uso intensivo de mano de obra, que puede tener repercusiones de largo plazo, ya que esta debería de estar enfocada a un incremento en la productividad de los factores. Finalmente revelan la importancia de la adopción de tecnologías y aumento en la productividad para no caer en la trampa de no convergencia en el largo plazo.

2.4.2 Evidencia empírica para México

Esquivel (1999) establece la comprobación de las hipótesis de β convergencia absoluta por el método de correlación simple entre el nivel inicial del PIB per cápita y la tasa de crecimiento del mismo a través de sección cruzada, de la misma manera plantea la constatación de la hipótesis

de σ convergencia por medio de la dispersión del ingreso per cápita. Su estudio se centra en los estados y regiones de México en el periodo 1940-1995, dividido en dos sub-periodos de 1940-1960 y de 1960-1995. Corrobora la existencia de β convergencia absoluta en el periodo 1940-1995 a nivel estatal con una tasa de 1.2% anual, mientras para las regiones encuentra dos procesos relativamente diferenciados de β convergencia absoluta, el primero de 1940-1960 caracterizado por una alta velocidad de convergencia, y el segundo de 1960-1995 donde estas se estancan.

Hace énfasis en las enormes diferencias regionales existentes en la economía mexicana, en las que las tasas de convergencia no son suficientes para alcanzar la igualdad de condiciones de largo plazo entre los estados y regiones pobres con los ricos. Al mismo tiempo identifica que son factores como la migración y la dotación de capital humano, los que han influido en que las diferencias estatales y regionales prevalezcan en el tiempo, ubicando como regiones ricas la “capital” y “norte”. Aunque se haya evidencia empírica de σ convergencia en el periodo 1940-1995, se reconoce una mayor disminución de la dispersión en el periodo 1940-1960. Sus conclusiones se enfocan en la generación de políticas públicas orientadas a la disminución de las desigualdades regionales principalmente enfocados al acervo y formación de capital humano en México.

Díaz-Bautista (2003a) analiza el proceso de β convergencia condicionada al capital humano y a la inversión en I+D utilizando el método de mínimos cuadrados generalizados, para las regiones de la economía mexicana en el periodo 1970-2000, además de dividir el periodo total en seis sub-periodos. Sus resultados arrojan que existen efectos derrama del capital humano en el crecimiento económico regional, pero restricciones en la inversión en I+D de las entidades federativas de México, dado que la I+D tiende a concentrarse en una sola entidad. Igualmente, resalta la importancia de las políticas de educación para disminuir las brechas del ingreso per cápita, dado que tiene la capacidad de potencializar el crecimiento económico.

Díaz-Bautista (2003b) busca corroborar las hipótesis de β convergencia condicional bajo la metodología de sección cruzada para las entidades federativas de México en el periodo 1970-2000. Usando como variables condicionantes de la convergencia la apertura comercial, tasas de crecimiento promedio de 1990-2000, capital humano y una variable ficticia que distingue a las entidades de la frontera norte de México del resto del país. Obteniendo evidencia de

convergencia, resaltando la importancia de las políticas económicas en los procesos de crecimiento económico de largo plazo.

Aguayo (2004) realiza un ejercicio de convergencia del periodo 1940-2000, considerando dos sub-periodos en el tiempo, 1940-1985 y 1985-2000, para los estados de la república mexicana a través del método gráfico a fin de comprobar las hipótesis de β convergencia absoluta. Localizando la existencia de β convergencia absoluta en el periodo 1940-1985 y β divergencia absoluta en el periodo 1985-2000. Indicando que la apertura comercial del país benefició más a aquellas entidades cuyos sectores de especialización se centraban en la manufactura y se rezagaron los estados con predominancia en el sector primario, lo que ha incrementado las desigualdades regionales.

Barceinas y Raymond (2005) estudian el fenómeno de convergencia regional en México en el periodo 1980-2002, enfocándose en la convergencia del tipo β y σ . Para el análisis de convergencia σ utilizan la desviación típica del Valor Agregado Bruto (VAB) como aproximación al producto, cuyos resultados indican σ divergencia. En el caso del enfoque de β convergencia la condicionan a los rendimientos de la educación regional, encontrando es un factor que propicia a la desigualdad regional, del mismo modo incrementa la brecha entre regiones ricas y pobres, dado que tiende a tener mayores rendimientos en las economías ricas. Sus conclusiones se focalizan en que la brecha interregional puede aumentar ante la entrada en vigor del TLCAN, recomendando así que se generen políticas públicas que aumenten los rendimientos de la educación en las economías menos desarrolladas.

Soto, Huesca y Hernández (2008) efectúan estimaciones que buscan constatar los planteamientos de la β y σ convergencia en los estados de la frontera norte de México, por medio de la metodología de panel y la desviación estándar en el periodo 1950-2004. En su formulación de β convergencia incluyen variables condicionantes tales como la educación promedio, patentes solicitadas y variables de especialización sectorial. Los resultados arrojan σ divergencia y β convergencia solo en los sub-periodos anteriores a 1995.

Pese a ello, subrayan que los factores de educación y especialización han jugado un papel fundamental en los aumentos de las tasas de crecimiento de la región, mas no para la convergencia. Finalmente determinan, que es Nuevo León la economía que se ha perfilado como líder regional, ayudada por el aumento en el conocimiento, la especialización y los flujos de IED,

de la misma manera remarcan que los resultados podrían diferir de otros estudios dada la calidad de las bases de datos regionales en México.

Mendoza y Valdivia (2015) centran su investigación en el estudio de la β convergencia condicional a través de la metodología panel espacial con efectos fijos individuales y aleatorios, para las 32 entidades federativas de México y una muestra de 30 entidades (se excluye a Tabasco y Campeche) en el periodo 2001-2010. Reconocen procesos de β convergencia condicional para las dos muestras y sub-periodos analizados, conjuntamente distinguen que los años de escolaridad tienen una fuerte influencia sobre el crecimiento económico y la convergencia, de la misma manera las remesas. Otro de los aspectos relevantes es que, aun cuando hay proceso de convergencia donde la heterogeneidad y dependencia espacial son relevantes, se ha tendido a la polarización regional.

Rodríguez-Benavides, Mendoza-González y Venegas-Martínez (2016) indagan en la revisión de las hipótesis de β convergencia en el periodo 1970-2012, mediante diferentes metodologías tales como el modelo panel autorregresivo de umbral, las pruebas de raíces unitarias en panel y el cálculo de los valores críticos a través de simulación *bootstrapping*. De la misma manera realizan una división en grupos de las entidades federativas de México, siendo estas las de ingresos superiores a media nacional, por debajo de la media y para el conjunto, exceptuando en todos los casos a Campeche y Tabasco. Obteniendo que existen procesos de convergencia y divergencia según el grupo y periodo de tiempo de análisis, pero de forma general se concluye que en México se podrían esperar procesos de convergencia en clubes, y sobre todo en el grupo de ingresos por encima de la media nacional.

Luna y Colín (2017) llevan a cabo un estudio de σ y β convergencia para los estados de la economía mexicana en el periodo 1970-2015, empleando la desviación estándar muestral y datos de corte transversal. Ubican que en México existen diferentes procesos siendo algunos de convergencia y otros de divergencia según el sub-periodo de análisis, encontrándose convergencia en periodos anteriores a la apertura comercial de la economía mexicana, y divergencia en años posteriores a esta. Del mismo modo, existen factores de heterogeneidad regional que condicionan el estado estacionario según la región donde se ubica el estado, lo que incrementa las desigualdades regionales en términos del ingreso per cápita.

2.4.3 Evidencia empírica para Estados Unidos

Uno de los trabajos de mayor relevancia dentro de las hipótesis de convergencia es el de Barro y Sala-i-Martin (1990), ellos se ocupan del proceso de convergencia en sección cruzada a nivel regional para los estados de Estados Unidos en el periodo 1840-1988, y a escala de países contemplando una muestra de 98 en el periodo 1960-1985, obteniendo que se tienen tasas de convergencia un tanto parecidas en ambos casos (entre 2% y 2.5%). Para los países utilizan como variable condicionante del estado estacionario la tasa de matriculados y la relación promedio de gasto en consumo del gobierno y el PIB. Concluyen que la convergencia es posible por tres factores fundamentales los cuales son: los rendimientos decrecientes del capital; la movilidad del capital y trabajo en las economías; y la progresiva difusión tecnológica.

Por otra parte, Barro y Sala-i-Martin (1991) realizan su estudio por sección cruzada para los dos tipos de β convergencia y además incluyen dentro de la investigación la σ convergencia utilizando la desviación estándar del producto a través del tiempo. La muestra que utilizan son los estados de Estados Unidos en el periodo 1880-1988, también añaden 73 regiones de Europa occidental en el periodo 1950-1985, encontrando que el comportamiento de ambas muestras es muy parecido a tal punto que la tasa de β convergencia es prácticamente la misma en los dos casos (alrededor de 2% anual). También, confirman la existencia σ convergencia, su principal señalamiento radica en que, aunque en los dos casos hay convergencia β y σ , las tasas son pequeñas por lo cual tardaría años en ocurrir.

Barro y Sala-i-Martin (1992) consideran estudiar los procesos de β convergencia de los 48 estados de Estados Unidos en sección cruzada utilizando dos variables distintas el ingreso personal de 1880-1988 y el PIB de 1963-1986, de este modo, incorporan al estudio 98 países del mundo y 20 países de OCDE, usando el PIB de 1960-1985, en el caso de los países diferencian el estado estacionario manteniendo constante el número de matriculados en educación y el consumo público de gobierno como proporción del PIB. Además, localizan la existencia de β convergencia en el periodo y muestra analizada, y los resultados utilizando el ingreso personal o el PIB no difieren. Entre sus hallazgos se resalta una tasa de convergencia de alrededor de 2% (en los países solo se encuentra β convergencia condicional).

Goetz y Hu (1996) examinan las hipótesis de β convergencia condicional en 1,365 condados de Estados Unidos en el periodo 1980-1990, teniendo como variables que condicionan la

convergencia al capital humano, y otros factores estructurales que pueden afectar directa o indirectamente al crecimiento económico y la convergencia. Cuyos hallazgos se enfocan en la presencia de divergencia en la muestra de estudio y el periodo de tiempo analizado, tanto en las economías urbanas como en las rurales.

Mulligan y Sala-I-Martin (2000) pretenden encontrar la mejor medida de capital humano, para ello utilizan los estados de los Estados Unidos en el periodo 1940-1990, al comparar los resultados de convergencia en términos de capital humano, teniendo los años promedio de escolaridad de la población, y un número índice que incorpora indicadores más robustos de capital humano. Detectan que existen enormes diferencias en los resultados, tales que el stock de capital humano crece dos veces más rápido en los estados, que los años promedio de escolaridad, de igual manera las dispersiones de ambos indicadores se mueven en direcciones opuestas, mientras una aumenta durante la década de 1980 la otra disminuye. Concluyendo, que los resultados de convergencia en términos del ingreso per cápita, pueden diferir según la medida de capital humano que se utilice.

Young, Higgins y Levy (2008) buscan comprobar las hipótesis de β y σ convergencia a través de la metodología de sección cruzada y la desviación estándar entre los condados de Estados Unidos a nivel país y nivel estado en el periodo 1970-1998. Encuentran β convergencia en algunos casos, pero en su mayoría σ divergencia. Después de todo, recalcan la relevancia de diferentes factores que contribuyen al proceso de convergencia, tales como el marco económico institucional, y la difusión tecnológica, en donde, aunque los condados tienden a ser homogéneos sobre todo dentro de un mismo estado, esto no ha contribuido al proceso de convergencia, por lo que se podría esperar que esta se diera en clubes, es decir, entre economías que poseen niveles de ingreso iguales o parecidos.

Checherita (2009) su estudio se basa en verificar la hipótesis de β convergencia condicional en los estados de Estados Unidos en el periodo 1960-2005, validándose de diversas metodologías tales como sección cruzada y panel espacial. Igualmente, incluyen diferentes variables que controlan el estado estacionario siendo estas el stock de capital, capital humano, diferencias en el progreso tecnológico y la carga fiscal. Hallan evidencia en favor de la convergencia condicional, aunque las tasas de convergencia tienden a diferir en cada decenio, también la variable que tiene mayor impacto sobre las tasas de convergencia es el stock de capital humano

medido a través del logro educativo en educación superior, finalmente el modelo espacial que mejor se adapta al fenómeno de convergencia es el modelo del error espacial por efectos fijos.

Heckelman (2013) hace una investigación guiada en la comprobación de la existencia de β y σ convergencia en los estados de Estados Unidos valiéndose de diferentes metodologías, dentro de las que se destacan los de sección cruzada, series de tiempo y modelos probit en el periodo 1930-2009. Indicando la existe de un proceso de convergencia en el periodo durante los primeros 50 años, pero no así en los últimos 30 años. Sus conclusiones hacen hincapié de las desigualdades existentes entre las diferentes regiones del país, que han afectado a los procesos de convergencia en los distintos momentos en el tiempo, en el que los de mayores ingresos se encuentran en la región oeste y los de menores ingresos en el sur, igualmente señalan que el estudio se lleva a cabo por medio de variables nominales y no reales lo cual podría estar interfiriendo en los resultados.

Ram (2020) estudia el proceso de σ y β convergencia en los estados de Estados Unidos en los periodos 1977-2018, haciendo una división en dos sub-periodos de 1977-1997 y de 1997-2018, a través de la desviación estándar y datos de corte transversal. Hallando que los procesos de crecimiento seguidos en los estados de Estados Unidos han sido orientados a la divergencia, dada las diferencias existentes en las relaciones de capital trabajo en las economías ricas y pobres, en la que los rendimientos siguen siendo mayores en las entidades ricas, por lo que son un obstáculo para la transferencia de capital y la convergencia.

2.4.4 Evidencia empírica para la región transfronteriza México – Estados Unidos

Gerber (2003) se enfoca en el análisis de la β convergencia absoluta y condicional en los condados y municipios que conforman la región fronteriza México – Estados Unidos a través de datos de panel, orientado en el periodo 1970-1999 dentro de los cuales se divide en dos sub-periodos 1970-1985 y 1985-1999, del mismo modo, focaliza el estudio en dos tipos de convergencia, es decir, de ingresos (PIB per cápita) y de productividad (PIB por trabajador), también incluye como variables condicionales factores sectoriales enfocados a la agricultura y la manufactura. Ubicando β convergencia absoluta y condicional en todos los casos, y tasas de convergencia entre el 0.9% y 3.1%, disponiendo las mayores tasas en la convergencia condicional. Paralelamente subraya la trascendencia de las relaciones transfronterizas en la reducción de la brecha del ingreso y productividad.

Ocegueda y Plascencia (2004) posicionan su investigación en examinar el proceso de crecimiento económico de los estados fronterizos de México – Estados Unidos, por medio de la constatación de las hipótesis β y σ convergencia en el periodo 1975-2000, usando la metodología de panel y la desviación estándar. No ubicando evidencia empírica en favor o en contra de la existencia de β y σ convergencia en la región objeto de estudio. Pero si logran reconocer ganadores y perdedores dentro de las entidades regionales a lo largo del periodo de estudio, donde el capital humano y la especialización sectorial han jugado papeles importantes en dicho fenómeno.

La convergencia económica, el crecimiento económico y la influencia del capital humano sobre los mismos han pasado por diferentes etapas en el tiempo, donde se ha buscado comprobar si las hipótesis de convergencia pueden explicar a la realidad económica, de un conjunto de países, regiones o localidades, medidos por diferentes variables tales como el producto, el ingreso y la productividad de las economías. Los resultados a los que se han llegado dependen de diferentes factores que influyen en dicho proceso.

Tanto los modelos de crecimiento económico, como las hipótesis de convergencia y la relevancia del capital humano han sufrido fuertes críticas en el tiempo, pero su mayor aportación ha sido generar un acercamiento a la realidad económica. Aunque los resultados pueden ser diferentes según el periodo, la metodología que se utiliza, las variables condicionantes y las aproximaciones a dichos factores, dado que la economía es cambiante en el tiempo y en el espacio, por lo tanto, lo que sucede en una determinada región de países o localidades en un momento en el tiempo, puede que no se replique en otros, y esto se ha visto reflejado en la evidencia empírica de la convergencia en sus diferentes tipos.

Pese a ello, sigue siendo un tema relevante porque ayuda a conocer el comportamiento de un conjunto de economías en diferentes momentos en el tiempo y espacio, haciendo posible la formulación y reformulación de políticas públicas en el corto y largo plazo alrededor de los resultados obtenidos, tal como conocer cuáles son los factores que han ayudado a que exista o no convergencia.

Otra de las funcionalidades radica en plantear mejoras en los sistemas económicos sobre todo en un mundo globalizado, en donde se han encontrado diferentes vías de comunicación y comercialización, abriendo paso a la generación de regiones transfronterizas y transnacionales, en donde las relaciones económicas, políticas y sociales son fundamentales para la reducción de las brechas de ingresos.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE σ Y β CONVERGENCIA EN LA REGIÓN TRANSFRONTERIZA MÉXICO – ESTADOS UNIDOS 2010-2019.

El pasado es una lección.

El análisis de convergencia ha sido una de las principales preocupaciones entre los teóricos del crecimiento y desarrollo económico. El debate generado desde la década de 1990 ha llevado a establecer una gran cantidad metodologías a través de las cuales se pretende comprobar las hipótesis de σ y β convergencia. Aunque los resultados tienden a diferir según la muestra de países, regiones o localidades analizadas, el periodo de tiempo que se contempla y las metodologías que se utilizan, los resultados ayudan a comprender una parte de la realidad.

Este apartado se centra en presentar los aspectos metodológicos que mejor se adaptan para comprobar las hipótesis de σ y β convergencia en la región transfronteriza México – Estados Unidos en el periodo de recuperación de la crisis comprendido de 2010-2019. Se describe dicha metodología iniciando con la delimitación espacio – temporal, seguido por la metodología de la varianza y desviación estándar para la comprobación de la hipótesis de σ convergencia, la metodología de panel para identificar si el proceso seguido es de β convergencia absoluta o condicional, el método de panel espacial a fin de determinar si la ubicación geográfica es relevante en el proceso de convergencia de la región transfronteriza, la presentación de las variables, datos y fuentes de información, y por último la especificación de las ecuaciones a estimar para los objetivos de esta investigación.

3.1 Delimitación espacio – temporal

El estudio tiene como objeto analizar los procesos de σ y β convergencia entre los diez estados que conforman la región transfronteriza México – Estados Unidos, esto es, los seis estados de la frontera norte de México y los cuatro de la frontera sur de Estados Unidos, los cuales son: Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, California, Arizona, Nuevo México y Texas, ya que son los estados con mayor dinámica interregional de ambos países, lo que lleva a que se relacionen más entre sí mismos que con el resto, lo que provoca que sus diferencias disminuyan, siendo una condición necesaria mas no suficiente para la presencia de convergencia.

En relación al periodo de análisis se considera como año de partida el 2010, dado que es en el año en el que comienza la recuperación económica en México y Estados Unidos después de la crisis financiera de 2008. Asimismo, se toma como año final del estudio el 2019 al ser el último periodo antes de un nuevo *shock* estructural causado por la pandemia del COVID-19, es decir, solo se considera el periodo de estabilidad macroeconómica posterior a la crisis de 2008.

3.2 Varianza y desviación estándar para la estimación de σ convergencia

A lo largo de la historia se han empleado diferentes metodologías para el cálculo de la σ convergencia, una de las mayormente utilizadas para verificar que la dispersión en términos del ingreso per cápita han tendido a disminuir a través del tiempo es por medio de la varianza, cuya expresión algebraica es:

$$\sigma_t^2 = \frac{I}{N} \sum_{i=1}^N (y_{i,t} - Y_t)^2 \quad (3.1)$$

En el cual N es el número total de sujetos objetos de estudio; $y_{i,t}$ es el logaritmo natural del PIB per cápita de la región i en el periodo t ; Y_t es el promedio de los logaritmos del PIB per cápita de las regiones en el periodo t . La hipótesis de convergencia se cumple cuando la brecha entre las localidades objeto de estudio se aminoran a través del tiempo, es decir, la varianza entre los individuos posee tendencia negativa.

Otra de las metodologías utilizadas para este fin es la desarrollada por Barro y Sala-i-Martin (1991) y utilizada por Rivera y Currais (1999), Barceinas y Raymond (2005), Caballero y Caballero (2016), Gómez y Santana (2016), Micallef (2020), y entre otros. Con la finalidad de obtener evidencia empírica a favor o en contra de la existencia de σ convergencia viene representada por la desviación estándar, cuya notación algebraica se obtiene al sacar la raíz cuadrada de ambos lados de la igualdad de la ecuación de la varianza:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{I}{N} \sum_{i=1}^N (y_{i,t} - Y_t)^2} \quad (3.2)$$

En este caso las variables son exactamente las mismas a las de la ecuación 3.1, de manera que, los resultados no deberían diferir entre ambas ecuaciones, lo única que cambiaría es la magnitud de la dispersión, ya que la desviación estándar es simplemente la raíz cuadrática de la varianza. Esta se aplica con el fin de comprobar que efectivamente se encuentre o no evidencia en favor de la disminución de la brecha entre las localidades objeto de estudio, de modo que, si la dispersión en el periodo final es menor que en el inicial, daría evidencia en favor de la existencia de σ convergencia.

3.3 Datos de panel para el estudio de la β convergencia

Desde que el tema de convergencia tiene auge entre la década de 1980 y 1990 se han utilizado diferentes técnicas que permiten la estimación de las ecuaciones de β convergencia, como son sección cruzada, series de tiempo y modelos probabilísticos. No obstante, son los datos de panel los que mejor se adaptan para la presente investigación, dado el número de individuos de sección cruzada (diez) y de series temporales (diez años) a analizar. Por ello diversos trabajos han utilizado esta técnica, como es el caso de Islam (1995), Gaulier, Hurlin y Jean-Pierre (1999), Fuentes y Duncan (2005), Cermeño, Mayer y Martínez (2009), Caballero y Caballero (2016), Gómez y Santana (2016), Delgado y De Lucas (2017), Peláez (2020), y algunos otros autores.

La metodología de panel brinda diferentes ventajas para las estimaciones, una de ellas se centra en el aumento de los grados de libertad al incorporar el componente de sección cruzada y de series de tiempo. Otro de los atributos se localiza en la incorporación de la heterogeneidad regional a través del término μ_i cuando se estima por el modelo de efectos fijos, las estimaciones pueden no incorporar esa heterogeneidad cuando el modelo es de datos agrupados, donde se supone una constante idéntica para todos los individuos objetos de estudio, cuando esto sucede los resultados son semejantes a los obtenidos por medio de sección cruzada. Finalmente, para la estimación de convergencia una de las particularidades de la utilización de datos de panel es que supone un proceso dinámico permanente en el tiempo, a causa de la naturaleza de las variables a utilizar.

La ecuación a estimar para β convergencia absoluta es:

$$g_{i,t} = \mu_i + \beta Y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.3)$$

Donde $g_{i,t}$ es la tasa de crecimiento del PIB per cápita medido como $\ln Y_{i,t} - \ln Y_{i,t-1}$; μ_i es la constante del modelo que se puede suponer idéntica o diferente para cada individuo según los resultados de la prueba F y de efectos fijos o aleatorios con base en lo obtenido por la prueba de Hausman; β es el coeficiente asociado al logaritmo del PIB per cápita rezagado un periodo o tasa de convergencia absoluta; y $\varepsilon_{i,t}$ es el término de error aleatorio del modelo.

Por otro lado, la ecuación a estimar para la comprobación de β convergencia condicionada al capital humano, bajo la metodología de datos de panel se denota como:

$$g_{i,t} = \mu_i + \beta Y_{i,t-1} + \alpha X_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.4)$$

Donde los términos son exactamente los mismo a los expresados en la ecuación 3.3, aunque, se agrega la variable exógena que condiciona la convergencia siendo está el capital humano, y el coeficiente β representa a la tasa de convergencia condicional.

En los modelos de datos de panel para poder determinar si μ_i es idéntica para todos los individuos o diferente entre cada uno de ellos, o sea, incorpora la heterogeneidad regional, se determina a través de la prueba F cuya notación matemática viene dada por:

$$F = \frac{\frac{R_{nr}^2 - R_r^2}{N-1}}{\frac{1 - R_{nr}^2}{NT - N - K}} \quad (3.5)$$

Siendo R_{nr}^2 el coeficiente de ajuste del modelo no restringido (efectos fijos); R_r^2 el coeficiente de ajuste del modelo restringido (datos agrupados); N el número total de individuos objetos de estudio; T el número de periodos; y K el número de parámetros a estimar. El estadístico F tiene como hipótesis nula μ_i idénticas para todos los individuos o el modelo de datos agrupados y como hipótesis alternativa μ_i diferentes para todos los individuos.

En caso de que el estadístico F lleve a rechazar hipótesis nula de constantes iguales para todas las regiones, se tiene que establecer si la estimación de panel se hace por medio de efectos fijos (capturando la heterogeneidad de los individuos causada por las características propias de cada uno en la constante) o efectos aleatorios (el efecto de cada individuo se distribuye de forma

aleatoria por lo que las características individuales se incorporan al término de error) en función de la prueba Hausman:

$$H = (\hat{b} - \hat{\beta})' (\hat{\sigma}_b^2 - \hat{\sigma}_\beta^2)^{-1} (\hat{b} - \hat{\beta}) \quad (3.6)$$

En el que \hat{b} son los estimadores del modelo de efectos fijos; $\hat{\beta}$ los coeficientes obtenidos por efectos aleatorios; $\hat{\sigma}_b^2$ es la varianza del modelo de efectos fijos; y $\hat{\sigma}_\beta^2$ la varianza del modelo de efectos aleatorios. El estadístico de Hausman tiene como hipótesis nula el modelo de efectos aleatorios, por lo que su rechazo lleva a estimar el modelo por efectos fijos.

En la ecuación 3.3 se aprueba la hipótesis de β convergencia absoluta si β es negativo y estadísticamente significativo, y la mejor especificación del modelo es de datos agrupados. Esto considerando la hipótesis de β convergencia absoluta, dado que se asume un marco institucional idéntico que proporciona condiciones idénticas entre los individuos objetos de estudio, que llevan a tender a un mismo estado estacionario, en consecuencia, el considerar un intercepto idéntico entre los individuos llevaría a la conclusión de no poseer características diferenciadas.

En el caso de la ecuación 3.4 se comprueba la hipótesis de β convergencia condicionada al capital humano si β es negativo, α positivo y ambos estadísticamente significativos, además que la especificación eficiente del modelo sea la estructura de panel. Conforme a lo establecido por la hipótesis de β convergencia condicional, donde se plantean características distintas entre los individuos objeto de estudio a causa de diferencias entre regiones, que llevan a que cada una tienda a un equilibrio de largo plazo distinto, al contemplar factores de heterogeneidad entre las mismas, en este caso se incorpora de dos formas a través de la variable condicionante de la convergencia y el factor diferencial entre regiones al incluir efectos fijos o aleatorios.

3.4 Datos de panel espacial para el análisis de la β convergencia

En adición al método anterior, se propone la utilización de panel espacial en línea con lo propuesto por Vega y Elhorst (2012) y desarrollado por Montero y Del Rio (2013), Mendoza y Valdivia (2016), Gómez y Santana (2016), Baizabal (2018), Ocampo (2020), y algunos otros autores, para el estudio de β convergencia condicional, suponiendo además de la heterogeneidad regional y el capital humano, la contigüidad espacial tiene influencia sobre el proceso de

convergencia entre los estados de la región transfronteriza de México – Estados Unidos, ya que la cercanía permite una mayor interacción entre los mismos.

La utilización de panel espacial además de los beneficios que brinda la utilización del panel, es que permite endogeneizar la dependencia espacial a través de la matriz de pesos espaciales W que puede ser de contigüidad (torre, alfil y reina) o de distancias (euclidiana y arc). Para fines de este estudio se utiliza una matriz de contigüidad *reina* de orden uno, teniendo una dimensión de $10*10$ correspondiente a los diez estados miembros de la región transfronteriza, asimismo se encuentra compuesta por 1 o 0 dependiendo de si los individuos (estados) comparten límites comunes, es decir el elemento w_{ij} toma valor de *uno* si el estado i es vecino de j , en caso contrario toma el valor de *cero*, bajo esta circunstancia la diagonal principal de la matriz se conforma por ceros dado que una región no puede ser vecina de sí misma.

Para la utilización de la matriz de pesos espaciales *reina* de orden uno se requiere de la normalización de la misma, esto quiere decir que la suma de cualquiera de sus filas es igual a la unidad, lo que permite asignar ponderaciones iguales a los vecinos de una misma región. Lo que implica que al multiplicar la matriz por el vector correspondiente a la variable que se pondera espacialmente da como resultado una variable nueva ponderada espacialmente, por consiguiente, sus valores corresponden al promedio de los vecinos de la región i .

Existen diferentes pasos por los que se pueden estimar los paneles espaciales y determinar si la dependencia espacial es un factor determinante para explicar diferentes fenómenos económicos tales como la convergencia. Este análisis inicia con el análisis exploratorio de los datos, seguido por el análisis exploratorio de datos espaciales, la estimación de modelos de paneles espaciales para identificar cuál de ellos resulta de mayor eficiencia, así como si el factor espacial resulta relevante para el estudio. Finalmente, la obtención de los impactos marginales directos, indirectos y totales a fin de conocer el efecto de las variables independientes sobre la dependiente de la región misma y sobre la de sus vecinos.

3.4.1 Modelo Durbin espacial (SDM)

La especificación del modelo Durbin en la literatura espacial es uno de los que presenta mayor robustez, al incorporar la misma o distinta matriz de pesos espaciales entre las variables tanto

en la dependiente como en las independientes, incluye además factores característicos de las regiones a través de las matrices de pesos espaciales en las variables independientes.

En el modelo Durbin espacial la ecuación correspondiente a la estimación con heterogeneidad y dependencia espacial se expresa como:

$$g_{i,t} = \mu_i + \varphi(I_T * W_N)g_{i,t} + \beta Y_{i,t-1} + \theta(I_T * W_N)Y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.7)$$

Por otra parte, el modelo que además de incluir la dependencia y heterogeneidad espacial para la comprobación de la hipótesis de convergencia, tiene al capital humano como variable exógena que condiciona la convergencia se denota así:

$$g_{i,t} = \mu_i + \varphi(I_T * W_N)g_{i,t} + \beta Y_{i,t-1} + \alpha X_{i,t-1} + \theta(I_T * W_N)Y_{i,t-1} + \varnothing(I_T * W_N)X_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.8)$$

Donde $g_{i,t}$ es la tasa de crecimiento del PIB per cápita; μ_i es la constante del modelo que puede ser de efectos fijos o variables de acuerdo a lo obtenido con la prueba Hausman; I_T es una matriz identidad de tamaño T y $*$ es el producto Kronecker, debido a lo cual $I_T * W_N$ mide la dependencia espacial entre las regiones, para cada momento del tiempo en el período de análisis definido por T ; β es el coeficiente asociado al rezago del logaritmo del PIB per cápita o tasa de convergencia condicional; α es el parámetro que mide el impacto del rezago del capital humano sobre la tasa de crecimiento del PIB per cápita; θ es el coeficiente de la distribución espacial del logaritmo del PIB per cápita rezagada un periodo; \varnothing es el parámetro de la distribución espacial del capital humano con un retardo y $\varepsilon_{i,t}$ el término de error.

En este caso se cumple la hipótesis de convergencia β convergencia condicional cuando en su caso el coeficiente α es positivo, β negativo y ambos son estadísticamente significativos; φ es significativo y se encuentra entre los valores $[-1, 1]$. Asimismo, el parámetro φ es estacionario, lo que implica que $\frac{1}{w_{min}} < \varphi < \frac{1}{w_{max}}$.

En este estudio se ha decidido comenzar con un modelo de panel espacial del tipo Durbin y a partir de este identificar si se descompone en un SAR o un SEM, basado en lo propuesto por Lesage y Pace (2009) y Elhorst (2010). Bajo estas circunstancias el SDM se descompone en un SAR si:

- En la especificación 3.7

$$\theta=0 \quad (3.9)$$

- En la especificación 3.8

$$\theta=\emptyset=0 \quad (3.10)$$

Por otra parte, se descompone en un SEM si:

- En la especificación 3.7

$$\theta=-\varphi(\beta) \quad (3.11)$$

- En la especificación 3.8

$$[\theta=-\varphi(\beta)][\emptyset=-\varphi(\alpha)] \quad (3.12)$$

Puesto que el SDM no se encuentra relacionado con el SAC no existe una prueba que indique si se descompone en este, por lo que la forma de determinar cuál de los dos modelos tiene mayor eficiencia es mediante el Criterio de Información de Akaike (AIC) y el Criterio de Información Bayesiano (BIC), cuya regla de decisión establece que se elige el modelo cuyos criterios de información sean menores.

Otro de los aspectos relevantes de la utilización de la metodología de panel espacial es que permite identificar los impactos directos, indirectos y totales de largo plazo de las variables independientes sobre la dependiente en la región misma y sobre los vecinos. Para estimarlos hay que reescribir las ecuaciones 3.7 y 3.8 de forma matricial, quedando de la siguiente manera:

$$g_{i,t}=\mu_i+(I_T*W_N)g_{i,t}\varphi+Y_{i,t-1}\beta+(I_T*W_N)Y_{i,t-1}\theta+\varepsilon_{i,t} \quad (3.13)$$

$$g_{i,t}=\mu_i+(I_T*W_N)g_{i,t}\varphi+Y_{i,t-1}\beta+X_{i,t-1}\alpha+(I_T*W_N)Y_{i,t-1}\theta+(I_T*W_N)X_{i,t-1}\emptyset+\varepsilon_{i,t} \quad (3.14)$$

Dado que el término $g_{i,t}$ se encuentra en ambos lados de la igualdad se puede despejar y factorizar de tal manera que las ecuaciones 3.13 y 3.14 quedan como:

$$g_{i,t}=Z^I(\mu_i+Y_{i,t-1}\beta+(I_T*W_N)Y_{i,t-1}\theta+\varepsilon_{i,t}) \quad (3.15)$$

$$g_{i,t}=Z^I(\mu_i+Y_{i,t-1}\beta+X_{i,t-1}\alpha+(I_T*W_N)Y_{i,t-1}\theta+(I_T*W_N)X_{i,t-1}\emptyset+\varepsilon_{i,t}) \quad (3.16)$$

Donde Z es una matriz de $NT*NT$ compuesta por $(I_N-\phi W)$ en la diagonal principal y ceros en el resto de elementos. Por lo que los efectos marginales en la variable dependiente ante un cambio en las variables independientes no solo están condicionados a sus similares en la variable dependiente, sino también de una combinación de los vecinos estandarizados por ϕ así como de los vecinos de orden superior. Es decir, el impacto directo se puede interpretar como el cambio en la variable dependiente en la región i causado por el cambio en una unidad de la variable independiente de la misma región. Por otro lado, el impacto indirecto es el efecto en la variable dependiente de la región i como consecuencia al cambio promedio de una unidad de la variable independiente en las regiones vecinas. Finalmente, los impactos totales son la suma de los impactos directos e indirectos.

3.4.2 Modelo de rezago espacial (SAR)

La especificación del modelo de panel con rezago espacial para la comprobación de la hipótesis de β convergencia condicionada por medio la heterogeneidad y la ubicación geográfica de las regiones que puede ser de efectos fijos o variables se expresa como:

$$g_{i,t} = \mu_i + \phi(I_T * W_N)g_{i,t} + \beta Y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.17)$$

Y la ecuación que incorpora la heterogeneidad, la ubicación geográfica y el capital humano es:

$$g_{i,t} = \mu_i + \phi(I_T * W_N)g_{i,t} + \beta Y_{i,t-1} + \alpha X_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.18)$$

La hipótesis de β convergencia condicionada a la heterogeneidad, ubicación geográfica y que las variables X en este caso capital humano tienen impacto en el crecimiento regional se cumplen cuando el parámetro α es positivo, β negativo y ambos estadísticamente significativo; ϕ es significativo y se encuentra entre los valores $[-1, 1]$, al encontrarse dentro del intervalo también denota que el modelo es estacionario y es una condición necesaria para la estimación bajo esta especificación.

3.4.3 Modelo del error espacial (SEM)

El modelo de panel espacial con error, que igualmente puede ser de efectos fijos o aleatorios, incluyendo la dependencia y diferencia espacial se denota como:

$$g_{i,t} = \mu_i + \beta Y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.19)$$

Por otro lado, el que incluye la dependencia, heterogeneidad y la variable exógena que condicionan la convergencia se expresa como:

$$g_{i,t} = \mu_i + \beta Y_{i,t-1} + \alpha X_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.20)$$

Donde:

$$\varepsilon_{i,t} = \lambda(I_T * W_N)\varepsilon_{i,t} + u_{i,t} \quad (3.21)$$

La hipótesis de β convergencia condicionada a la heterogeneidad, a la ubicación geográfica y al capital humano considera que dichas variables son endógenas al crecimiento regional, cuando el parámetro α es positivo, el parámetro β negativo y ambos estadísticamente significativos; además, el coeficiente λ es significativo y se encuentra entre los valores $[-1, 1]$.

3.4.4 Modelo SAR de errores autocorrelacionados (SAC)

El modelo SAR de errores autocorrelaciones que en este caso solo se puede estimar por efectos fijos, incluyendo la dependencia y heterogeneidad espacial se denota como:

$$g_{i,t} = \mu_i + \rho(I_T * W_N)g_{i,t} + \beta Y_{i,t-1} + \lambda(I_T * W_N)\varepsilon_{i,t} + u_{i,t} \quad (3.22)$$

Por otra parte, el modelo SAC que, además de incluir la de dependencia y heterogeneidad espacial incorpora al capital humano como variable condicionante de la convergencia se expresa como:

$$g_{i,t} = \mu_i + \rho(I_T * W_N)g_{i,t} + \beta Y_{i,t-1} + \alpha X_{i,t-1} + \lambda(I_T * W_N)\varepsilon_{i,t} + u_{i,t} \quad (3.23)$$

En esta especificación se cumple la hipótesis de convergencia con dependencia y heterogeneidad espacial cuando β es negativo; en su caso α positivo; ambos son estadísticamente significativos; ρ y λ se encuentran entre el intervalo $[-1, 1]$ compartiendo ambos el mismo signo, y los dos parámetros son estadísticamente diferentes de cero.

3.5 Variables, datos y fuentes de información

Para la examinación de la convergencia del tipo σ y β solamente se requiere de tres variables siendo estas el PIB, la población y la variable condicionante de la β convergencia, en este caso, las variables que fungen como *proxys* al capital humano. Y a partir de ellas se realizan las transformaciones correspondientes para obtenerlas de la naturaleza que se requieren para el análisis.

En los apartados siguientes se presentan las fórmulas para obtener el PIB per cápita en dólares constantes de 2013, los datos que se requieren para ello y las fuentes de información de donde se obtienen. Así mismo la descripción de las variables de educación que fungirán como aproximación al capital humano para la estimación de β convergencia condicional y las fuentes de información de donde se consiguen.

3.5.1 PIB per cápita

▪ Estados de la frontera norte de México

El PIB per cápita resulta de la división del PIB entre la población total. Los datos del PIB para el periodo 2010-2019 de los seis estados de la frontera norte de México a precios de 2013 se obtienen del Banco de Información Económica (BIE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Con el fin de tener una base de datos homogénea este se expresa en dólares por lo que aplica la fórmula:

$$PIB_{dólares} = \frac{PIB_{pesos}}{TCR} \quad (3.24)$$

Donde TCR es el Tipo de Cambio Real que se logra por medio de la siguiente ecuación:

$$TCR = TCN_{2013} \frac{INPC_{2013=100}}{CPI_{2013=100}} \quad (3.25)$$

En el que TCR es el Tipo de Cambio Real, TCN_{2013} el Tipo de Cambio Nominal de 2013 representado por el FIX obtenido del Banco de México (BANXICO), $INPC_{2013=100}$ el Índice Nacional de Precios al Consumidor base 2013 que reporta INEGI y $CPI_{2013=100}$ el *Consumer Price Index* base 2013 encontrado en el *Bureau Labor Statics* (BLS).

Una vez que se tiene el PIB en dólares de 2013, se procede a obtener el PIB per cápita con la fórmula:

$$PPC = \frac{PIB}{POB} \quad (3.26)$$

Donde *PPC* es el PIB per cápita, *PIB* es el Producto Interno Bruto en dólares de 2013 y *POB* es la población medida a través de las proyecciones de población a mitad de año obtenidas del Consejo Nacional de Población (CONAPO) para el periodo 2010-2019.

▪ Estados de la frontera sur de Estados Unidos

Como ya se ha mencionado anteriormente para el cálculo del PIB per cápita del periodo 2010-2019 es necesario tener los datos del PIB y de la población total de los cuatro estados de la frontera sur de Estados Unidos. Por lo cual se obtiene el PIB a precios corrientes del *Bureau of Economic Analysis* (BEA), como se encuentra a precios corrientes se procede a deflactar para homogenizar las bases de datos con los estados de la frontera norte de México, teniendo como año base el 2013, utilizando la fórmula:

$$PIB_{2013=100} = \frac{PIB_{corriente}}{CPI_{2013=100}} \quad (3.27)$$

Una vez obtenido el PIB en dólares constantes de 2013, se aplica la fórmula del PIB per cápita teniendo como denominador a la población, cuyos datos se han obtenido de las proyecciones de la población del *United States Census Bureau* (CENSUS U.S.). Es así como se obtiene el PIB per cápita de forma anual para el periodo 2010-2019.

3.5.2 Capital humano

Los datos de las variables de educación que funcionan como aproximación al capital humano para los diez estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos se obtienen de las estadísticas regionales de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en el periodo 2010-2018, considerando el máximo nivel de estudios alcanzado bajo la Clasificación Internacional Normalizada de Educación 2011 (CINE-2011) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) por sus siglas en inglés.

Las cuales son las siguientes:

- Proporción de la población de 25 a 64 años con educación por debajo de la secundaria superior. Donde la educación por debajo de la secundaria superior incluye de los niveles cero a dos, que son los niveles de educación básicos conformados por la educación de primera infancia; educación primaria; y educación secundaria inferior, cuyo objetivo principal es preparar a los individuos en habilidades básicas para el aprendizaje tales como la alfabetización, aritmética, y el desarrollo humano.
- Proporción de la población de 25 a 64 años con educación secundaria superior y postsecundaria no terciaria. La educación secundaria superior y postsecundaria no terciaria incluyen los niveles tres y cuatro, que se corresponden a niveles por encima de la secundaria, además sirven como complemento a dicha educación cuya principal finalidad es dotar de habilidades, conocimientos y competencias individuales con complejidad por debajo de la educación superior cuya cualificación permite la incorporación al empleo o la educación terciaria.
- Proporción de la población de 25 a 64 años con educación terciaria total. La educación terciaria total concierne a los niveles del cinco al ocho, desde el técnico superior hasta el doctorado, en el cual se recibe aparte de la educación académica preparación vocacional o profesional avanzada cuyo contenido tiende a ser de mayor dificultad que los niveles de educación previos además de mayor especialización. Esta variable corresponde a la suma de la proporción poblacional cuyo logro máximo se encuentran entre el nivel cinco y ocho.
- Proporción de la población de 25 a 64 años con licenciatura o nivel equivalente. La licenciatura o nivel equivalente se atañe al nivel seis, formando parte de la educación terciaria, este se caracteriza por proporcionar a la población conocimientos, habilidades y competencias profesionales.
- Proporción de la población de 25 a 64 años con máster o nivel equivalente. El máster o nivel equivalente es el nivel siete, que al igual que la licenciatura constituye la educación terciaria, sin embargo, estos se encuentran entre los niveles más altos de educación, lo que se traduce en una mayor preparación de los individuos. Su objetivo primordial es dotar de calificación investigativa, académica y/o práctica, por medio de estudios de vanguardia y/o mejores prácticas profesionales.

Cabe destacar que se seleccionaron diferentes niveles educativos que a su vez se corresponden a diferencias en la preparación de los individuos que forman parte de los estados de la región transfronteriza, esto con el fin de identificar cuáles son los niveles que tienen mayor influencia sobre el crecimiento económico, y su efecto sobre la convergencia económica regional. Esperando que una mayor preparación de la fuerza de trabajo se corresponda a una mejor dotación de capital humano.

3.6 Especificación de las ecuaciones a estimar

3.6.1 Varianza y desviación estándar

$$\sigma_t^2 = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^N (\ln PPC_{i,t} - PROMPPC_t)^2 \quad (3.28)$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^N (\ln PPC_{i,t} - PROMPPC_t)^2} \quad (3.29)$$

3.6.2 Datos de panel

$$g_{i,t} = \mu_i + \beta \ln PPC_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.30)$$

$$g_{i,t} = \mu_i + \beta \ln PPC_{i,t-1} + \alpha DESEC_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.31)$$

$$g_{i,t} = \mu_i + \beta \ln PPC_{i,t-1} + \alpha ESECNTER_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.32)$$

$$g_{i,t} = \mu_i + \beta \ln PPC_{i,t-1} + \alpha TER_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.33)$$

$$g_{i,t} = \mu_i + \beta \ln PPC_{i,t-1} + \alpha LIC_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.34)$$

$$g_{i,t} = \mu_i + \beta \ln PPC_{i,t-1} + \alpha MAS_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.35)$$

3.6.3 Panel espacial

$$g_{i,t} = \mu_i + \phi(I_T * W_N)g_{i,t} + \beta \ln PPC_{i,t-1} + \theta(I_T * W_N) \ln PPC_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.36)$$

$$g_{i,t} = \mu_i + \phi(I_T * W_N)g_{i,t} + \beta \ln PPC_{i,t-1} + \alpha DESEC_{i,t-1} + \theta(I_T * W_N) \ln PPC_{i,t-1} + \phi(I_T * W_N) DESEC_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.37)$$

$$g_{i,t} = \mu_i + \phi(I_T * W_N)g_{i,t} + \beta \ln PPC_{i,t-1} + \alpha ESECNTER_{i,t-1} + \theta(I_T * W_N) \ln PPC_{i,t-1} + \phi(I_T * W_N) ESECNTER_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.38)$$

$$g_{i,t} = \mu_i + \varphi(I_T * W_N)g_{i,t} + \beta \ln PPC_{i,t-1} + \alpha TER_{i,t-1} + \theta(I_T * W_N) \ln PPC_{i,t-1} + \varnothing(I_T * W_N) TER_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.39)$$

$$g_{i,t} = \mu_i + \varphi(I_T * W_N)g_{i,t} + \beta \ln PPC_{i,t-1} + \alpha LIC_{i,t-1} + \theta(I_T * W_N) \ln PPC_{i,t-1} + \varnothing(I_T * W_N) LIC_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.40)$$

$$g_{i,t} = \mu_i + \varphi(I_T * W_N)g_{i,t} + \beta \ln PPC_{i,t-1} + \alpha MAS_{i,t-1} + \theta(I_T * W_N) \ln PPC_{i,t-1} + \varnothing(I_T * W_N) MAS_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.41)$$

Cuadro 3.1 Resumen de las variables a utilizar

Tipo de convergencia	Variable	Representación	Abreviatura ⁸
σ	Logaritmo del PIB per cápita	Logaritmo del PIB per cápita	<i>lnPPC</i>
	Promedio del logaritmo PIB per cápita	Promedio del logaritmo PIB per cápita	<i>PROMPPC</i>
	Crecimiento económico	Tasa de crecimiento del PIB per cápita	<i>g</i>
	Producto en el pasado	Logaritmo del PIB per cápita con un rezago	<i>lnPPC_lag</i>
β	Capital humano en el pasado	Proporción de la población de 25 a 64 años con educación por debajo de la secundaria superior con un rezago	<i>DSEC_lag</i>
		Proporción de la población de 25 a 64 años con educación secundaria superior y postsecundaria no terciaria con un rezago	<i>ESECNTER_lag</i>
		Proporción de la población de 25 a 64 años con educación terciaria total con un rezago	<i>TER_lag</i>
		Proporción de la población de 25 a 64 años con licenciatura o nivel equivalente con un rezago	<i>LIC_lag</i>
		Proporción de la población de 25 a 64 años con máster o nivel equivalente con un rezago	<i>MAS_lag</i>

Fuente: elaboración propia.

⁸ Identificador que se utiliza a partir de este momento con el fin de dar facilidad a la lectura.

Aun cuando existen diferentes metodologías para analizar los procesos de convergencia regionales, para los objetivos planteados las que mejores se adaptan son las relacionadas con la varianza y desviación estándar con el fin de comprobar si existe una disminución de las diferencias del PIB per cápita o no, es decir si hay un proceso de σ convergencia en la región transfronteriza México – Estados Unidos en el periodo 2010-2019.

Por otra parte, se ha planteado la utilización de panel para la comprobación de las hipótesis de β convergencia ya que brinda diferentes ventajas, y al mismo tiempo es la que mejor se adaptado el número de individuos y el periodo de tiempo que se estudia. Al final, se integra la metodología de panel espacial para identificar si el proceso de convergencia se ha visto influido por la vecindad de los estados fronterizos, y si esta ha sido capaz de incrementar las tasas de convergencia.

Dado que una de las principales diferencias entre las economías de la región transfronteriza se basa en términos del capital humano, se ha condicionado este con diferentes niveles de educación como aproximación a dicho factor productivo, de esta manera se permite hacer un comparativo entre los niveles que tienen mayor influencia sobre la disminución de la brecha en términos de ingreso per cápita entre los estados que conforman la región.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES DE σ Y β CONVERGENCIA EN LA REGIÓN TRANSFRONTERIZA MÉXICO – ESTADOS UNIDOS 2010-2019.

Existen diferentes formas de crecer.

La región transfronteriza México – Estados Unidos ha demostrado que existen vínculos económicos que hacen que cada uno de sus estados miembros sean dependientes del resto, dado factores diferenciales que permiten esto sea posible y se mantenga a través del tiempo. Dentro de la teoría económica el crecimiento económico es fundamental para promover el desarrollo económico, que conlleva el aumento del bienestar de la sociedad, por medio del incremento de la disponibilidad de bienes y servicios.

Entre todos los aspectos del crecimiento económico, la convergencia en cualquiera de sus tipos ha sido de los temas en los que mayormente se han enfocado los estudios de crecimiento dado que abre paso a la igualdad entre economías emergentes y desarrolladas en el largo plazo, por medio del descenso en las diferencias en términos del ingreso per cápita entre las mismas a consecuencia de los rendimientos decrecientes de los factores acumulables; siendo esto posible mediante diversas circunstancias tales como la dotación del capital humano, la heterogeneidad que permiten la integración a través del intercambio regional y un aumento en la movilidad de factores productivos derivado de menores distancias entre los miembros de una región.

En esta sección se plantea la comprobación de las hipótesis de σ y β convergencia en la región transfronteriza México – Estados Unidos en el periodo de estabilidad macroeconómica posterior a la crisis de 2008, para identificar si la restructuración económica ha permitido la reducción de las diferencias del PIB per cápita entre los estados que conforman la región transfronteriza.

De acuerdo con las metodologías seleccionadas para el análisis de la σ y β convergencia en este estudio es necesario primeramente realizar un análisis de los datos, por medio de la exploración estadística y espacial de los mismos a fin de identificar patrones de comportamiento que puedan dar pauta a los posibles resultados a obtener; seguidamente se presentan los resultados tras el cálculo de las ecuaciones de σ convergencia; después el cálculo de las estimaciones de β convergencia por medio del panel para determinar qué tipo de convergencia en el producto per cápita han seguido los estados de la región transfronteriza de 2010-2019 y si el capital humano

ha tenido efectos sobre el crecimiento económico y la convergencia; finalmente los resultados tras estimar los modelos de β convergencia por la metodología de panel espacial, para detectar si la vecindad entre localidades ha influido sobre los procesos de crecimiento económico y convergencia regional.

4.1 Análisis de datos

4.1.1 Análisis exploratorio de datos

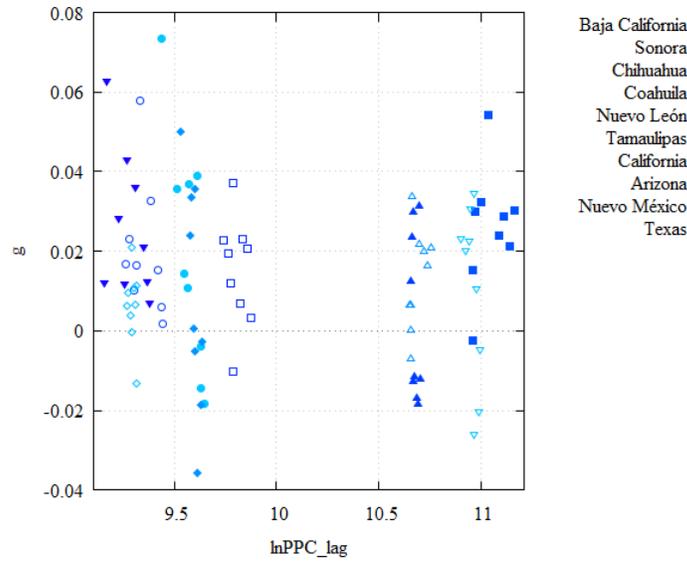
Previo a las estimaciones econométricas se plantea el análisis estadístico de las variables a utilizar con la finalidad de observar sus patrones del comportamiento, y tener información preliminar de lo que puede resultar al realizar los métodos econométricos. Se parte de gráficos donde se relacionan a las variables independientes con la dependiente a fin de distinguir de forma anticipada la relación que se aguarda entre variables, y la configuración de la conducta para cada uno de los individuos objetos de estudio.

Las ecuaciones econométricas para estimar β convergencia tanto en la metodología de panel como la de panel espacial, incluyen el empleo de la tasa de crecimiento del PIB per cápita como variable dependiente, y como independientes, el rezago del logaritmo del PIB per cápita, y como condicionante de la convergencia el rezago de las aproximaciones al capital humano por medio de los niveles educativos máximos alcanzados de la población de 25 a 64 años de edad. Dado que los métodos usados suponen un proceso de convergencia dinámico permanente en el tiempo, los retardos son la forma de incorporar los valores pasados de las variables. Al estar las variables independientes rezagadas y la tasa de crecimiento requiere de diferencias logarítmicas, esto ocasiona la pérdida de una observación en el tiempo, por lo que las estimaciones se realizan para el periodo 2011-2019.

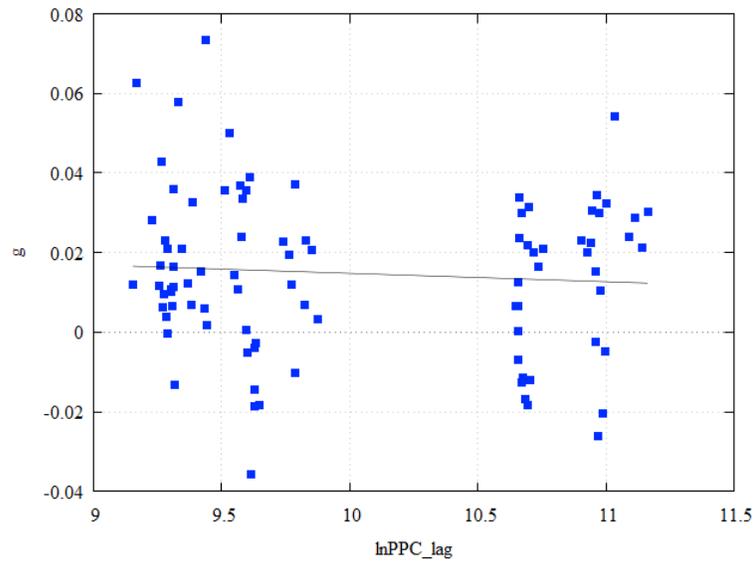
En la figura 4.1 se traza la relación del logaritmo del PIB per cápita con la tasa de crecimiento; de acuerdo con la teoría económica se espera una relación inversa entre ambas variables lo que determinaría la aceptación de la hipótesis de β convergencia. Las situaciones de mayor relevancia presentes en el panel *a*, es que los estados correspondientes a la frontera sur de Estados Unidos son aquellos quienes poseen los mayores indicadores del PIB per cápita, pero son los estados de la frontera norte de México los que tienen mayores tasas de crecimiento.

Figura 4.1 Relación del rezago del logaritmo del PIB per cápita con la tasa de crecimiento del mismo 2011-2019

a. Gráfico de distribución por estado



b. Gráfico de distribución con pendiente de relación entre variables



Fuente: elaboración propia.

Asimismo, son estados pertenecientes a la frontera norte de México los que disponen de las mayores y menores tasas de crecimiento del producto per cápita en la región transfronteriza, siendo el del mayor indicador Sonora y el de menor Coahuila, que se corresponden de igual modo a ser de los estados con menores niveles de producto en el periodo. Por otra parte, referente a los niveles del PIB por habitante es California la que exhibe el mayor nivel y

Chihuahua el de menor. Al analizar el patrón de comportamiento de estas variables, en el caso de los estados de la frontera sur de Estados Unidos se tiene una menor dispersión, aunque en las tasas de crecimiento hay algunas diferencias, en los niveles del ingreso per cápita en el tiempo parecen seguir valores muy parecidos.

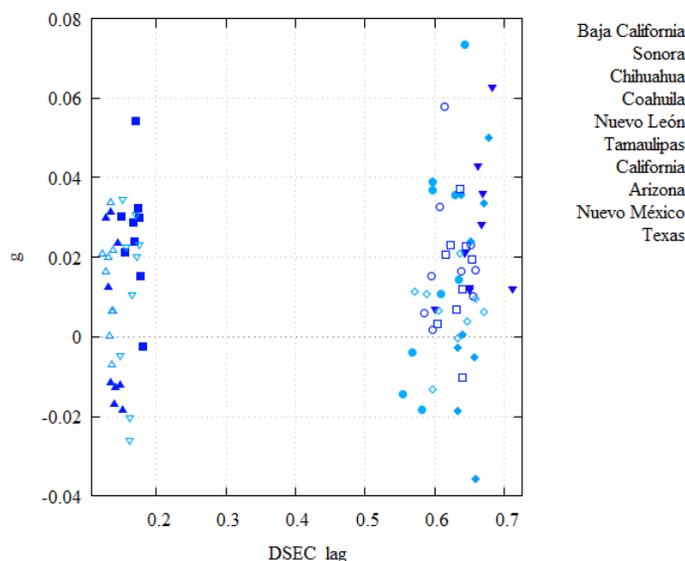
Cuando se anexa la pendiente en el panel *b* de la figura 4.1 con el propósito de distinguir la forma de la relación de las variables para el grupo de estados respectivos a la región transfronteriza México – Estados Unidos, se obtiene una pendiente con inclinación negativa, en otros términos, existe una relación inversa entre el logaritmo del PIB per cápita y la tasa de crecimiento del mismo en lo que compete al periodo 2011-2019, por lo tanto, se observa la existencia de un descenso en la brecha del producto per cápita entre los estados miembros de la región.

Por otra parte, en la figura 4.2 se establece el comportamiento de la variable de la proporción de la población de 25 a 64 años por debajo de la educación secundaria superior con la tasa de crecimiento del PIB per cápita. En función de lo establecido en la teoría y evidencia empírica de la β convergencia condicional, debería existir una relación positiva entre los niveles de educación con la tasa de crecimiento del producto per cápita, es decir, mayores niveles de educación corresponden a mayores tasas de crecimiento. El nivel educativo proporciona de habilidades y destrezas a la población trabajadora, permitiendo incrementar la productividad, que se traduce en crecimiento económico, que a su vez tiene la cualidad de aumentar las tasas de convergencia.

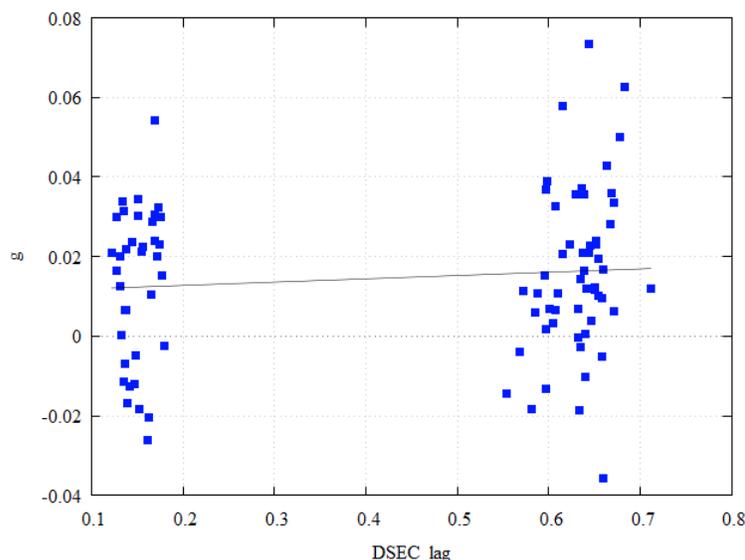
Según lo que se aprecia en el panel *a* de la figura 4.2, se nota que una mayor proporción de la población por debajo de la educación secundaria superior se corresponde también con mayores tasas de crecimiento del producto. Por ejemplo, Sonora es de las entidades con mayor porcentaje de la población con educación por debajo de la secundaria superior y a su vez también es de las que superior crecimiento presenta, bajo el mismo caso se observa Chihuahua. Mas, de manera contraria se tiene Arizona y Nuevo México, quienes suelen tener una menor proporción de la población con dicho nivel educativo y al mismo tiempo son de las que menor crecimiento registran.

Figura 4.2 Relación del rezago del % de la población de 25 a 64 años por debajo de la educación secundaria superior con la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2011-2019

a. Gráfico de distribución por estado



b. Gráfico de distribución con pendiente de relación entre variables



Fuente: elaboración propia.

Cuando se incluye la pendiente a fin de conocer la relación entre las variables de la muestra de los diez estados que conforman la región transfronteriza en el periodo 2011-2019, se advierte de la existencia de una relación positiva entre la proporción de la población de 25-64 años con educación por debajo de la secundaria superior y la tasa de crecimiento del PIB per cápita, ya que como se señala anteriormente las entidades con mayor parte de la población con este nivel

educativo, son a su vez las que tienen mayores tasas de crecimiento del producto por habitante; lo cual lleva a concluir en esta relación.

En la figura 4.3 se hacen ver las variables de la proporción de la población de 25-64 años con secundaria superior y postsecundaria no terciaria y la tasa de crecimiento del PIB per cápita de los estados de la región transfronteriza 2011-2019. En términos de estas variables se registra en el panel *a*, que la mayor proporción de la población con este logro educativo se concentra en los estados de la frontera sur de Estados Unidos, mientras que como ya se ha mencionado son al mismo tiempo los que registran menores tasas de crecimiento en el periodo.

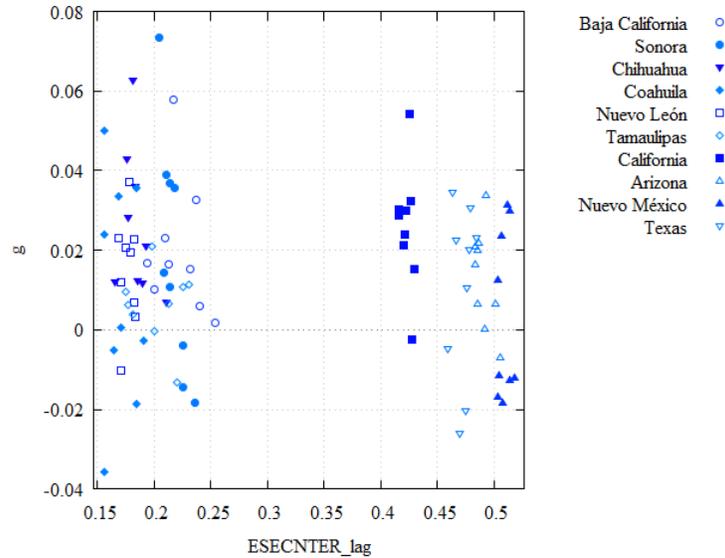
Al revisar, se observa que la entidad que manifiesta mayor proporción de la población con este logro educativo es Nuevo México, y de menor es Coahuila. En estas circunstancias la relación entre variables es contraria a lo que sucede con la variable anterior. Aquí las entidades con menor crecimiento son las que concentran la mayor proporción de la población con este logro educativo, esto es, las de la frontera sur de Estados Unidos, mientras la de menor proporción de la población con este nivel, son a su vez las que mayores tasas de crecimiento registran.

Pese a que se tiene una idea de la relación que guardan las variables, para verificar esta se incluye la pendiente en el gráfico de distribución tal y como se muestra en el panel *b* de la figura 4.3, en que se obtiene una pendiente negativa, esperando se disponga de una relación inversa entre la proporción de la población de 25-64 años con secundaria superior y postsecundaria no terciaria con la tasa de crecimiento del PIB per cápita en el periodo 2011-2019. Si bien, es contrario a lo que establece la teoría económica, hay evidencia empírica al respecto que lo respalda a través de estudios que han encontrado una relación inversa en estas variables dado las características propias de las economías y el sistema educativo por el que se rigen.

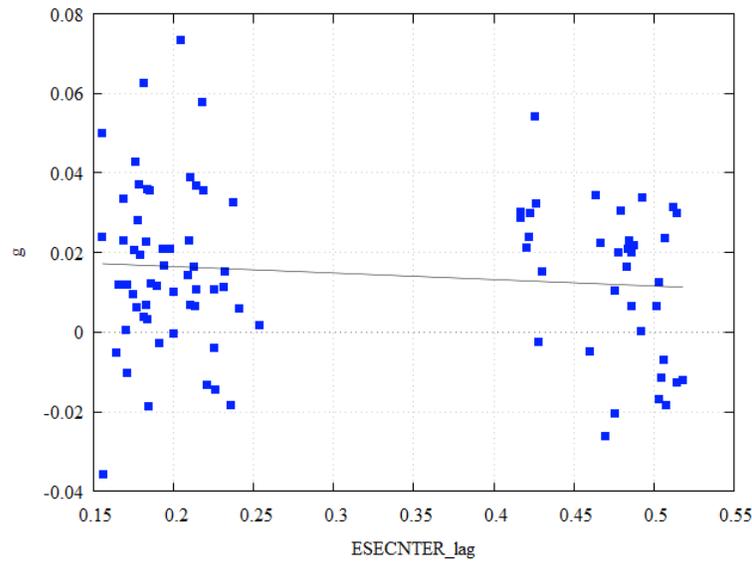
Ya que, por ejemplo, aunque los estados de la frontera norte de México son los que tienden a tener mayores tasas de crecimiento, no son los que mantienen una mayor proporción de la población con secundaria superior y postsecundaria no terciaria. A pesar de que se presenta esta relación a nivel de la región transfronteriza, esto podría cambiar al dividir las muestras, es decir, entre los estados de la frontera norte de México y los de la frontera sur de Estados Unidos, se pueda percibir una relación positiva y no negativa, tal y como lo establece la teoría económica.

Figura 4.3 Relación del rezago del % de la población de 25 a 64 años con secundaria superior y postsecundaria no terciaria con la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2011-2019

a. Gráfico de distribución por estado



b. Gráfico de distribución con pendiente de relación entre variables

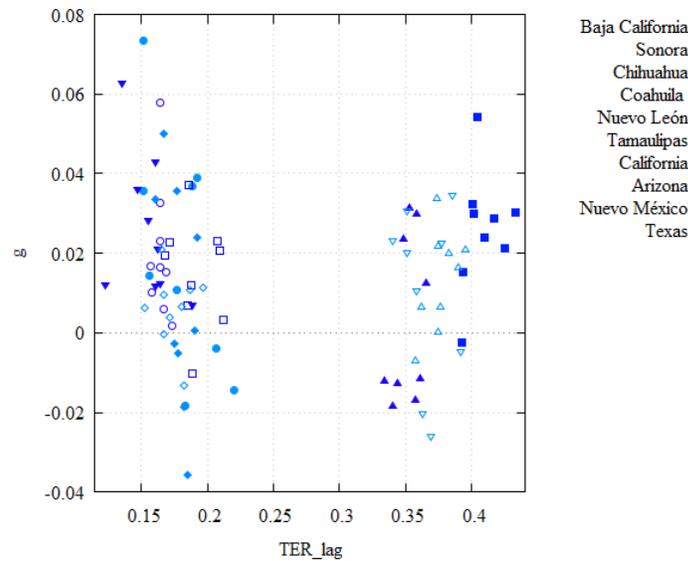


Fuente: elaboración propia.

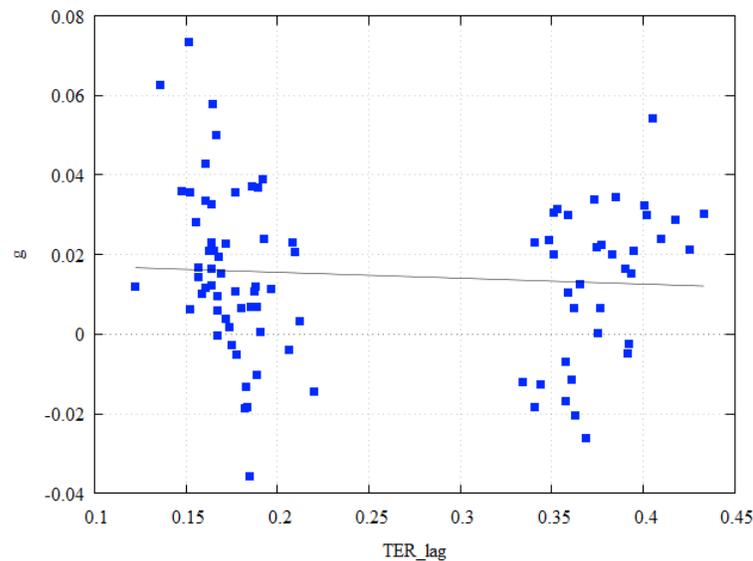
En la figura 4.4 se enseñan los gráficos de distribución de la relación del porcentaje de la población de 25 a 64 años con educación terciaria total, es decir, corresponde a la suma del máximo nivel educativo alcanzado entre técnico superior y doctorado de dicho nicho de la población, con la tasa de crecimiento del PIB per cápita, de los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos en el periodo de estudio.

Figura 4.4 Relación del rezago del % de la población de 25 a 64 años con educación terciaria total con la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2011-2019

a. Gráfico de distribución por estado



b. Gráfico de distribución con pendiente de relación entre variables



Fuente: elaboración propia.

En el panel *a*, de la figura 4.4 se advierte nuevamente que son los estados de la frontera sur de Estados Unidos los que presentan mayores porcentajes de la población entre los 25-64 años con educación terciaria total, esto es, tienden a tener mayor acceso a la preparación educativa superior que en los de la frontera norte de México. Lo que se traduce en que los estados de la frontera sur de Estados Unidos cuenten con una mayor dotación del capital humano.

Para poder tener una mejor apreciación sobre la relación guardada de las variables en la muestra de análisis se procede a integrar la pendiente de relación en el panel *b*, de la figura 4.4 la cual sugiere una relación negativa entre las variables. Esta relación se encuentra relacionado con las características propias de cada estado y como afecta al conjunto de la región, ya que las entidades que poseen mayores niveles de crecimiento son a su vez las que tienen menor porcentaje de la población con un máximo logro educativo en educación terciaria. Nuevamente la relación entre educación y crecimiento económico es contraria a lo que establece la teoría económica.

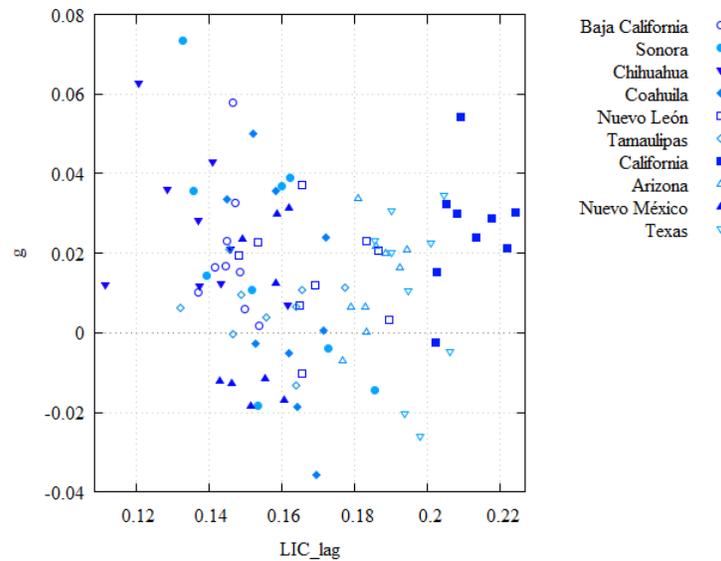
De acuerdo a lo descrito por el CINE-2011, como parte de la educación terciaria se encuentra la licenciatura o nivel equivalente, para tener una visión ampliada de los efectos de este nivel educativo sobre el crecimiento económico se utilizan los gráficos de distribución por estado de dichas variables presentadas en la figura 4.5. Por más que en este logro educativo los patrones de comportamiento no son tan predecibles como en el caso anterior, se consigue distinguir que la entidad con una mayor proporción de la población con dicho nivel educativo es California, mientras que dentro de los de menores es Chihuahua.

Sobre ese punto, un mayor porcentaje de la población cuyo nivel máximo alcanzado corresponde a la licenciatura o equivalente, se corresponde a menores tasas de crecimiento, caso contrario con los que tienen una menor proporción de la educación con dicho logro educativo. Básicamente, son las entidades de la frontera sur de Estados Unidos las de mayor logro educativo en este ámbito, aunque es importante señalar que en este caso la diferencia porcentual entre los estados de Estados Unidos y México no es tan alta como en niveles educativos previos.

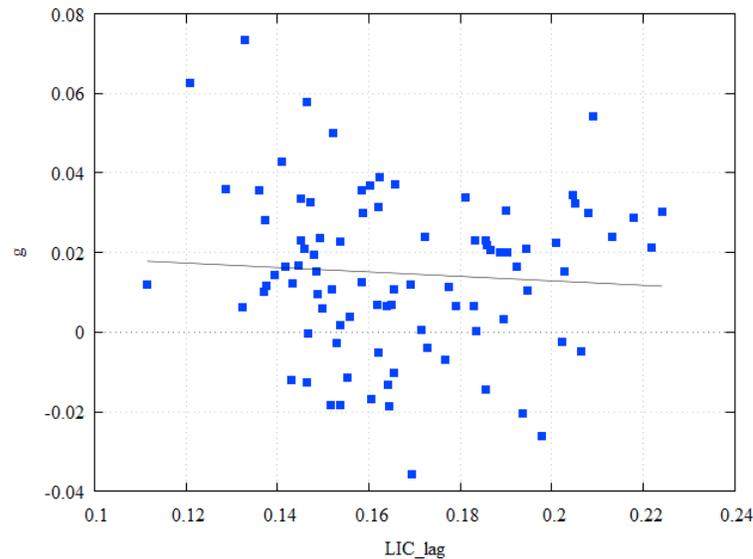
Lo cual da a entender que la brecha educativa ha tendido a reducirse a través del tiempo, cuando se habla de logro educativo en términos de licenciatura o niveles equivalentes. Pero al adjuntar la pendiente para determinar la relación existente entre este logro educativo y el crecimiento económico, en el panel *b*, de la figura 4.5 se sigue detectando una curva ligeramente negativa, lo que se traduce en una relación inversa entre las variables a nivel regional, en el periodo que se plantea el estudio; aunque en el largo plazo, esto podría llegar a cambiar.

Figura 4.5 Relación del rezago del % de la población de 25 a 64 años con licenciatura o nivel equivalente con la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2011-2019

a. Gráfico de distribución por estado



b. Gráfico de distribución con pendiente de relación entre variables



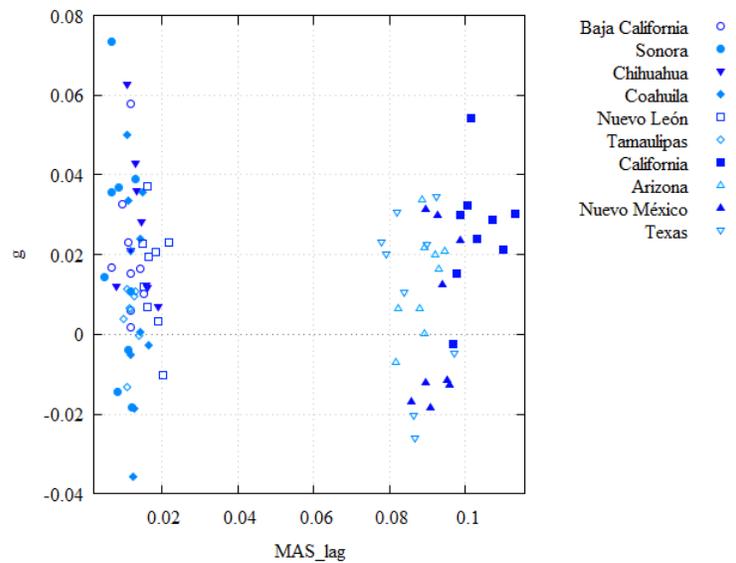
Fuente: elaboración propia.

A pesar de ello, en el periodo y muestra que se plantea la investigación se sigue esperando una relación inversa entre las variables. Lo cual es contrario a lo establecido en la teoría económica de crecimiento económico, regido por el capital humano, en el cual se asume este se relaciona de forma directa con el crecimiento económico, dado que tiene la facultad de potencializar la productividad y por ende incrementar las tasas de crecimiento.

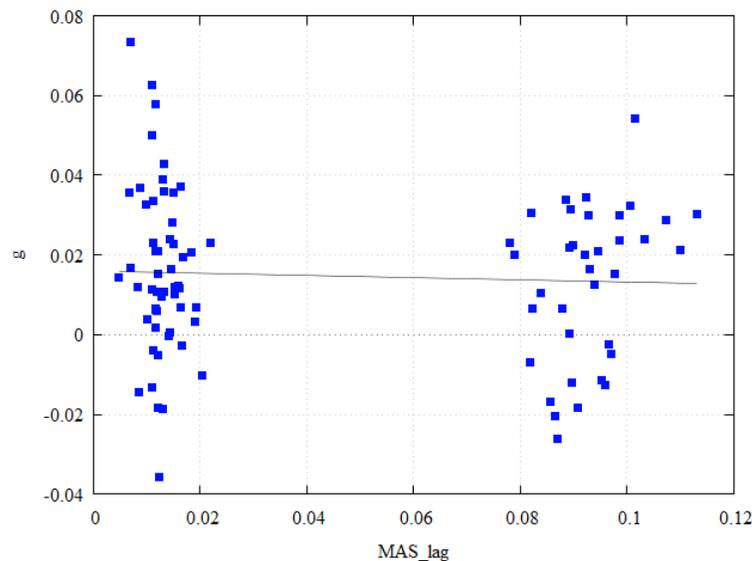
En lo que a la relación del porcentaje de la población de 25-64 años con máster o nivel equivalente con la tasa de crecimiento del PIB per cápita de los estados transfronterizos en el periodo 2011-2019, se exponen en la figura 4.6.

Figura 4.6 Relación del rezago del % de la población de 25 a 64 años con máster o nivel equivalente con la tasa de crecimiento del PIB per cápita 2011-2019

a. Gráfico de distribución por estado



b. Gráfico de distribución con pendiente de relación entre variables



Fuente: elaboración propia.

En el panel *a*, de la figura 4.6 se tiene la distribución de las variables en el periodo 2011-2019, es posible percibir mayor homogeneidad en los datos de la frontera norte de México, que en los

de la frontera sur de Estados Unidos, pero una vez más son los estados de la frontera sur de Estados Unidos los que revelan una mayor proporción de la población con máster o nivel equivalente que los de la frontera norte de México, teniendo diferencias considerables entre las regiones de uno y otro país. Ya que por ejemplo California supera el 10% de la población con dicho logro educativo y es la entidad que goza de la proporción más alta, a diferencia de la entidad de México que tiene el nivel más alto siendo Nuevo León que alcanza apenas un poco por encima del 2%, dicho en otras palabras, existen diferencias considerables entre los que disponen los niveles más bajos y los más altos.

Al añadir la pendiente para determinar la relación de las variables en el panel *b*, de la figura 4.6, se reconoce nuevamente una relación inversa entre el porcentaje de la población que tiene como grado máximo de estudio el máster o nivel equivalente, por causa de que la mayor proporción de la población con dicho logro educativo se concentran en los estados de menor crecimiento económico, vale decir, los de la frontera sur de Estados Unidos, aunque sucede lo mismo por ejemplo en los que poseen licenciatura o nivel equivalente, en este caso las diferencias son menos marcadas entre la entidad con el menor registro de la variable y la de mayor.

Tras hacer el análisis gráfico de la relación de las variables, de forma preliminar se esperaría encontrar evidencia empírica en favor de la β convergencia, aunque habría que determinar de qué tipo, dicho de otro modo, si es absoluta o condicional de acuerdo a la mejor especificación del panel, así como si resultan relevantes las variables que condicionan la convergencia aparte de la heterogeneidad regional. Pero, de acuerdo a los resultados obtenidos en las variables de educación como aproximación al capital humano, solo la proporción de la población de 25-64 años con un máximo de estudio por debajo de la secundaria superior logra tener un efecto positivo sobre el crecimiento económico, y, por ende, tendería a aumentar las tasas de convergencia al incorporarse como variable condicionante de la convergencia.

Dado que es la única, en la que las entidades con mayores tasas de crecimiento son a su vez las que tienen la mayor proporción de la población con dicho logro educativo, lo que debe de estar asociado a características propias de las entidades, relacionadas principalmente con la estructura del mercado laboral y del sistema educativo bajo el que se rigen. En los anexos del 8 al 14 se encuentran las series de la variable dependiente e independientes, para cada uno de los miembros de la región y el valor promedio regional de cada variable en el periodo de análisis, a fin de tener

una visión de mayor amplitud de la relación existente entre las variables, y las diferencias encontradas principalmente en las variables *proxys* al capital humano entre cada estado.

Para complementar el análisis exploratorio de los datos, se incluyen los principales estadísticos del conjunto de variables a utilizar, o sea, de los miembros de la región transfronteriza México – Estados Unidos en el periodo 2011-2019. Tal y como se observa en el cuadro 4.1 donde el PIB per cápita de la región en el periodo de análisis ha crecido en promedio 1.5%, mientras que la mediana de este, se corresponde también al 1.5%, por otra parte, la distancia a la media de la misma variable es de 20% lo cual es relativamente bajo dado que se encuentra por debajo de la mitad, se tiene un valor mínimo correspondiente a un decrecimiento del 3.6% perteneciente a Coahuila y un valor máximo de 7.3% de Sonora.

Por otro lado, el logaritmo del PIB per cápita con un retardo, el promedio regional ronda en el 10, mientras que la mediana es muy cercana a este con un valor de 9.70, sin embargo, la distancia a la media de la variable es relativamente alta dado que corresponde a un 69.7%. Se localiza un valor mínimo de 9.15 perteneciente a Chihuahua y un valor máximo de 11.2 que se corresponde a California, en este caso el valor menor se ubica en la frontera norte de México, mientras que el mayor en la frontera sur de Estados Unidos.

Cuadro 4.1 Principales estadísticos de las variables a utilizar

Variable	Promedio	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
<i>g</i>	0.015	0.015	0.020	-0.036	0.073
<i>lnPPC_lag</i>	10.0	9.70	0.697	9.15	11.2
<i>DSEC_lag</i>	0.439	0.597	0.239	0.122	0.712
<i>ESECNTER_lag</i>	0.307	0.223	0.140	0.156	0.518
<i>TER_lag</i>	0.255	0.190	0.101	0.122	0.433
<i>LIC_lag</i>	0.167	0.162	0.025	0.112	0.224
<i>MAS_lag</i>	0.045	0.016	0.040	0.005	0.113

Fuente: elaboración propia.

A lo referido a las variables que funcionan como aproximación al capital humano se inicia con el rezago del porcentaje de la población de 25-64 años con educación por debajo de la secundaria superior donde se tiene un porcentaje promedio cuyo logro máximo ha sido este nivel educativo de 43.9% de la población en el rango de edad de la región, mientras que la mediana se encuentra un poco por encima del promedio con 59.7%. La desviación estándar indica una distancia al promedio de la variable del 23.9% lo cual es relativamente bajo, el valor mínimo de la muestra

corresponde a un 12.2% siendo el dato de Arizona y un máximo de 71.2% de Chihuahua existe una brecha de 59% entre el valor mínimo y máximo de la variable en la muestra, siendo señal de diferencias significativas entre los valores de los estados que conforman la región.

En el logro educativo vinculado a la educación secundaria superior y postsecundaria no terciaria se tiene un promedio regional de 30.7 % de la población adulta en edad de trabajar con máximo de estudio en este nivel, una mediana por debajo del promedio con un valor de 22.3%, y una dispersión de la variable de 14%. El valor mínimo es de 15.6% de Coahuila y un máximo de 51.8% de Nuevo México, en cuanto a la distancia entre el valor mínimo y máximo en este caso también es alto siendo este de 36.2%, pero menor al nivel educativo anterior.

Para la educación terciaria total se tiene que en promedio de la población adulta en edad de trabajar con logro educativo máximo corresponde a cualquier nivel de la educación terciaria es del 25.5%, la mediana de esta es inferior al promedio con 19%, la dispersión de la muestra de la variable corresponde al 10.1%. El valor mínimo es de 12.2% correspondiente a Chihuahua y el máximo de 43.3% de California, se tiene una diferencia entre el valor mínimo y máximo de 31.1%, es decir, hay menor desigualdad que en los niveles educativos anteriores, aunque esta diferencia sigue siendo alta.

En el logro educativo de licenciatura o nivel equivalente, se detenta que en promedio un 16.7% de la población del grupo de edad de la muestra ha alcanzado este logro educativo, mientras que la mediana de la variable se corresponde al 16.2% un poco menor al promedio, mientras que la distancia a la media de las variables es muy baja con un 2.5%. El valor mínimo es de 11.2% de Chihuahua y el máximo de 22.4% de California, teniendo una diferencia del 11.2% entre el valor mínimo y máximo entre la entidad con el menor registro y la de mayor, habiendo una menor diferencia comparado con los niveles educativos menores.

Hay un 4.2% en promedio de la población de 25-64 años cuyo logro educativo máximo corresponde al máster o nivel equivalente en la región transfronteriza, teniendo una mediana de 1.6% estando por debajo del promedio regional, una desviación estándar del 4%. Se tiene un valor mínimo de 0.5% de Sonora y un máximo de 11.3% de California, existiendo una brecha del 10.8% entre el valor máximo y el mínimo de la muestra analizada, es decir, aun cuando la diferencia es tangible, ha disminuido al compararla con los niveles educativos anteriores.

Al examinar los valores principalmente de los niveles educativos es posible percibir que el promedio de la población con logro educativo máximo correspondiente a niveles mayores de educación, suele disminuir lo que significa que son menos las personas que tienen acceso a mayores niveles de educación en los estados transfronterizos. Pero, a medida que aumenta el nivel educativo de la población la brecha en los valores mínimos y máximos de las variables se aminora, lo que es un indicativo de mayor homogeneidad en el acceso a la educación en los niveles mayores, lo que en el largo plazo podría llevar un descenso de las diferencias en la dotación de capital humano entre los estados desarrollados y emergentes.

4.1.2 Análisis exploratorio de datos espaciales

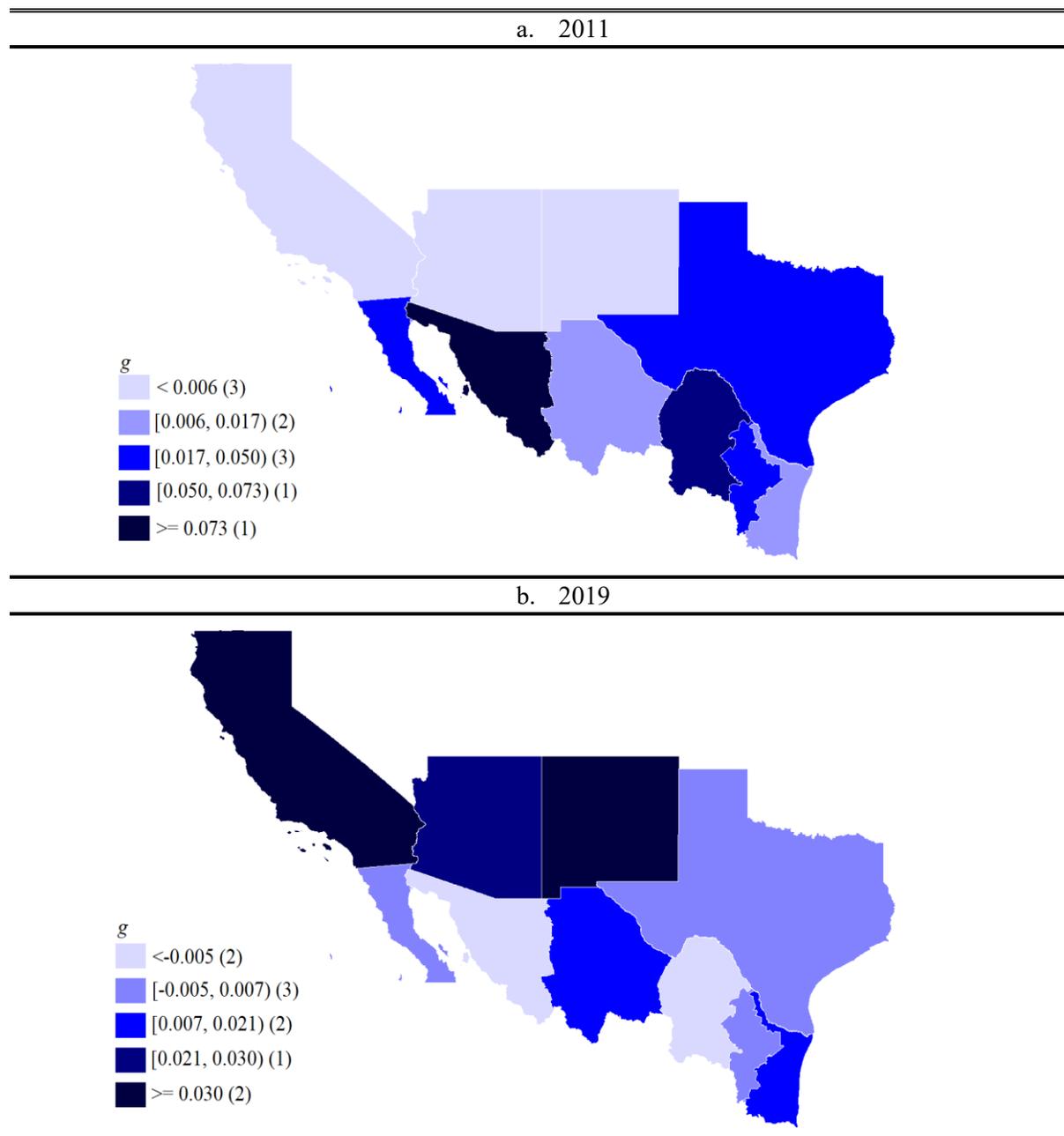
Para identificar patrones del comportamiento de la variable dependiente e independientes, de forma geográfica se realiza el análisis geo-referenciado de las mismas, a partir de mapas donde se muestra la distribución espacial de las mismas. Dado que este análisis solo permite conocer el valor de las variables en momentos específicos del tiempo se ha optado por integrar los datos observados en el periodo inicial de análisis y en el final, mientras que del anexo 15 se exponen los valores promedio de las entidades en el periodo 2011-2019.

En la figura 4.7, panel *a*, se hace plausible el comportamiento geo-referenciado de la variable dependiente siendo esta la tasa de crecimiento del PIB per cápita en el 2011. Las tasas de crecimiento de los estados de la región transfronteriza se muestran con colores claros correspondientes a las menores tasas de crecimiento, mientras más oscuro es el color mayor es la tasa de crecimiento del mismo. En función de esto se hace notar que los estados que registran menores tasas de crecimiento del producto per cápita entre 2010-2011 son California, Arizona y Nuevo México, siendo Sonora la entidad que posee la mayor tasa de crecimiento en el año inicial.

Si se examina el comportamiento regional de la variable se capta que son las entidades de la frontera sur de Estados Unidos las que suelen tener un comportamiento de mayor homogeneidad, a diferencia de los de la frontera norte de México. Ya que por ejemplo tres de los cuatro miembros se ubican en el mismo intervalo, aunque en el caso de México hay dos pares de entidades que se ubican dentro del mismo intervalo siendo estas Chihuahua y Tamaulipas en el intervalo número dos, Baja California y Nuevo León en el intervalo tres.

Así mismo, se observa que son las entidades de la frontera norte de México quienes presentan mayores tasas de crecimiento en el periodo inicial, y las de la frontera sur de Estados Unidos, las que crecen menos.

Figura 4.7 Distribución espacial de la tasa de crecimiento del PIB per cápita en el año inicial y final de análisis



Fuente: elaboración propia.

Nota: elaborado bajo la metodología de cortes naturales con cinco intervalos.

Mientras en el panel *b*, de la figura 4.7 se reconoce a California y Nuevo México como los estados de la región que cuenta con las mayores tasas de crecimiento del PIB per cápita en el periodo final, es decir, entre 2018-2019. Son Sonora y Coahuila los estados que menores tasas de crecimiento presentan en este periodo. Pero a diferencia del panel *a*, se mira un proceder de mayor homogeneidad tanto en la frontera sur de Estados Unidos como en la frontera norte de México.

Si se compara, lo examinado en el panel *a* y *b* de la figura 4.7 se distingue que las entidades que crecen a mayores tasas en el periodo inicial son a su vez las que crecen a menores tasas en el año final, que de acuerdo con lo establecido en las hipótesis de convergencia esto permitiría encontrar evidencia empírica en favor de la β convergencia, ya que conforme pasa el tiempo las entidades con menores tasas de crecimiento se dirigen a crecer más que las que inicialmente crecían más.

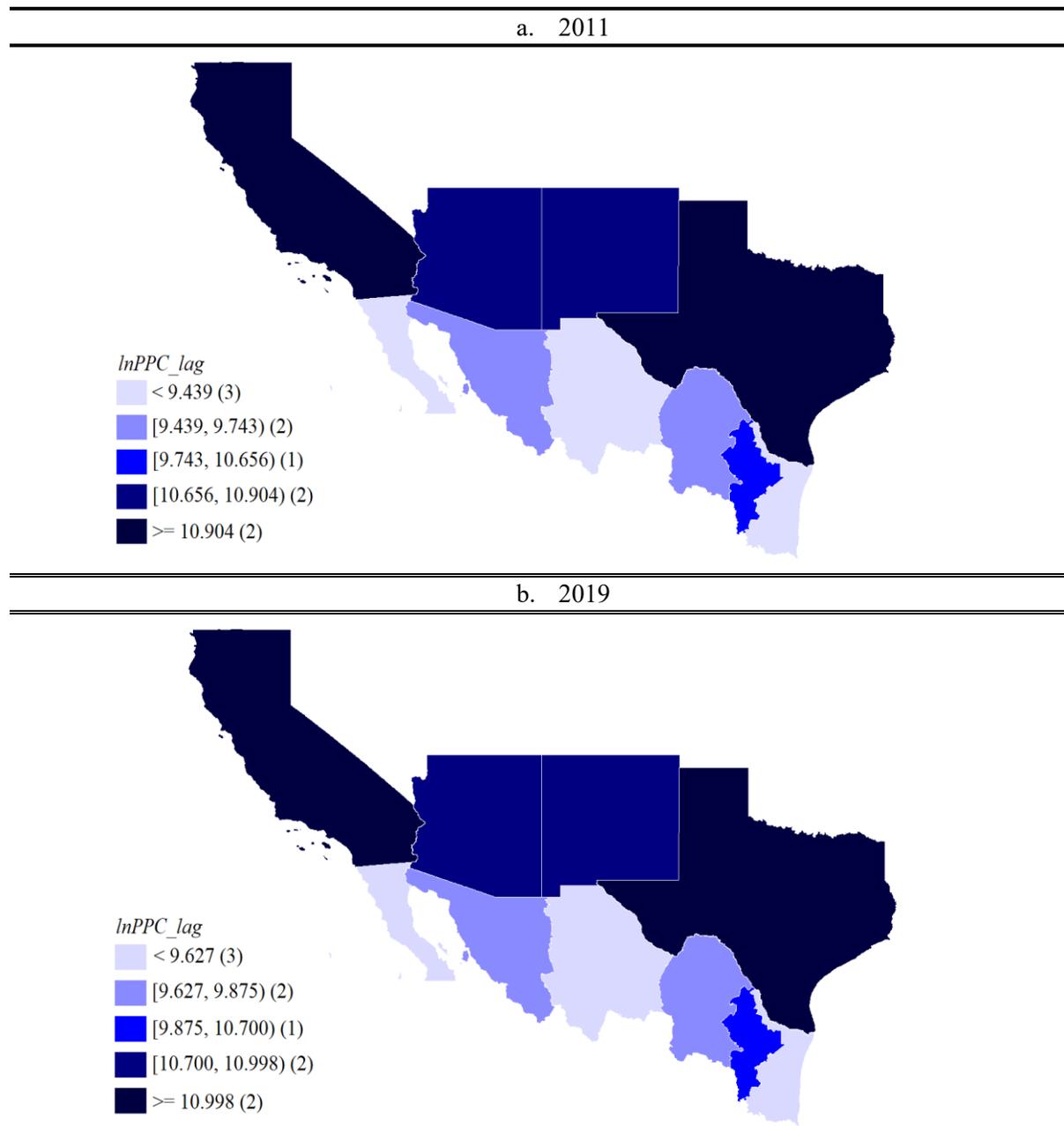
En el panel *a*, de la figura 4.8 se establece la distribución espacial del rezago del logaritmo del PIB per cápita en el año inicial (2011). En ese marco, se ve que los mayores niveles del producto per cápita se localizan en la frontera sur de Estados Unidos, porque en los dos intervalos correspondientes a los valores altos de la variable se sitúan todos los miembros de este. En tanto que en los intervalos de menores valores se posicionan las entidades de la frontera norte de México, resaltando en el intervalo más bajo tres de las seis entidades correspondientes a la frontera norte de México, siendo estas Baja California, Chihuahua y Tamaulipas.

Aunque en este caso hay un comportamiento de mayor homogeneidad a lo largo de la región a comparación de las tasas de crecimiento. Sobre el panel *b*, correspondiente al año 2019, se observa un patrón de comportamiento regional idéntico que en el año inicial, o sea, son las entidades la frontera sur de Estados Unidos las que se siguen concentrando en los intervalos de valores altos de la variable, y los de la frontera norte de México, en los de menores valores, lo que significa, que las entidades de México tienden a tener menores niveles en términos del producto per cápita en comparación con los de la frontera sur de Estados Unidos.

Si, se incorpora lo obtenido en la figura 4.7 y 4.8 se extrae que los comportamientos de las variables se ajustan a lo que establecen las hipótesis de convergencia principalmente en el año inicial del análisis, donde las regiones con menores niveles del ingreso per cápita son las que

registran mayores tasas de crecimiento del mismo, lo que da una relación inversa entre estas variables, aunque en el año final no precisamente sucede lo mismo.

Figura 4.8 Distribución espacial del rezago del logaritmo del PIB per cápita en el año inicial y final de análisis



Fuente: elaboración propia.

Nota: elaborado bajo la metodología de cortes naturales con cinco intervalos.

En el panel *a* de la figura 4.9 se presenta el rezago de la proporción de la población de 25-64 años con educación por debajo de la secundaria superior en el 2011. A partir de lo obtenido, en

esta variable es presumible que la entidad con el mayor registro con este logro educativo en el año inicial es Chihuahua, mientras que en el intervalo más bajo se encuentran Arizona y Nuevo México. De forma global en la región, son las entidades de la frontera norte de México quienes se ubican en los intervalos de valores altos, mientras que los de la frontera sur de Estados Unidos, se colocan en los intervalos de valores menores.

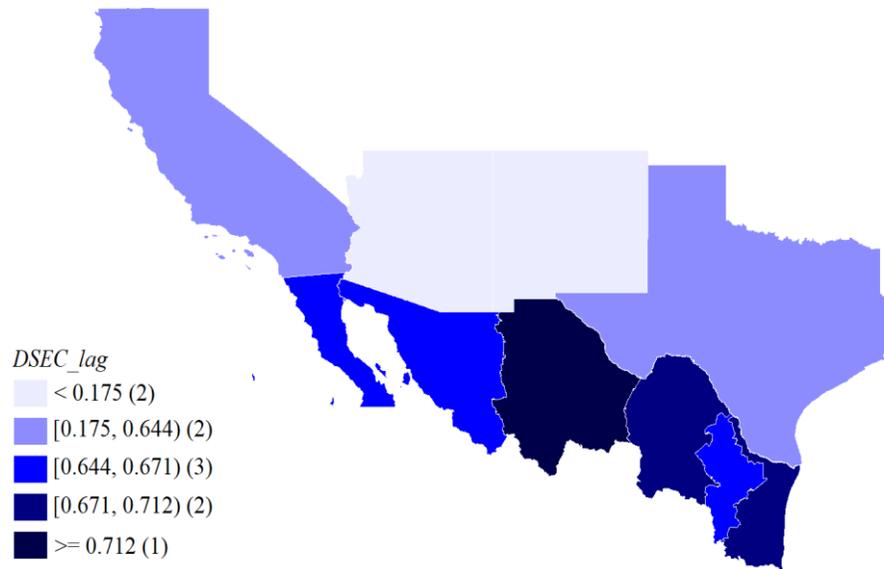
Lo que demarca algún tipo de heterogeneidad en el logro educativo por debajo de la secundaria superior entre los estados pertenecientes a la frontera sur de Estados Unidos y la frontera norte de México, no obstante, al evaluarlo de forma separada hay mayor similitud entre los estados pertenecientes al mismo país, lo que podría estar vinculado a la estructura socio-económica de cada país, que tiene efectos sobre el logro educativo de la población.

En el panel *b*, se estudia la distribución de la misma variable en el 2019. En el cual la actuación sigue una senda muy parecida a la de 2011; las entidades con menor población cuyo logro máximo de educación está por debajo de la secundaria superior, son las de la frontera sur de Estados Unidos, mientras que los de mayor en la frontera norte de México. Pero habría que ver las diferencias en la magnitud de los intervalos, ya que, por ejemplo, en el 2019 los intervalos corresponden a valores menores que en el 2011. Esto significa que son cada vez menos las personas cuyo nivel máximo de educación se encuentra por debajo de la secundaria superior, por consiguiente, se ha tendido a acrecentar el nivel de educación de la población.

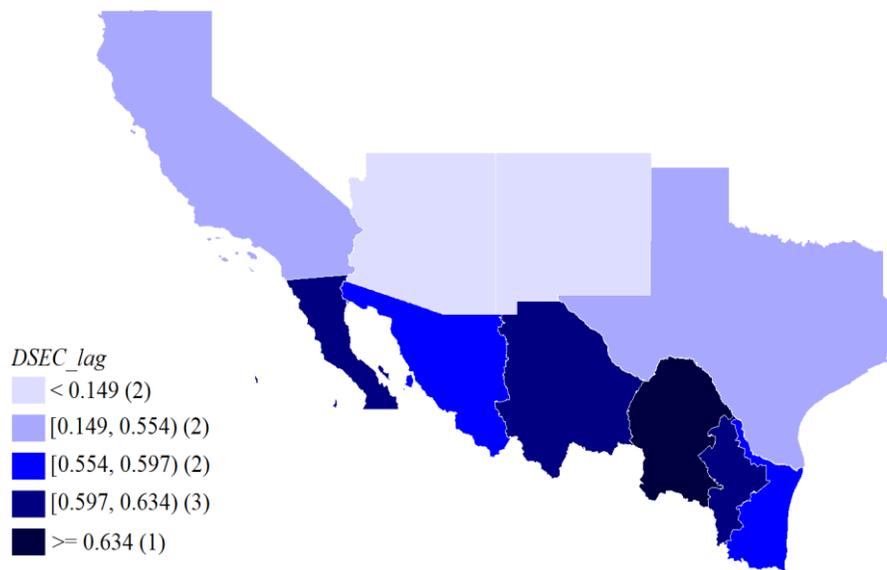
Esto es probable abra paso a una reducción de las semejanzas en términos del logro educativo de los estados que conforman la región transfronteriza México – Estados Unidos en el largo plazo, si se sigue manteniendo la tendencia al descenso de la población adulta en edad de trabajar, con mayores niveles de logro educativo. Cabe señalar adicionalmente, que son las entidades con mayores registros de crecimiento económico en 2011 las que de manera similar, suelen tener mayores porcentajes de la población con educación por debajo de la secundaria superior, mas no se repite el mismo patrón de comportamiento en el 2019.

Figura 4.9 Distribución espacial del rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con educación por debajo de la secundaria superior en el año inicial y final de análisis

a. 2011



b. 2019



Fuente: elaboración propia.

Nota: elaborado bajo la metodología de cortes naturales con cinco intervalos.

En el panel *a*, de la figura 4.10 se presenta la distribución espacial del rezago de la proporción de la población de 25-64 años con educación secundaria superior y postsecundaria no terciaria en el 2011. Nuevamente son los estados de la frontera sur de Estados Unidos los que se sitúan

en los intervalos de valores altos, mientras que son los de la frontera norte de México quienes se colocan en los intervalos de valores bajos.

Realzando a Arizona y Nuevo México como los estados de la región que tienen un mayor porcentaje de la población con un logro educativo de secundaria superior y postsecundaria no terciaria en el 2011, en tanto que son tres entidades de la frontera norte de México las cuales se encuentran en los intervalos de valores bajos, por mejor decir, Chihuahua, Coahuila y Nuevo León.

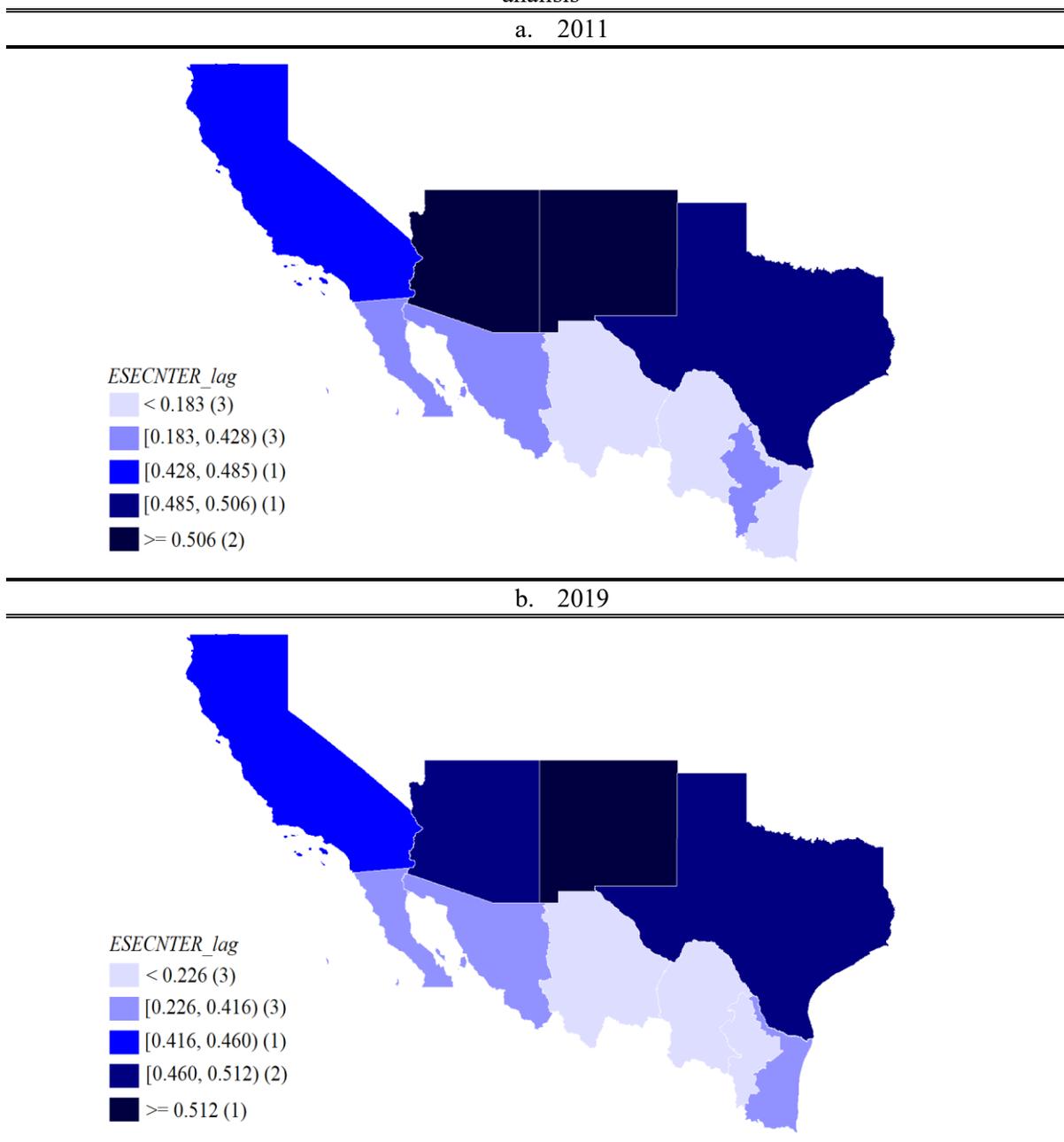
Por lo que toca a la actuación regional son ostensibles las entidades que tienen comportamientos similares en términos de esta variable, en la que se detectan al menos tres agrupamientos, dos en la frontera norte de México y uno en la frontera sur de Estados Unidos. Al reexaminar lo mostrado en el panel *b*, de la figura 4.10 correspondiente al 2019; primeramente, se subraya la diferencia en la magnitud de los valores de los intervalos, en razón de que en el 2019 tienden a ser mayores los porcentajes, lo que refleja un aumento en la población que posee dicho logro educativo como el máximo alcanzado.

Pero en términos de la distribución tanto en el 2011 y 2019 se siguen modelos de comportamiento un tanto similares. En el cual la frontera norte de México se concentran los menores porcentajes, entre tanto, en la frontera sur de Estados Unidos los más altos.

En el 2019 se distingue como la entidad con un mayor porcentaje de la población de 25-64 años con educación secundaria superior y postsecundaria no terciaria, a Nuevo México, la cual se encuentra en el intervalo mayor. Pero, son tres entidades de México las que se localizan en el intervalo de valores pequeños las cuales corresponden a Chihuahua, Coahuila y Nuevo León.

De forma particular, es interesante como las entidades que se encuentran en intervalos iguales de los valores de la variable, conjuntamente se corresponden a tener fronteras comunes en la coyuntura de México. Sucede algo similar en Estados Unidos en el 2011. Mas, si se reflexiona sobre el proceder regional se asocian valores bajos de las variables con vecinos con valores altos en los límites entre México y Estados Unidos. No obstante, se nota una tendencia creciente a lo que al logro educativo se refiere por lo que, quizá en el largo plazo alcancen valores muy parecidos, entre los estados correspondientes a los diferentes países.

Figura 4.10 Distribución espacial del rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con educación secundaria superior y postsecundaria no terciaria en el año inicial y final de análisis



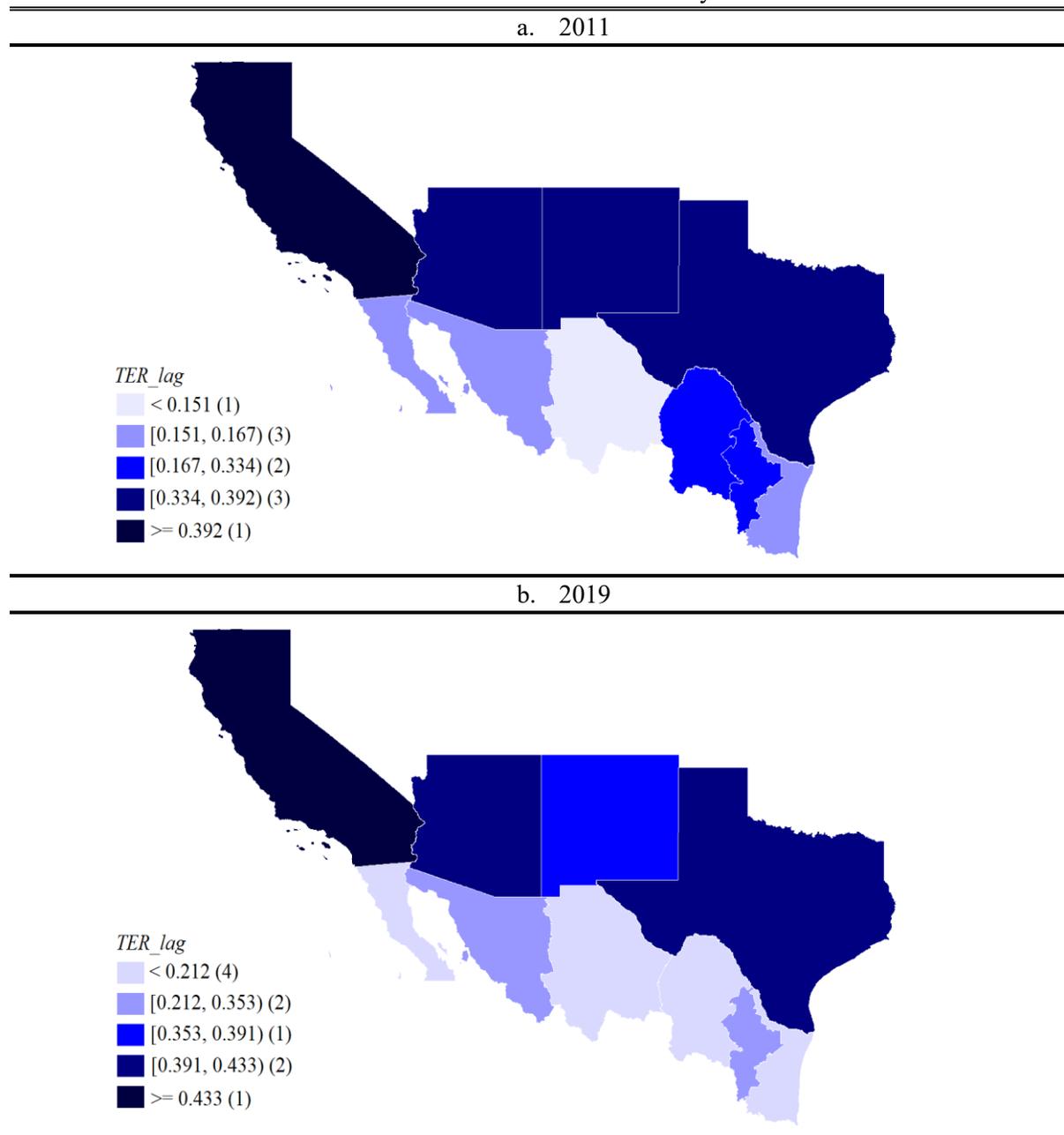
Fuente: elaboración propia.

Nota: elaborado bajo la metodología de cortes naturales con cinco intervalos.

En la figura 4.11 se presenta la distribución espacial del rezago de la proporción de la población de 25-64 años con educación terciaria total, en el panel *a*, para el año 2011 y en el panel *b*, del 2019. Acerca del panel *a*, se aprecia que los estados de la frontera sur de Estados Unidos aglomeran la mayor proporción de la población con dicho logro educativo, en tanto que los de

la frontera norte de México, lo valores menores. Sin embargo, nuevamente concuerdan que las entidades pertenecientes a un mismo intervalo suelen compartir fronteras comunes y pertenecer al mismo país; así que ocurre homogeneidad sub-regional, más heterogeneidad regional.

Figura 4.11 Distribución espacial del rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con educación terciaria total en el año inicial y final de análisis



Fuente: elaboración propia.

Nota: elaborado bajo la metodología de cortes naturales con cinco intervalos.

Mientras tanto en el panel *b*, otra vez se ve que los intervalos cuentan con tendencia a aumentar la magnitud entre 2011-2019, lo que es un indicativo de incrementos en el logro educativo correspondiente a la educación terciaria a nivel individual y regional entre un periodo y otro. Aun cuando se sigue un mismo patrón de comportamiento en ambos años, dado que la frontera norte de México suele tener una menor proporción de la población cuyo máximo de estudios se corresponde a la educación terciaria total.

En tanto en la figura 4.12 se geo-referencia el rezago de la proporción de la población de 25-64 años con licenciatura o nivel equivalente, en el panel *a* de 2011 y en el panel *b*, de 2019. La conducta de la variable es muy semejante a lo que sucede en logros educativos previos donde el mayor porcentaje de la población con registros altos de las variables se corresponden a la frontera sur de Estados Unidos, mientras que los valores bajos a México.

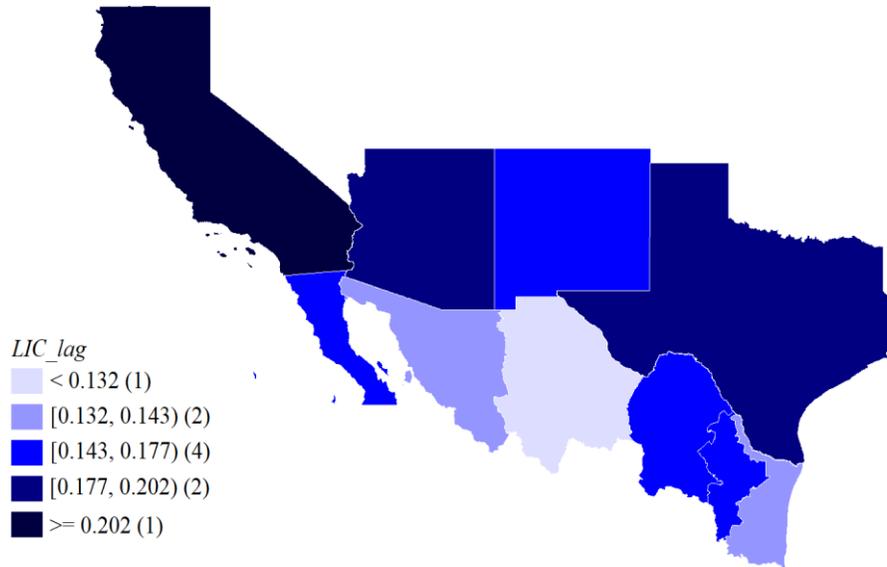
Pero, es elemental puntualizar que en este caso la entidad que tiene mayor logro educativo es California, al tiempo que la de menor es Chihuahua. Bajo estas particularidades en las entidades es posible una mayor paridad. Si bien, son raros los casos en las que los estados que se encuentran en un mismo intervalo a su vez compartan frontera común o sean vecinos, si acontece para Coahuila y Nuevo León.

Una vez más, es primordial reconocer el acrecentamiento en el porcentaje de las personas con este nivel educativo entre 2011 y 2019, poseyendo una tendencia al alza, lo que se traduce en un mayor acceso a la educación superior en la región en general. California persiste como la entidad con mayor porcentaje de la población con este nivel educativo, ubicándose en el intervalo mayor, mientras son cuatro las entidades que tienen el menor registro, por mejor decir, se ubican en el intervalo de valores menores las cuales son Baja California, Chihuahua, Coahuila y Nuevo México.

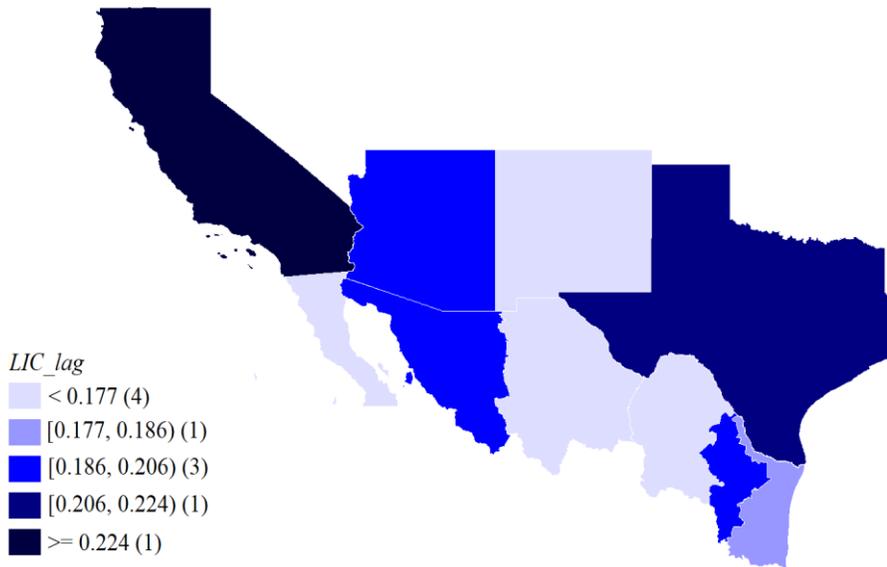
Lo interesante de lo que sucede en 2019, es que hay entidades que se encuentran en el mismo intervalo de confianza que además comparten frontera común con su similar del país vecino, tal es el caso de Arizona y Sonora, Nuevo México y Chihuahua. Lo que es una señal de que existe mayor similitud en términos regionales en el comportamiento de esta variable, y que las diferencias tienden a disminuir a través del tiempo.

Figura 4.12 Distribución espacial del rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con licenciatura o nivel equivalente en el año inicial y final de análisis

a. 2011



b. 2019



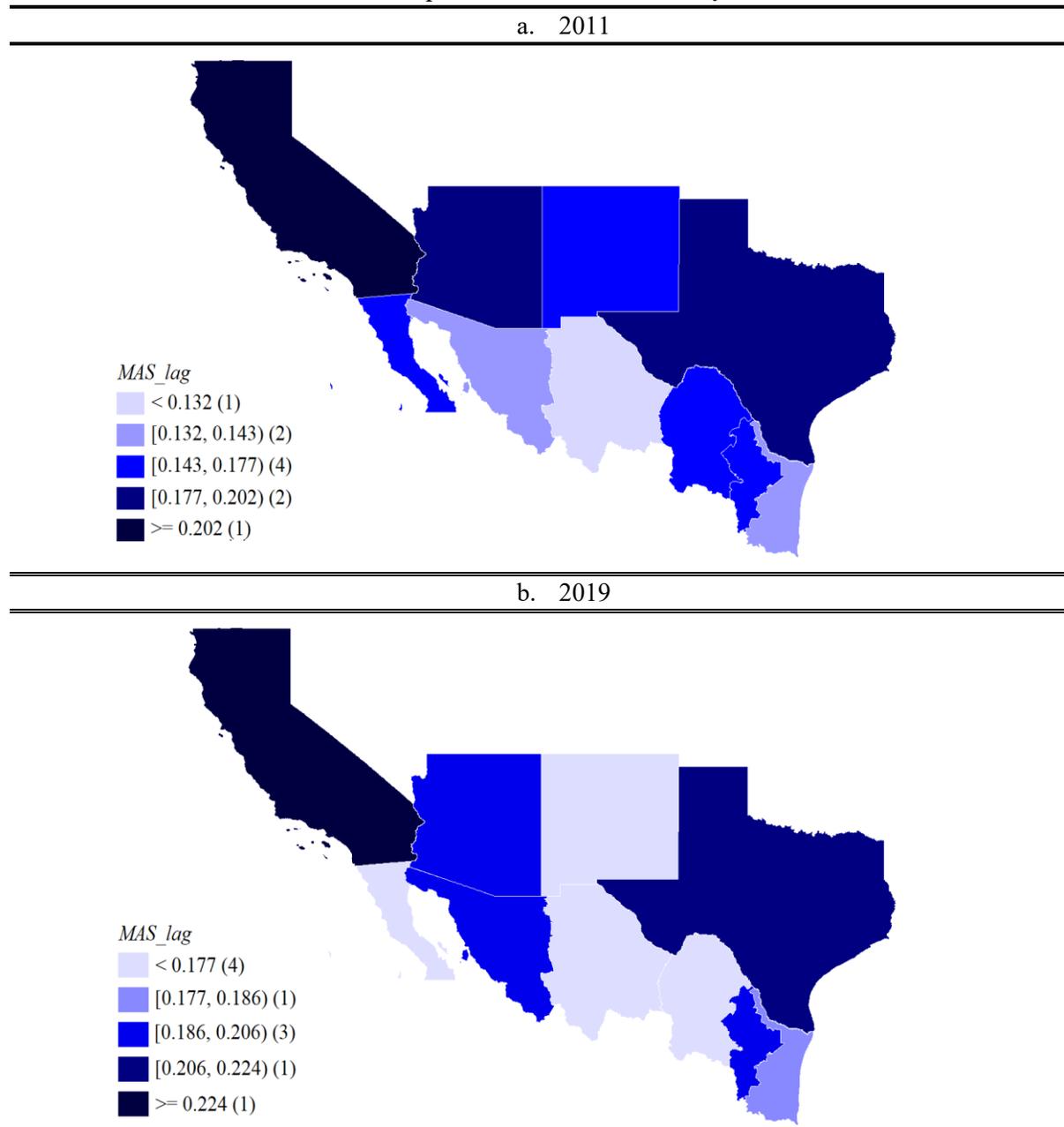
Fuente: elaboración propia.

Nota: elaborado bajo la metodología de cortes naturales con cinco intervalos.

En la figura 4.13 se muestra el rezago de la proporción de la población de 25-64 años con máster o nivel equivalente distribuida geográficamente, en el panel *a* se muestra lo correspondiente a 2011 y en el panel *b* a 2019. El patrón de comportamiento es muy parecido a lo observado en el

nivel de licenciatura, en que los estados de la frontera sur de Estados Unidos tienen los niveles mayores y los de la frontera norte de México los menores.

Figura 4.13 Distribución espacial del rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con máster o nivel equivalente en el año inicial y final de análisis



Fuente: elaboración propia.

Nota: elaborado bajo la metodología de cortes naturales con cinco intervalos.

California es el estado que presenta el mayor logro educativo en 2011 y 2019, así como la de menor Chihuahua. En el año de partida las entidades pertenecientes a un mismo intervalo

comparten vecindad en el mismo país, pero nuevamente esto cambia en 2019, donde dentro del mismo intervalo se comparte frontera con sus similares del país vecino, tal es el caso nuevamente de Arizona y Sonora, Nuevo México y Chihuahua.

Al estudiar el comportamiento de las variables distribuidas geográficamente en el periodo inicial y final, señalan las posibles relaciones entre las variables y entidades objeto de estudio. Dentro de lo significativo se destaca que son las entidades de la frontera norte de México las que suelen tener mayores tasas de crecimiento de producto per cápita en el 2011, pero no necesariamente en el 2019. Mas si son las entidades de la frontera sur de Estados Unidos las que concentran los mayores niveles de ingreso per cápita. Por lo que toca a las variables de capital humano, se advierte que a medida que pasa el tiempo el logro educativo tiende a aumentar disminuyendo las diferencias entre los estados de la región, en oposición de los logros educativos de menor nivel donde hay mayores diferencias regionales, empero no subregionales.

De forma preliminar, se presupone exista algún tipo de dependencia espacial en el análisis de convergencia correspondiente a centro-periferia, debido a que variables con valores altos se rodean de entidades con valores bajos de la variable, aunque esto se comprobaría al estimar las ecuaciones de convergencia por medio de la metodología econométrica, pues los resultados ahí plasmados son de mayor eficiencia, a causa de que se considera el número total de individuos, muestra analizada, y no solo un pequeño fragmento en el tiempo.

4.2 σ convergencia por medio de la varianza y desviación estándar

Los resultados correspondientes a las estimaciones de la σ convergencia para los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos en el periodo 2010-2019, bajo la metodología de la varianza y la desviación estándar a fin de medir la dispersión del logaritmo del PIB per cápita entre los estados se muestran en el cuadro 4.2.

Los resultados entre ambos cálculos no deberían diferir dado que la desviación estándar se corresponde a la raíz cuadrática de la varianza, por lo que, la única discrepancia debe de encontrarse en la magnitud de los valores. Si se comparan los resultados de la varianza en el año inicial y final, es decir, 2010 y 2019 el valor inicial precisa ser mayor al final lo que se corresponde a una disminución de la dispersión a través del tiempo, y esto manifiesta evidencia empírica en favor de la σ convergencia, que básicamente es lo que sucede dado que en 2010 se

posee un valor de la varianza de 0.5049, en cambio en 2019 el valor desciende a 0.4917. Sin embargo, se pueden identificar valores fluctuantes a lo largo del periodo donde aumenta y disminuye en algunos casos.

Cuadro 4.2 Resultados de las estimaciones de σ convergencia para los estados de la región transfronteriza 2010-2019

Año	Varianza	Desviación estándar
2010	0.5049	0.2525
2011	0.4886	0.2443
2012	0.4724	0.2362
2013	0.4784	0.2392
2014	0.4834	0.2417
2015	0.4710	0.2355
2016	0.4586	0.2293
2017	0.4672	0.2336
2018	0.4793	0.2396
2019	0.4917	0.2459

Fuente: elaboración propia.

Al observar lo que sucede al estimar la desviación estándar se contempla el mismo comportamiento donde en el 2010, se tiene una dispersión de 0.2525 y en 2019 disminuye a 0.2459, lo cual corrobora lo obtenido por medio de la varianza. Según los resultados obtenidos es posible concluir en que se ha tenido un proceso de σ convergencia en la región transfronteriza México – Estados Unidos en el periodo 2010-2019.

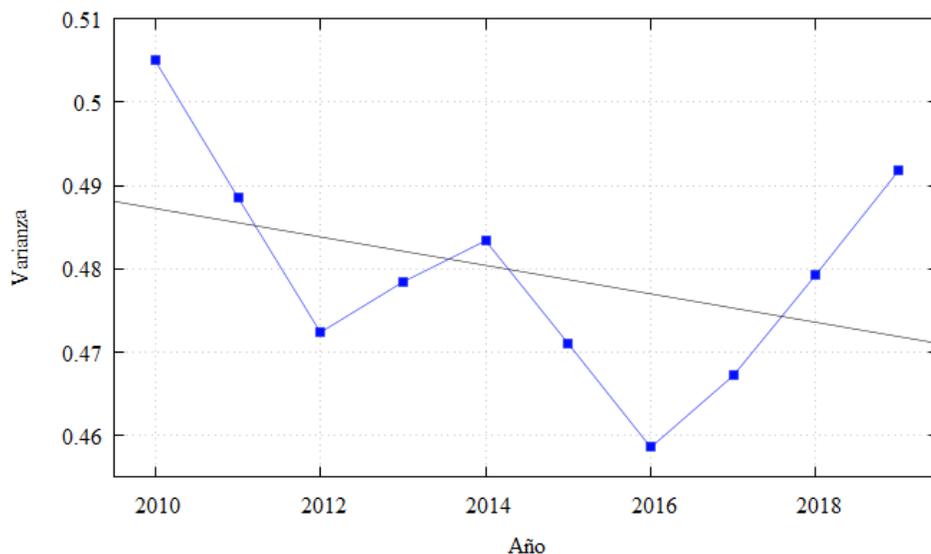
Para tener una visión de mayor amplitud correspondiente a las fluctuaciones en la dispersión en los diferentes años competentes al periodo de análisis, se grafican los valores de la varianza y desviación estándar que se pueden apreciar en la figura 4.14. Si se hace una comparación entre los valores en el año inicial y final como anteriormente efectivamente en el año inicial es mayor que en el final.

Pero, de 2010-2012 se tiene una pendiente negativa lo que se traduce en una disminución de la dispersión del ingreso per cápita, aunque, de 2012-2014 se observa una pendiente positiva, significando un aumento en las diferencias en los niveles del PIB per cápita que a su vez se relacionan a caídas en el ingreso per cápita de algunos estados de la región, lo cual ha podido tener efectos sobre las diferencias en este indicador llevando a la divergencia en este lapso de tiempo. De 2014-2016 nuevamente hay una tendencia a la disminución de la dispersión, es decir, durante esta etapa nuevamente los estados mostrarían una tendencia a convergencia del

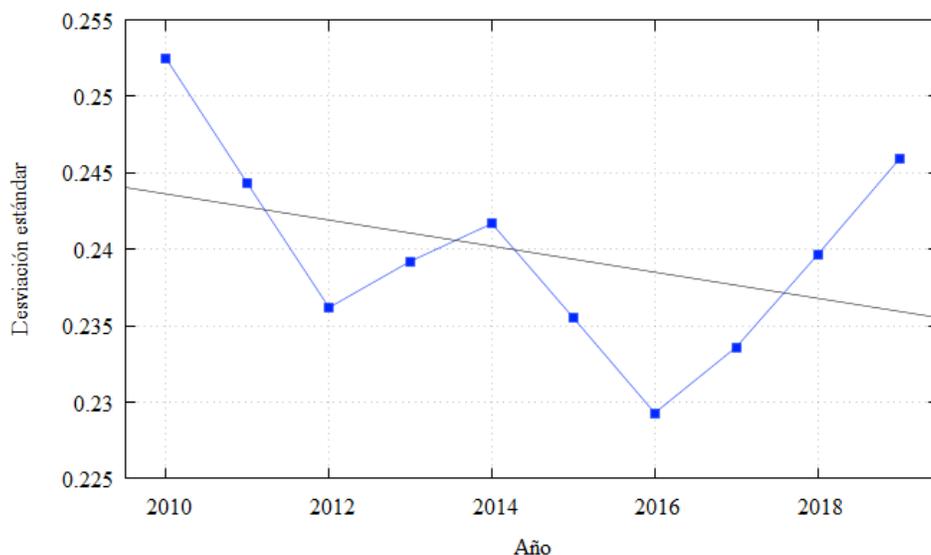
tipo sigma, para posteriormente de 2016-2019 tener una pendiente positiva llevando a incrementos en las diferencias en términos del PIB per cápita.

Figura 4.14 Gráficos de σ convergencia de los estados de la región transfronteriza 2010-2019

a. Varianza del logaritmo del PIB per cápita 2010-2019



b. Desviación estándar del logaritmo del PIB per cápita 2010-2019



Fuente: elaboración propia.

Si bien, de forma general los estados en el periodo de análisis han tendido a disminuir la dispersión, no en todo el lapso de tiempo ha sucedido lo mismo, dado que la economía es dinámica; el fenómeno que se registra en un periodo no necesariamente se repite en los

posteriores inmediatos, ya que depende de diferentes factores, en este caso el PIB está afectado por la población, y cambios en cualquiera de las dos variables incluidas en el PIB per cápita tienden a repercutir. Dada la dinámica demográfica y económica de la región transfronteriza la dispersión del ingreso per cápita tiende a ser fluctuante en el tiempo.

4.3 β convergencia por la metodología de panel

Se propone el análisis por medio de la metodología de panel, con la finalidad de identificar si hay o no un proceso de convergencia, y de ser así de que tipo ha sido, es decir, absoluta o condicional. En el cuadro 4.3 se muestran los resultados de las estimaciones para cada uno de los modelos, en el que en algunos se incluyen como variables condicionantes de la convergencia diferentes niveles educativos.

En primer lugar, es fundamental mencionar que el proceso de convergencia seguido en la región transfronteriza corresponde a ser del tipo condicional, dado que en todos los modelos la estructura de panel es eficiente de acuerdo a lo obtenido en la prueba F . Así mismo se estiman los modelos de efectos fijos individuales, con base en lo obtenido en la prueba Hausman. Los resultados que arrojan al estimar el modelo 1, donde no se incluyen variables de capital humano como condicionantes dan evidencia empírica en favor de la β convergencia condicional, dado que existe una relación inversa entre el logaritmo del PIB per cápita con un rezago y la tasa de crecimiento del mismo, de la misma manera que el coeficiente de la variable independiente es estadísticamente significativo.

El tipo de convergencia encontrado entre los estados es del tipo β condicional, dado que existen factores de heterogeneidad entre los individuos muestrales, esto porque la especificación de mayor eficiencia se centra en los efectos fijos individuales, en el modelo 1. Lo que ayuda a concluir que efectivamente las entidades pobres tienden a crecer a mayores tasas que las ricas, algo que ya se había detectado en el análisis estadístico previo; en el que los estados de la frontera norte de México crecen a mayores tasas que los de la frontera sur de Estados Unidos, pero son estos últimos los que tienen mayores niveles del ingreso per cápita en el periodo de estudio.

Del modelo 2 al 6 se añaden las variables que funcionan como aproximación al capital humano, medido como la proporción de la población de 25-64 años cuyo nivel máximo de estudio se

corresponde: 2) debajo de la secundaria superior, 3) secundaria superior y postsecundaria no terciaria, 4) terciario total, 5) licenciatura o nivel equivalente y 6) máster o nivel equivalente.

Cuadro 4.3 Resultados de las estimaciones de β convergencia por la metodología de panel para los estados transfronterizos 2011-2019

Modelo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Variable	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>
<i>Constante</i>	1.236*** (0.393)	1.178* (0.633)	1.157*** (0.409)	1.307** (0.520)	1.200** (0.514)	1.583*** (0.450)
<i>lnPPC_lag</i>	-0.122*** (0.039)	-0.117** (0.058)	-0.110** (0.043)	-0.130** (0.055)	-0.118** (0.054)	-0.161*** (0.046)
<i>DSEC_lag</i>		0.017 (0.146)				
<i>ESECNTER_lag</i>			-0.136 (0.185)			
<i>TER_lag</i>				0.041 (0.197)		
<i>LIC_lag</i>					-0.029 (0.263)	
<i>MAS_lag</i>						1.020 (0.660)
R ²	0.234	0.234	0.239	0.234	0.234	0.256
Observaciones	90 [0.003]	90 [0.015]	90 [0.014]	90 [0.011]	90 [0.012]	90 [0.005]
Prueba F	<i>Interceptos Diferentes</i>	<i>Interceptos Diferentes</i>	<i>Interceptos Diferentes</i>	<i>Interceptos Diferentes</i>	<i>Interceptos Diferentes</i>	<i>Interceptos Diferentes</i>
Prueba Hausman	[0.002] <i>Efectos fijos</i>	[0.007] <i>Efectos fijos</i>	[0.005] <i>Efectos fijos</i>	[0.008] <i>Efectos fijos</i>	[0.006] <i>Efectos fijos</i>	[0.003] <i>Efectos fijos</i>

Fuente: elaboración propia.

Nota: 1) (***) p -valor<0.01, (**) p -valor<0.05, (*) p -valor<0.10, 2) entre paréntesis el error estándar, y 3) entre corchetes se encuentra la probabilidad del estadístico de prueba.

Aunque se aprecia que existe evidencia empírica de la β convergencia condicional, ninguna de las variables *proxys* al capital humano resultan estadísticamente significativas para explicar el crecimiento económico regional. Pero, si logran tener efectos sobre las tasas de convergencia condicional, puesto que si se compara lo obtenido en el modelo 1 donde no se incluyen estas variables y los resultados donde sí se incorporan, se observa como en casi todas las tasas de convergencia tienden a disminuir, exceptuando en el caso del modelo 4 y 6, donde estas

aumentan, las cuales se corresponden al logro educativo de educación terciaria total y máster o equivalente respectivamente.

Aun cuando se espera que todas las tasas de educación de alguna manera afectaran de forma positiva a las tasas de convergencia, o sea, que pudieran aumentarlas en alguna medida, esto solo se visibiliza para el nivel terciario total, y dentro del nivel terciario el máster. Lo que puede estar estrechamente relacionado a la estructura sectorial de los estados transfronterizos, en los que son ciertas habilidades y destrezas específicas que logran tener efectos sobre la productividad, dado los sectores económicos en los que se especializan, las cuales solo se adquieren dentro de estos niveles educativos.

El hecho de que los demás niveles educativos no tengan efectos sobre el crecimiento económico, y tiendan a disminuir las tasas de convergencia, pueden ser consecuencia del bajo acceso a niveles de educación altos que tienen las economías emergentes de la región, lo cual implica que se desarrollen en puestos de baja productividad, y por ende posean menor dotación de capital humano que las economías desarrolladas. Mientras que, la licenciatura o nivel equivalente disminuye las tasas de convergencia al igual que niveles de educación menores, lo que destaca la necesidad de generar vínculos entre la educación y el mercado de laboral principalmente en las economías emergentes de la región transfronteriza, a fin de preparar a los individuos para replicar o generar innovaciones en los procesos productivos, a fin de promover el crecimiento y desarrollo económico de la región.

4.4 β convergencia por el método de panel espacial

Con la finalidad de estimar la dependencia espacial y verificar si esta tiene efectos sobre el proceso de crecimiento económico y convergencia en la región transfronteriza, se propone la utilización de un modelo de panel espacial del tipo Durbin, y a partir de este determinar si se descompone en un modelo de rezago o error espacial.

En el cuadro 4.4 se muestran los resultados obtenidos tras estimar las ecuaciones de convergencia por la metodología de panel espacial, con una especificación del tipo Durbin. En el modelo 1, en el que no se incluyen las variables de capital humano como condicionantes de la convergencia, se presenta evidencia empírica en favor de la β convergencia dado que el coeficiente asociado al logaritmo del PIB per cápita con un rezago es negativo y estadísticamente

significativo; a pesar que el coeficiente ϕ no resulta estadísticamente significativo lo cual indicaría efecto derrama de la variable dependiente sobre las regiones vecinas, si se encuentra que el factor característico regional, es decir, la variable independiente distribuida espacialmente tiene efectos positivos, al ser positiva y estadísticamente significativa.

Cuadro 4.4 Resultados de las estimaciones de β convergencia por la metodología de panel espacial para los estados transfronterizos 2011-2019

Modelo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Especificación	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM
Variabes	g	g	g	g	g	g
<i>lnPPC_lag</i>	-0.228*** (0.066)	-0.210*** (0.064)	-0.228*** (0.068)	-0.212*** (0.063)	-0.216*** (0.061)	-0.241*** (0.065)
<i>DSEC_lag</i>		0.204 (0.170)				
<i>ESECNTER_lag</i>			-0.143 (0.249)			
<i>TER_lag</i>				-0.159 (0.159)		
<i>LIC_lag</i>					-0.128 (0.220)	
<i>MAS_lag</i>						0.331 (1.153)
ϕ (<i>lag</i>)	0.153 (0.149)	0.150 (0.152)	0.149 (0.153)	0.146 (0.145)	0.133 (0.151)	0.152 (0.149)
<i>Wx lnPPC_lag</i>	0.175** (0.070)	0.157* (0.88)	0.178** (0.073)	0.233*** (0.083)	0.290*** (0.076)	0.136 (0.088)
<i>Wx DSEC_lag</i>		-0.219 (0.228)				
<i>Wx ESECNTER_lag</i>			0.181 (0.557)			
<i>Wx TER_lag</i>				-0.125 (0.286)		
<i>Wx LIC_lag</i>					-0.582 (0.396)	
<i>Wx MAS_lag</i>						0.331 (1.153)

Fuente: elaboración propia.

Nota: 1) (***) p -valor<0.01, (**) p -valor<0.05 y (*) p -valor<0.10, 2) entre paréntesis el error estándar, 3) los modelos se estiman con matriz tipo reina de orden 1, y 4) con efectos fijos individuales.

Al igual que en las estimaciones por el panel, en el panel espacial las tasas de educación que funcionan como aproximación al capital humano, no resultan estadísticamente significativas para explicar el crecimiento económico. No obstante, de nuevo si tienen repercusiones sobre las tasas de convergencia, donde en la mayoría de los casos tienden a disminuirlas a excepción del

modelo 3 donde se mantiene una misma tasa de convergencia que al no incluir la variable condicionante y en el modelo 6 que aumenta las tasas de convergencia; los cuales conciernen al porcentaje de la población cuyo logro máximo se localiza en secundaria superior y postsecundaria no terciaria y el máster o nivel equivalente.

Igualmente, en los modelos del 2 al 6 se encuentra evidencia empírica en favor de la β convergencia condicional, dado que el coeficiente asociado al rezago del logaritmo del PIB per cápita es negativo y estadísticamente significativo, y al igual que en el modelo 1, el coeficiente ϕ no tiene efectos, por causa de que no es estadísticamente significativo. Empero, en el modelo 2 al 5 el rezago del logaritmo del PIB per cápita distribuido espacialmente es significativo y positivo, lo cual expresa que tiene una relación directa con el crecimiento del mismo en las regiones vecinas. Dado que en el modelo 6, ni el coeficiente ϕ ni ninguna de las variables independientes distribuidas espacialmente resultan significativas podría ser que la mejor especificación del modelo no se encuentre dentro de los modelos espaciales.

En el cuadro 4.5 se plasma la descripción y pruebas de los modelos de panel espacial del tipo Durbin, en que se contempla que la especificación de mayor eficiencia en todos los casos es efectos fijos individuales de acuerdo con lo arrojado en la prueba Hausman; la cual denota que en todos los casos hay factores de heterogeneidad regional, sugiriendo que el tipo de convergencia que se sigue en la región transfronteriza es de β condicional.

Cuadro 4.5 Descripción y pruebas de los modelos de panel espacial del tipo Durbin

Modelo Especificación	Modelo 1 SDM	Modelo 2 SDM	Modelo 3 SDM	Modelo 4 SDM	Modelo 5 SDM	Modelo 6 SDM
R ²	0.166	0.188	0.180	0.178	0.191	0.172
Observaciones	90	90	90	90	90	90
Prueba de Hausman	[0.001]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.000]	[0.010]
	<i>Efectos fijos</i>					
Descomposición SDM						
En SAR	[0.013]	[0.025]	[0.019]	[0.015]	[0.000]	[0.150]
	<i>SDM</i>	<i>SDM</i>	<i>SDM</i>	<i>SDM</i>	<i>SDM</i>	<i>SAR</i>
En SEM	[0.041]	[0.068]	[0.057]	[0.015]	[0.000]	[0.271]
	<i>SDM</i>	<i>SDM</i>	<i>SDM</i>	<i>SDM</i>	<i>SDM</i>	<i>SEM</i>
AIC	-470.588	-468.930	-468.015	-467.501	-468.876	-467.603
BIC	-460.589	-453.931	-453.016	-452.502	-453.877	-452.604

Fuente: elaboración propia.

Nota: entre corchetes se encuentra la probabilidad del estadístico de prueba.

Conforme a los resultados de las pruebas de descomposición del modelo Durbin se obtiene que del modelo 1 al 5 se rechaza hipótesis nula que se descompone en un modelo de rezago o del error espacial, y por ende es el Durbin la especificación que se sigue. Como el modelo Durbin y el SAR con errores autocorrelacionados no se encuentran enlazados se determina cual resulta de mayor eficiencia por medio de los criterios de información, dado que los del modelo Durbin son menores⁹ la mejor especificación es el Durbin. En el modelo 6, se aprecia que se puede descomponer en un SAR o SEM, dado que no se rechaza hipótesis nula de descomposición en alguno de ellos.

Para determinar cuál es la especificación del modelo 6 con mayor eficiencia se comparan los criterios de información y resultados obtenidos de las estimaciones de cada uno de ellos, se encuentran en el cuadro 4.6.

Cuadro 4.6 La especificación de mayor eficiencia del modelo 6

Modelo Especificación Variables	Modelo 6 SAR <i>g</i>	Modelo 6 SEM <i>g</i>	Modelo 6 SAC <i>g</i>	Modelo 6 Clásico <i>g</i>
<i>lnPPC_lag</i>	-0.012 (0.012)	-0.011 (0.011)	-0.179** (0.078)	-0.161*** (0.046)
<i>MAS_lag</i>	0.181 (0.211)	0.168 (0.202)	0.844 (0.767)	1.020 (0.660)
λ (<i>error</i>)		0.095 (0.143)	0.253 (0.163)	
ϕ (<i>lag</i>)	0.099 (0.133)		-0.136 (0.246)	
R ²	0.088	0.088	0.141	0.256
Observaciones	90 [0.180]	90 [0.177]	90	90 [0.003]
Prueba de Hausman	<i>Efectos aleatorios</i>	<i>Efectos aleatorios</i>		<i>Efectos fijos</i>
AIC	-437.674	-437.598	-465.817	-468.492
BIC	-422.675	-422.600	-453.317	-460.992

Fuente: elaboración propia.

Nota: 1) (***) p -valor<0.01, (**) p -valor<0.05 y (*) p -valor<0.10, 2) entre paréntesis el error estándar, 3) estimados con matriz tipo reina de orden 1, y 4) con efectos individuales.

Cuando se incluye a la proporción de la población de 25-64 años cuyo logro máximo de educación es el máster o nivel equivalente, la dependencia espacial no resulta relevante, ya que el coeficiente asociado al error y al rezago espacial no son estadísticamente significativos. Al

⁹ En el anexo 16 se encuentran los resultados obtenidos al estimar las ecuaciones por la especificación del modelo SAR con errores autocorrelacionados.

comparar los criterios de información, se percibe que los valores menores están en la estimación clásica, en otros términos, en la que la dependencia espacial no resulta relevante, es decir, el modelo 6 no es espacial.

Una vez que se han identificado aquellas ecuaciones en las que hay influencia espacial, en alguna de las variables distribuidas espacialmente se procede a estimar los impactos o efectos marginales de las variables independientes sobre la variable dependiente en la región misma (directos) o sobre los vecinos (indirectos) los resultados de estos se presentan en el cuadro 4.7.

Primeramente, los impactos directos del logaritmo del PIB per cápita rezagado resultan estadísticamente significativos en todos los casos del modelo 1 al 5, mientras que en los indirectos en el modelo 2 no resultan relevantes; y para ninguno de los casos los efectos totales son significativos. Las variables que se incorporan como condicionantes de la convergencia no tienen impactos significativos en ninguno de sus tipos.

Cuadro 4.7 Estimación de los impactos de las especificaciones espaciales

Modelo	Variable	Impactos	Directos	Indirectos	Totales
Modelo 1	<i>lnPPC_lag</i>	Largo plazo	-0.219***	0.158**	-0.060
			(0.070)	(0.077)	(0.098)
Modelo 2	<i>lnPPC_lag</i>	Largo plazo	-0.200***	0.159	-0.041
			(0.069)	(0.098)	(0.267)
			0.194	-0.178	0.016
Modelo 3	<i>DSEC_lag</i>	Largo plazo	(0.163)	(0.267)	(0.294)
			-0.217***	0.178**	-0.039
			(0.073)	(0.081)	(0.118)
Modelo 4	<i>ESECNTER_lag</i>	Largo plazo	-0.151	0.137	-0.014
			(0.273)	(0.698)	(0.939)
			-0.198***	0.248**	0.050
Modelo 5	<i>lnPPC_lag</i>	Largo plazo	(0.068)	(0.096)	(0.128)
			-0.213	-0.213	-0.391
			(0.347)	(0.347)	(0.328)
Modelo 5	<i>TER_lag</i>	Largo plazo	-0.199***	0.312***	0.113
			(0.066)	(0.096)	(0.134)
			-0.176	-0.755	-0.931
	<i>LIC_lag</i>		(0.205)	(0.540)	(0.551)

Fuente: elaboración propia.

Nota: 1) (***) p -valor<0.01, (**) p -valor<0.05 y (*) p -valor<0.10, 2) entre paréntesis el error estándar, 3) estimados con matriz tipo reina de orden 1, y 4) con efectos fijos individuales.

El hecho de que el rezago del logaritmo del PIB per cápita tenga efectos directos negativos y significativos, implica una relación inversa entre este y su crecimiento, es decir, cuando este

aumenta/disminuye el crecimiento del mismo disminuye/aumenta en la misma región. Ya que entre mayores niveles del PIB per cápita se acumulen en el periodo anterior, menor tendra a ser su tasa de crecimiento. Este resultado se encuentra relacionado con las correlaciones halladas en el análisis estadístico donde mayores niveles del ingreso per cápita se corresponden a menores tasas de crecimiento, caso contrario a la de menores niveles del PIB per cápita.

Por otra parte, que los efectos indirectos sean positivos y estadísticamente significativos involucra la existencia de una relación directa entre el rezago del logaritmo del PIB per cápita en una región y la tasa de crecimiento en las regiones vecinas. Esta influencia en el espacio es lo que ha permitido la presencia de convergencia en la región transfronteriza México – Estados Unidos en el periodo 2011-2019, por la integración económica, política y social existente entre los estados que la conforman.

Aun cuando se encuentra evidencia empírica que admite un proceso de crecimiento económico asociado a la σ convergencia y β convergencia en su tipo condicional; hay ciertos patrones de comportamiento en los estados que conforman la región transfronteriza México – Estados, en los que aunque la convergencia a nivel de ingresos sea un hecho real, no hay influencia del capital humano sobre el crecimiento económico de las mismas, pero este si logra afectar de forma indirecta a las tasas de convergencia, en donde en la mayoría de los casos tiende a disminuirlas. Esto se explica porque el capital humano tiende a influir sobre el crecimiento económico solo cuando se tiene mayor dotación del mismo en las regiones emergentes, algo que no ha sucedido en la región transfronteriza, donde la mayor dotación se concentra en las entidades desarrolladas.

Si se hace una comparación entre los resultados obtenidos en el panel y el panel espacial, lo primero que resulta trascendental es que en este ultimo las tasas de convergencia incrementan sustancialmente a casi el doble en la mayoría de los casos; también se obtienen resultados que se relacionan a la evidencia empírica en otras regiones al utilizar la metodología de panel en el cual las tasas se encuentran en un intervalo del 10% y 20%. A pesar de que la integración regional tiende a disminuir las diferencias estas prevalecen, y se hace evidente al ser la mejor especificación la estructura de panel con efectos fijos, lo que demarca estas diferencias presentes entre los estados de la región.

Otro de los aspectos relevantes de lo obtenido en el análisis empírico, es la existencia de un efecto de la ubicación geográfica centrada fundamentalmente en el factor característico de los individuos asociados al PIB per cápita, que, si se complementa con el hecho de que el capital humano no es significativo para explicar el crecimiento económico; lleva a la conclusión de que el crecimiento económico ha estado vinculado a otros factores de mayor peso, que han permitido que los estados de la frontera norte de México crezcan a mayores tasas que los de la frontera sur de Estados Unidos, que pueden estar relacionados a factores comerciales y de inversión.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Existe un largo proceso de integración histórica de la económica mexicana y estadounidense, empero, el indicio de mayor relevancia se remonta a la entrada en vigor del TLCAN el cual abre paso al acceso en el mercado internacional de la economía mexicana; y a un mayor dinamismo económico, político y social entre los estados fronterizos, lo que ha causado gran dependencia económica en la región transfronteriza México – Estados Unidos. Misma, que se hace notar durante la crisis de 2008, en el que se tuvieron fuertes repercusiones en los indicadores macroeconómicos regionales.

En la región transfronteriza la recuperación de la crisis se alcanza en el 2010 y de 2010-2019 se ha tenido relativa estabilidad macroeconómica. Debido a ello se cree que, a causa de la reestructuración económica causado por la crisis, y a una aparente estabilidad en la economía regional que transfiere a una disminución de las diferencias regionales, durante 2010-2019 pudiera haber un proceso de crecimiento económico orientado a la convergencia entre los estados que conforman la región transfronteriza México – Estados Unidos.

De acuerdo a los resultados obtenidos tras las estimaciones de las ecuaciones de σ y β convergencia para los miembros de la región transfronteriza México – Estados Unidos, en el periodo 2010-2019 y 2011-2019. Se ha obtenido evidencia empírica en favor de la σ convergencia lo que es un indicativo de la disminución de la dispersión del logaritmo del PIB per cápita entre los miembros de la región. Sin embargo, dentro del periodo se logran diferenciar algunas fluctuaciones de dicho proceso, lo cual se atribuye a factores de crecimiento demográfico, que han provocado caídas en el PIB per cápita regional.

Las estimaciones de β convergencia muestran evidencia empírica en favor de la convergencia condicional. La mejor especificación de los modelos se localiza en el panel por efectos fijos, lo que indica factores de heterogeneidad regionales, esto es, que cada miembro de la región tiende a un estado estacionario diferente, que puede ser cercano o no uno de otro, es decir, las entidades más cercanas a sus estados estacionarios han crecido a mayores tasas que las más lejanas durante el periodo de análisis.

Aunque no se encuentra evidencia empírica en favor de la β convergencia absoluta la estimación del modelo 1, ayuda a identificar que las entidades pobres han crecido a mayores tasas que las

ricas, tal y como lo establece la teoría de crecimiento económico. Algo de suma relevancia, es el hecho que la dotación de capital humano no resulta estadísticamente significativa para explicar el crecimiento económico regional, pero si tienen efectos sobre las tasas de convergencia. En el que solamente la educación terciaria total y el máster o nivel equivalente logra incrementar las tasas de convergencia, esto se liga a que existe una mayor productividad por parte de la proporción de la población cuyo logro máximo de estudios se corresponden a dicho nivel educativo, que además se relaciona a una mayor dotación de capital humano, teniendo en cuenta que son de los niveles educativos más altos.

Por medio de las estimaciones de panel espacial, las tasas de convergencia condicional aumentan a casi el doble al compararlas con las obtenidas en el panel clásico, pese a que, en este caso, la dotación de capital humano no tiene poder explicativo sobre el crecimiento económico regional, y en la mayoría de especificaciones tiende a disminuir las tasas de convergencia. A excepción de la proporción de la población con educación secundaria superior y postsecundaria no terciaria, que se refiere a las personas cuyo logro educativo está por encima del nivel básico, pero que no alcanzan niveles tan complejos como la educación terciaria, la cual mantiene la misma tasa de convergencia que al no incluirla como regresora.

De la misma manera la variable dependiente distribuida espacialmente no resulta estadísticamente significativa, por lo que, el crecimiento del PIB per cápita no logra tener efectos sobre el crecimiento del mismo en las regiones vecinas, es decir, el crecimiento de una no depende del crecimiento de la otra. Pero, la variable independiente asociada al rezago del logaritmo del PIB per cápita distribuida espacialmente, si resulta estadísticamente significativa y positiva, es decir, cuando aumenta/disminuye el nivel del producto per cápita en una región, la tasa de crecimiento del producto por habitante aumenta/disminuye en las regiones vecinas, esto ha permitido que exista convergencia a nivel del producto per cápita en la región transfronteriza México – Estados Unidos en el periodo 2010-2019, que se puede articular a un fuerte vínculo comercial entre los estados que conforman la región, a causa de la corta distancia existente entre ellos.

Cuando se estiman los impactos en los modelos con especificaciones espaciales, los únicos que resultan relevantes para explicar el crecimiento económico, son los asociados al rezago logaritmo del PIB per cápita, en el cual, los directos son negativos y estadísticamente

significativos, por otro lado, los indirectos son positivos y estadísticamente significativos. Confirmando aspectos a los que se puede atribuir la convergencia a nivel del producto per cápita, en la región transfronteriza, en la que si existen efectos expansión de esta variable independiente con la dependiente tanto en las mismas regiones como en las vecinas, lo que ha permitido la existencia de β convergencia condicional.

Al enlazar los resultados con lo que establece la teoría de crecimiento económico endógeno, los resultados se atribuyen a que las entidades emergentes no suelen tener una mayor dotación de capital humano, lo que restringe la productividad del capital físico, y por ello no tiene efectos sobre el crecimiento económico regional. No obstante, si logra afectar a las tasas de convergencia, aunque en la mayoría de los modelos de forma negativa, que se adjudica también al hecho de que no se ha alcanzado el umbral indispensable para que el capital humano tenga la facultad de incrementar la productividad de los factores, que al mismo tiempo pueda aumentar las tasas de convergencia, entre los estados.

En términos generales se observa un proceso de disminución de la brecha del ingreso per cápita, que puede ser otorgado a la integración económica engendrada desde la entrada en vigor del TLCAN que ha concedido que las entidades con menores niveles de ingreso per cápita puedan crecer a mayores tasas que las que poseen mayores niveles del mismo. Sin embargo, permanecen enormes diferencias en otros factores tales como la dotación de capital humano, al menos, durante el periodo de análisis; probablemente esto pueda cambiar en el largo plazo o extendiendo el análisis a otros periodos de tiempo.

El hecho de que las diferencias en términos de la dotación de capital humano sigan prevaleciendo, entre la región, aun cuando se ha tenido un proceso de integración económica que involucra un largo periodo de tiempo, no es una buena señal para el crecimiento económico y la convergencia en el futuro, dado que las disparidades pueden llegar a incrementarse, provocando un proceso de divergencia aun en la región transfronteriza.

Por ello, en México es fundamental la generación de políticas públicas que promuevan el logro educativo en los niveles de educación terciaria, y específicamente en aquellos que tienen la capacidad de aumentar la productividad, según el sector de especialización de cada región. Esto con el propósito de que en algún momento las entidades de la frontera norte de México posean niveles de capital humano similares a los de la frontera sur de Estados Unidos, para de esta

forma aminorar las diferencias no solamente en términos del ingreso per cápita, sino también en otros ámbitos con el objetivo de alcanzar el pleno crecimiento y desarrollo económico regional.

En términos transfronterizos, sería conveniente redoblar esfuerzos a fin de que exista una mayor movilidad de factores productivos en los que se involucre la transferencia de capital físico y humano de las entidades desarrolladas a las emergentes en la región, porque al final forman parte de una misma región en la que los miembros son dependientes unos de los otros, y lo que afecta a uno lo hará en el otro. De igual forma es importante empezar a generar políticas con visión transfronteriza, a fin de promover el crecimiento y desarrollo económico en conjunto, tomando en cuenta las ventajas individuales de los miembros de la región.

Tras analizar los resultados de la investigación se puede concluir que se cumplen todos los planteamientos iniciales, aunque aquel que señala una relación directa entre la dotación de capital humano sobre el crecimiento económico y la convergencia, se verifica de forma parcial, dado que la dotación de capital humano no tiene influencia sobre el crecimiento económico, pero sí sobre las tasas de convergencia. Aunque una mayor dotación de capital humano no necesariamente tiende a incrementar las tasas de convergencia, en los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos en el periodo de estabilidad macroeconómica posterior a la crisis de 2008.

También, se recomienda realizar mayor indagación sobre los procesos de convergencia en la región transfronteriza, en diferentes periodos de tiempo a través de diversas metodologías, con el fin de corroborar los hallazgos de este estudio. Quizá sería importante hacer estimaciones para determinar los umbrales del capital humano, con la finalidad de identificar cuando es necesario incrementar la dotación de dicho factor o de los factores complementarios a él. De la misma manera, se pueden hacer estimaciones con otras aproximaciones del capital humano tales como la salud, o por medio de indicadores de mayor robustez de dicha variable tales como índices, que incluyan a mayor detalle las habilidades y destrezas de la fuerza de trabajo.

En cuanto a la metodología espacial, podrían realizarse estimaciones por medio de diferentes especificaciones de la matriz de pesos espaciales, tales como la matriz de distancias, o de variables características de los estados que conforman la región transfronteriza, los cuales pueden cobrar relevancia en la comprobación de las hipótesis de convergencia.

Por último, por medio de los resultados obtenidos en esta investigación y teniendo en cuenta los supuestos de los modelos de crecimiento económico neoclásicos, de donde surgen las hipótesis de convergencia sería conveniente considerar supuestos de apertura comercial, incorporando variables de intercambio comercial dadas las características de la región transfronteriza México – Estados Unidos, en donde el comercio internacional es un componente importante. De igual modo, incluir variables de especialización sectorial, ya que estas podrían estar influyendo en el proceso de crecimiento económico y convergencia regional.

REFERENCIAS

- Alegría, T. (1989). La ciudad y los procesos trasfronterizos entre México y Estados Unidos. *Frontera Norte*, 1 (2), Pp.54-87.
- Anselin, L. (2020). GeoDa (Nº de versión 1.18.0). MS Windows. Estados Unidos: The University of Chicago.
- Arroyo, S., y Bustamante, C. (2009). La dimensión territorial como factor del desarrollo económico: algunos aportes metodológicos para su medición. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 24 (3), Pp. 675-696.
- Arrow, K. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, 29 (3), Pp. 155–173.
- Baizabal, D. (2018). *Integración comercial y convergencia regional en México (2000-2015)* [Tesis de maestría]. El Colegio de la Frontera Norte, Pp. 1-80.
- Bajo-Rubio, O. (1998). Integración regional, crecimiento y convergencia: un panorama. *Revista de Economía Aplicada*, 6 (16), Pp. 121-160.
- Barceinas, F., y Raymond, J. (2005). Convergencia regional y capital humano en México, de los años 80 al 2002. *Estudios Económicos*, 20 (2(40)), Pp. 263–304.
- Barro, R., Mankiw, G., & Sala-i-Martin, X. (1995). Capital mobility in neoclassical models of growth, *American Economic Review*, 85 (1), Pp. 103-115.
- Barro, R. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106 (2), Pp. 407–443.
- Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (1990). Economic growth and convergence across the united states. *National bureau of economic research*, (3419), Pp. 1-39.
- Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (1991). Convergence Across States and Regions. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1991 (1), Pp. 107–182.
- Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, 100 (2), Pp. 223-251.
- Baumol, W. J. (1986). Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show. *The American Economic Review*, 76 (5), Pp. 1072–1085.
- Bennett, T. (1991). Lecciones para México del acuerdo de libre comercio entre Canadá y Estados Unidos. En G. V. Cánovas (Ed.), *México ante el libre comercio con América del Norte* (1ª ed., Pp. 279-290). El Colegio de México.
- Caballero, B., y Caballero, R. (2016). Sigma convergencia, convergencia beta y condicional en Bolivia, 1990-2011. *Economía coyuntural*, 1 (1), Pp. 25-59.
- Cermeño, R., y Llamosas, I. (2007). Convergencia del PIB per cápita de 6 países emergentes con Estados Unidos: un análisis de cointegración. *EconoQuantum*, 4 (1), Pp. 59-84.

- Cermeño, R., Mayer, D., y Martínez, A. (2009). Convergencia, divergencia y estratificación: Estudio comparativo de la dinámica de crecimiento de la manufactura en los municipios mexicanos y los condados estadounidenses. *El Trimestre Económico*, 76 (302), Pp. 349-378.
- Checherita, C. (2009). Variations on economic convergence: The case of the United States. *Papers in Regional Science*, 88 (2), Pp. 259-278.
- Cottrell, A., & Lucchetti, R. (2021). Gretl (Nº de versión 2021b). MS Windows. Estados Unidos: Free Software Foundation.
- Delgado, M., & De Lucas, S. (2018). Speed of economic convergence and EU public policy. *Cuadernos de economía*, 41, Pp. 31-42.
- Díaz-Bautista, A. (2003a). Convergence and economic growth considering human capital and R&D spillovers. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 2 (2), Pp. 127-143.
- Díaz-Bautista, A. (2003b). Apertura comercial y convergencia regional en México. *Comercio exterior*, 53 (11), Pp.995-1000.
- Elhorts, J. (2010). Applied spatial econometrics: Raising the bar. *Spatial Economic Analysis*, (5), Pp. 9-28.
- Esquivel, G. (1999). Convergencia regional en México, 1940-1995. *El Trimestre Económico*, 66 (264(4)), Pp. 725–761.
- Fuentes, J., y Duncan, R. (2005). "Convergencia regional en Chile: nuevos tests, viejos resultados", *Documentos de Trabajo*, Banco Central de Chile, (313), Pp. 5-18.
- Gaulier, G., Hurlin, C., & Jean-Pierre, P. (1999). Testing Convergence: A Panel Data Approach. *Annales d'Économie et de Statistique*, (55/56), Pp. 411–427.
- Gerber, J. (2003). ¿Hay convergencia de ingresos en la frontera entre México y Estados Unidos?. *Comercio exterior*, 53 (12), Pp.1098-1105.
- Goetz, S., & Hu, D. (1996). Economic growth and human capital accumulation: Simultaneity and expanded convergence tests. *Economics Letters*, 51, Pp.355-362.
- Gómez, F., y Santana, L. (2016). Convergencia interregional en Colombia 1990-2013: un enfoque sobre la dinámica espacial. *Ensayos sobre política económica*, 34, Pp. 159–174.
- Heckelman, J. (2013). Income convergence among U.S. states: cross-sectional and time series evidence. *The Canadian Journal of Economics / Revue Canadienne d'Économique*, 46 (3), Pp. 1085–1109.
- Hernández, E. (2004). Convergencias y divergencias entre las economías de México y Estados Unidos en el siglo XX. *Investigación Económica*, 63 (250), Pp. 87-126.
- Islam, N. (1995). Growth Empirics: A Panel Data Approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 110 (4), Pp. 1127–1170.
- Juárez, G., Sánchez, A., y Zurita, J. (2015). La crisis financiera internacional de 2008 y algunos de sus efectos económicos sobre México. *Contaduría y administración*, 60, Pp. 128-146.

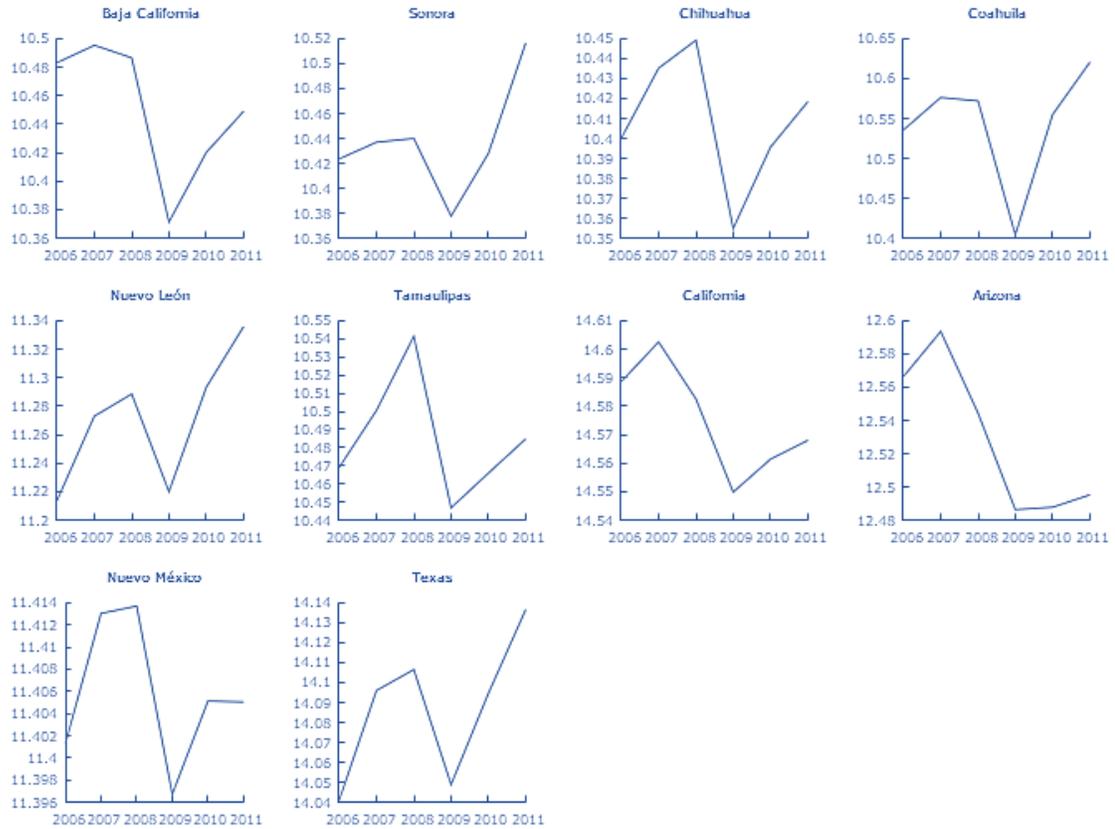
- Lawrence, D. (2003). Los orígenes de la industria maquiladora en México. *Comercio Exterior*, 53 (11), Pp.1045-1056.
- LeSage, J., & Pace, R. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC.
- Lewis, A. (1980). The Slowing Down of the Engine of Growth. *The American Economic Review*, 70 (4), Pp.555–564.
- Lomelí, L., y Muruyama, C. (2009). México frente a la crisis: hacia un nuevo curso de desarrollo. *EconomíaUNAM*, 6 (018), Pp.7-60.
- López, J., y Peláez, O. (2015). El desigual impacto de la crisis económica de 2008-2009 en los mercados de trabajo de las regiones de México: la frontera norte frente a la región sur. *Contaduría y Administración*, 60 (S2), Pp. 195-218.
- Lucas, R. (1988). “On the mechanics of economic development”, *Journal of Monetary Economics*, 22 (1), Pp. 3-42.
- Luna, N., y Colín, R. (2017). Crecimiento económico y convergencia regional en México 1970-2015. *Economía y Sociedad*, 21 (36), Pp. 77-95.
- Mankiw, N., Romer, D., & Weil, D. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107 (2), Pp. 407–437.
- Mendoza, J. (2005). El TLCAN y la integración económica de la frontera México-Estados Unidos: situación presente y estrategias para el futuro. *Foro Internacional*, 45 (3(181)), Pp. 517–544.
- Mendoza, M., y Valdivia, M. (2016). Remesas, crecimiento y convergencia regional en México: aproximación con un modelo panel-espacial. *Estudios Económicos*, 31 (1), Pp. 125-167.
- Micallef, B. (2020). Real Convergence in Malta and in the EU Countries after the Financial Crisis. *Journal of Economic Integration*, 35 (2), Pp. 215–239.
- Mincer, J., & Ofek, H. (1982). Interrupted Work Careers: Depreciation and Restoration of Human Capital. *The Journal of Human Resources*, 17 (1), Pp. 3–24.
- Montero, C., y Del Rio, M. (2013). Convergencia en Bolivia: un enfoque espacial con datos de panel dinámicos. *Revista de Economía del Rosario*, 16 (2), Pp. 233-256.
- Mora, J. (2003). Crecimiento y convergencia: A propósito de Quah. *Estudios Gerenciales*, 19 (89), Pp.57-72.
- Mulligan, C., & Sala-I-Martin, X. (2000). Measuring Aggregate Human Capital. *Journal of Economic Growth*, 5, Pp.215-252.
- Ocampo, C. (2020). *Disparidades regionales y desarrollo socioeconómico en México, 1990-2015* [Tesis de maestría]. El Colegio de la Frontera Norte, Pp. 1-125.
- Ocegueda, J., y Plascencia, G. (2004). Crecimiento económico en la región fronteriza de México y Estados Unidos: una contrastación empírica de la hipótesis de convergencia. *Frontera Norte*, 16 (31), Pp.0.

- Peláez, O. (2020). Sesgos en la medida de convergencia de los indicadores componentes del Índice de Rezago Social de las entidades federativas de México. *Revista internacional de estadística y geografía*, 11 (1), Pp.120-133.
- Quah, D. (1993). Galton's Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis. *Scand. J. of Economics*, 4 (95), Pp. 427-443.
- Ram, R. (2020). Income convergence across the U.S. states: further evidence from new recent data. *Journal of Economics and Finance*, 45, Pp. 372–380.
- Rivera, R. (2014). La apertura comercial y su efecto en la distribución regional de México. *El Trimestre Económico*, 81 (322(2)), Pp. 413–439.
- Rivera, B., y Currais, L. (1999). Convergencia y capital humano: una aproximación empírica. *Cuadernos de Estudios Empresariales*, (9), Pp.249-260.
- Rodríguez, D., Lima, V., y Ortiz, E. (2015). ¿Sincronizaron México y Estados Unidos sus ciclos económicos con el TLCAN?. *Contaduría y administración*, 60 (Supl. 1), Pp.195-229.
- Rodríguez-Benavides, D., Mendoza-González, M., y Venegas-Martínez, F. (2016). ¿Realmente existe convergencia regional en México? Un modelo de datos-panel tar¹ no lineal. *Economía, sociedad y territorio*, 16 (50), Pp. 197-227.
- Saavedra, M. (2008). La crisis financiera estadounidense y su impacto en la economía mexicana. *Economía*, 33 (26), Pp. 11-41.
- Sánchez, A. (2020). México- Estados Unidos de América ¿una estrategia de desarrollo con integración territorial de beneficios mutuos. En: *factores críticos y estratégicos en la interacción territorial desafíos actuales y escenarios futuros*. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, Ciudad de México.
- Schultz, T. (1961). Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, 51 (1), Pp. 1–17.
- Selva, C. (2004). *El capital humano y su contribución al crecimiento económico*. España: Cuenca- Universidad de Castilla-La Mancha.
- Serrano, L. (1998). *Capital humano y convergencia regional*. Diciembre, 2021, de CORE Sitio web:
https://core.ac.uk/display/7150675?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1
- Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), Pp. 65-94.
- Soto, A., Huesca, L., y Hernández, M. (2008). El modelo de crecimiento de la frontera norte de México a partir del TLCAN. *Análisis Económico*, 23 (54), Pp. 7-30.
- StataCorp. (2019). Stata/MP (Nº de versión 16.0). MS Windows. Estados Unidos: College Station.

- Swan, T. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*, 32 (2), Pp. 334-361.
- Telléz, E. (2004). Divergencia regional en México, 1990-2000. *Ensayos*, 23 (2), Pp. 29-42.
- Vega, S. & Elhorst, J. (2013). On spatial econometric models, spillover effects, and W. *EconPapers*, (22), Pp.1-28.
- Young, A., Higgins, M., & Levy, D. (2008). Sigma Convergence versus Beta Convergence: Evidence from U.S. County-Level Data. *Journal of Money, Credit and Banking*, 40 (5), Pp. 1083–1093.
- Zulfiqar, K., Chaudhary, M., & Aslam, A. (2017). Convergence hypothesis: a cross country analysis. *Pakistan Economic and Social Review*, 55 (1), Pp. 229–250.
- Zurita, J., Martínez, J., y Rodríguez, F. (2009). La crisis financiera y económica del 2008. Origen y consecuencias en los Estados Unidos y México. *El Cotidiano*, (157), Pp. 17-27.

ANEXOS

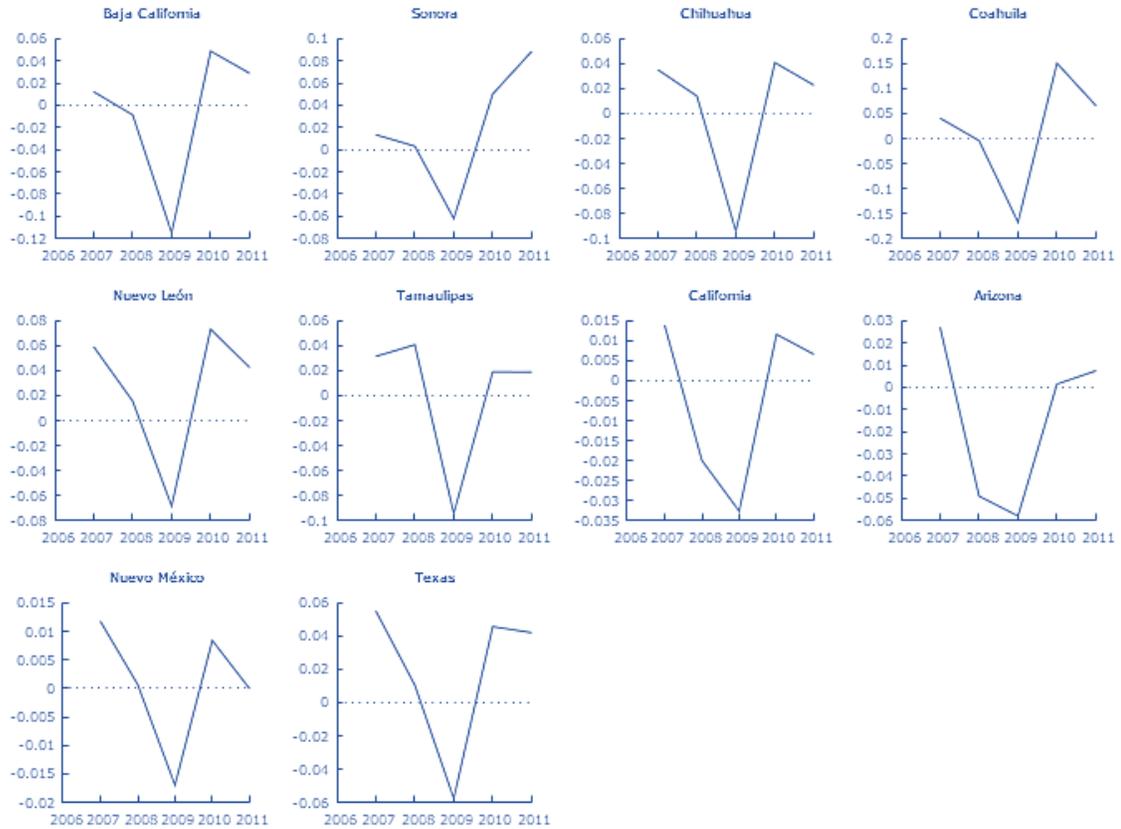
Anexo I. PIB de los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2006-2011



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y BEA

Nota: las cifras se encuentran en dólares constantes de 2013 y expresadas en logaritmos.

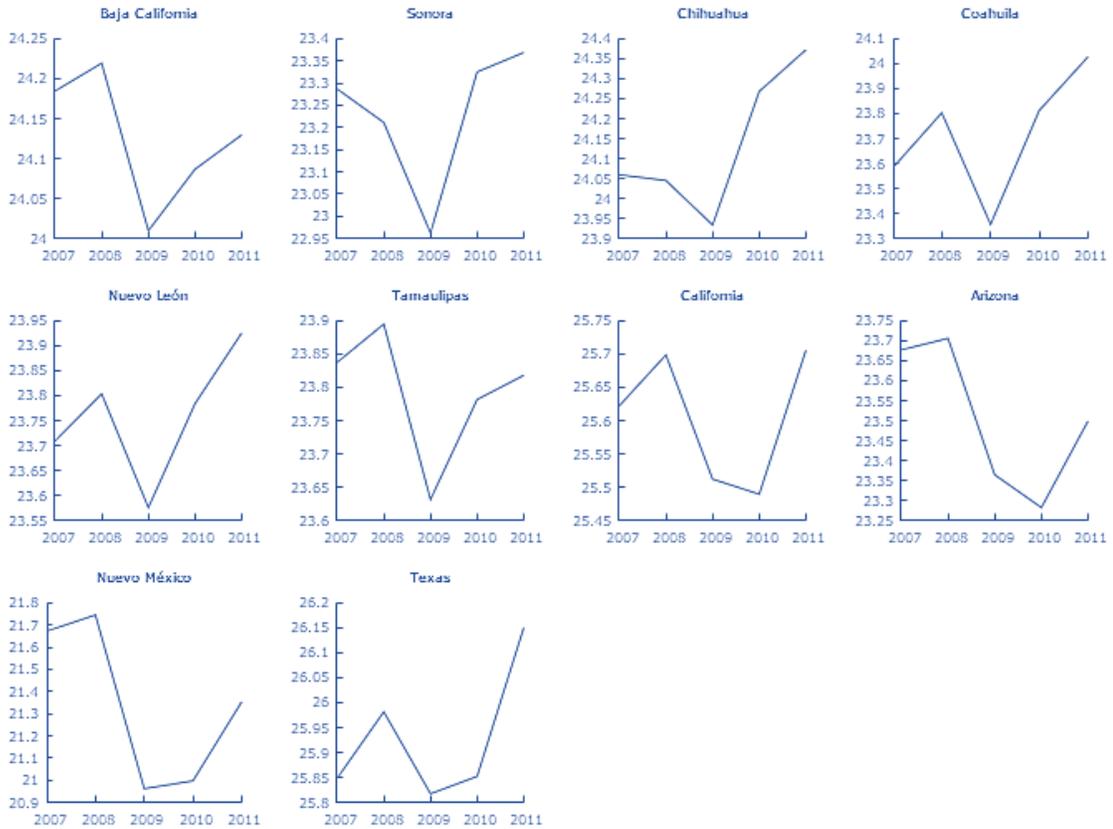
*Anexo 2. Tasa de crecimiento del PIB estatal de la región transfronteriza México – Estados Unidos
2006-2011*



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y BEA.

Nota: las tasas de crecimiento se obtuvieron las diferencias logarítmicas del PIB.

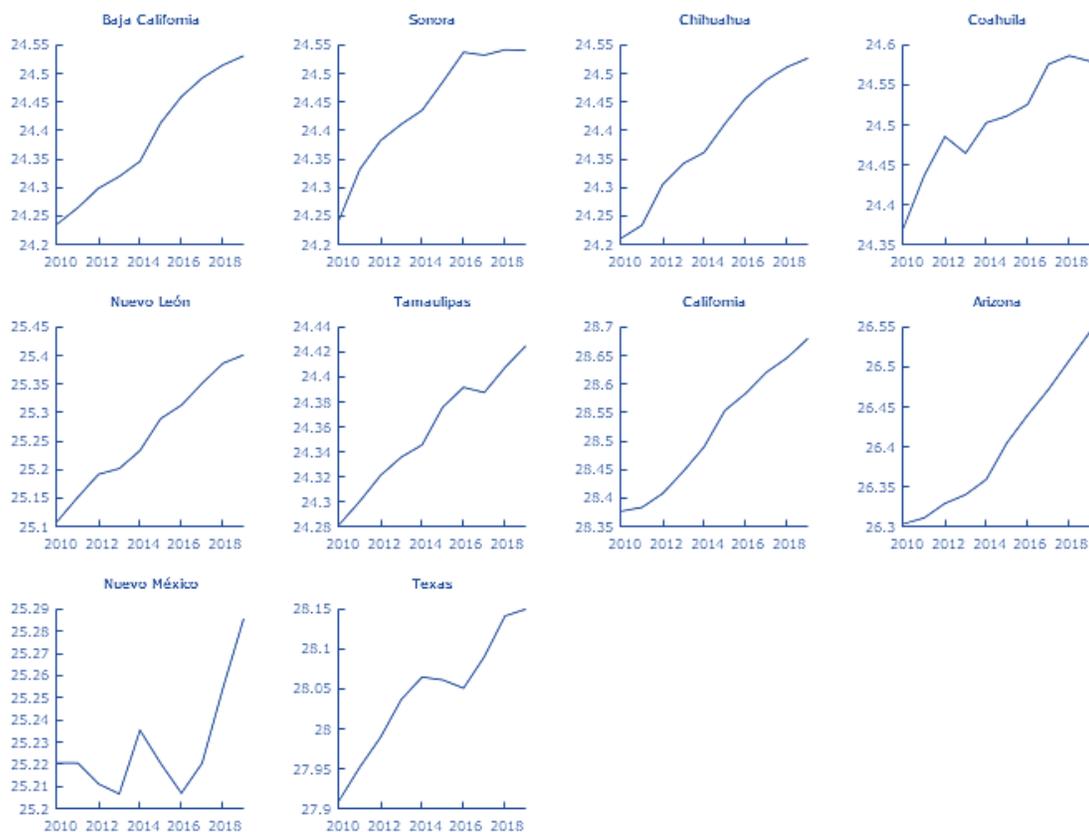
*Anexo 3. Exportaciones de los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos
2007-2011*



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y CENSUS U.S.

Nota: las cifras se expresan en dólares y expresadas en logaritmos.

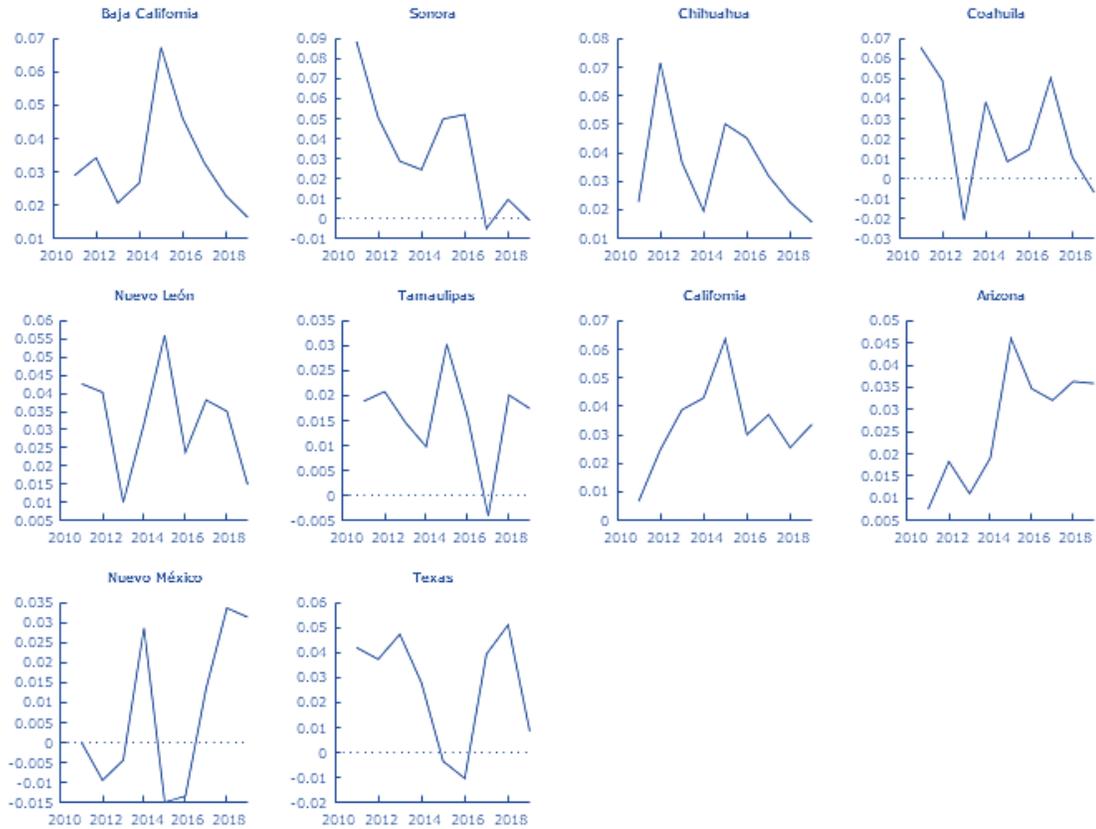
Anexo 4. PIB de los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos 2010-2019



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y BEA

Nota: las cifras se encuentran en dólares constantes de 2013 y expresadas en logaritmos.

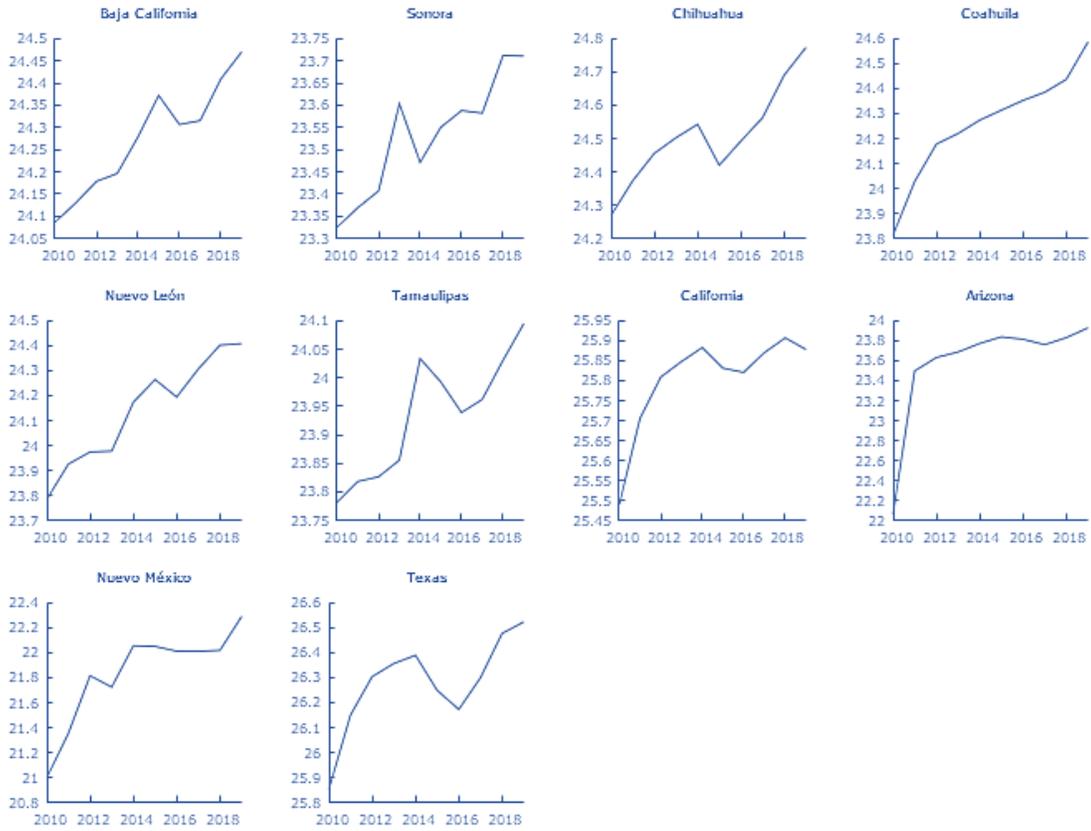
Anexo 5. Tasa de crecimiento del PIB estatal de la región transfronteriza México – Estados Unidos
2010-2019



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y BEA.

Nota: las tasas de crecimiento se obtuvieron las diferencias logarítmicas del PIB.

Anexo 6. Exportaciones de los estados de la región transfronteriza México – Estados Unidos
2010-2019



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y CENSUS U.S.

Nota: las cifras se expresan en dólares y expresadas en logaritmos.

Anexo 7. Resumen de evidencia empírica de convergencia

Autor (es)	Muestra analizada	Metodología	Variables condicionantes	Tipo de convergencia encontrada
Baumol (1986)	Países de la base de datos Maddison 1870-1979.	Sección cruzada.	Utiliza diferentes variables a fin de determinar su influencia sobre el crecimiento de largo plazo de las economías.	Convergencia en las economías industrializadas, no en la emergentes.
Barro y Sala-i-Martin (1990)	Estados de Estados Unidos 1840-1988. 98 países 1960-1985.	Sección cruzada.	La tasa de matriculados y la relación promedio de gasto en consumo del gobierno y el PIB.	Condicional en los países, y absoluta en los estados de Estados Unidos.
Barro y Sala-i-Martin (1991)	Estados de Estados Unidos 1880-1988. 73 regiones de Europa occidental 1950-1985.	Sección cruzada y desviación estándar.	La tasa de matriculados y la relación promedio de gasto en consumo del gobierno y el PIB.	Condicional en los países, y absoluta en los estados de Estados Unidos. Y sigma en los dos casos.
Barro (1991)	98 países en los años 1960-1985.	Sección cruzada.	Económicas, políticas y sociales.	Convergencia condicionada al capital humano.
Barro y Sala-i-Martin (1992)	48 estados de Estados Unidos 1880-1988 y 1963-1986. 98 países y 20 países de OCDE 1960-1985.	Sección cruzada.	Número de matriculados en educación y el consumo público de gobierno como proporción del PIB.	Convergencia absoluta y condicional.
Makiw, Romer y Weil (1992)	Muestra de países 1960-1985.	Sección cruzada.	Proporción de la población en edad de trabajar matriculada en educación secundaria.	Convergencia absoluta y condicional.
Islam (1995)	Grupos de países no petrolero, ingreso medio y miembros de la	Panel dinámico.	Escolaridad promedio de la población de 25 años y más..	Convergencia condicional.

OCDE 1960-1985.				
Goetz y Hu (1996)	1365 condados de Estados Unidos 1980-1990.	Sección cruzada.	Capital humano, y otros factores estructurales	Divergencia condicional.
Bajo-Rubio (1998)	Comunidades españolas y los países de la Unión Europea 1967-1991.	Corte transversal.	Educación, innovación y gasto público.	Convergencia condicional.
Esquivel (1999)	30 y 32 entidades federativas de México, y siete regiones del país.	Corte transversal y desviación estándar.	No aplica.	Convergencia absoluta.
Gaulier, Hurlin y Jean-Pierre (1999)	Unión Europea, OCDE y mundo 1960-1990.	Panel dinámico.	Factores de heterogeneidad espacial.	Convergencia absoluta en la UE y condicional en la OCDE.
Rivera y Currais (1999)	Muestra de 68 y 79 países 1965-1985.	Sección cruzada y desviación estándar.	Años medios de educación, la esperanza de vida y la tasa de mortalidad infantil.	Convergencia absoluta, condicional y sigma.
Mulligan y Sala-I-Martin (2000)	Estados de Estados Unidos 1940-1990.	Sección cruzada.	Capital humano.	La convergencia condicional depende de la variable de capital humano que se utilice.
Díaz-Bautista (2003a)	Entidades federativas de México 1970-2000.	Corte transversal.	Capital humano e inversión en I+D.	Convergencia condicional.
Díaz-Bautista (2003b)	Estados de México 1970-2000.	Sección cruzada.	Apertura comercial, tasas de crecimiento promedio de 1990-2000, capital humano y una variable ficticia	Convergencia condicional.
Gerber (2003)	Condados y municipios que conforman la región fronteriza México-Estados Unidos 1970-1999.	Datos de panel.	Factores sectoriales enfocados a la agricultura y la manufactura.	Convergencia absoluta y condicional.

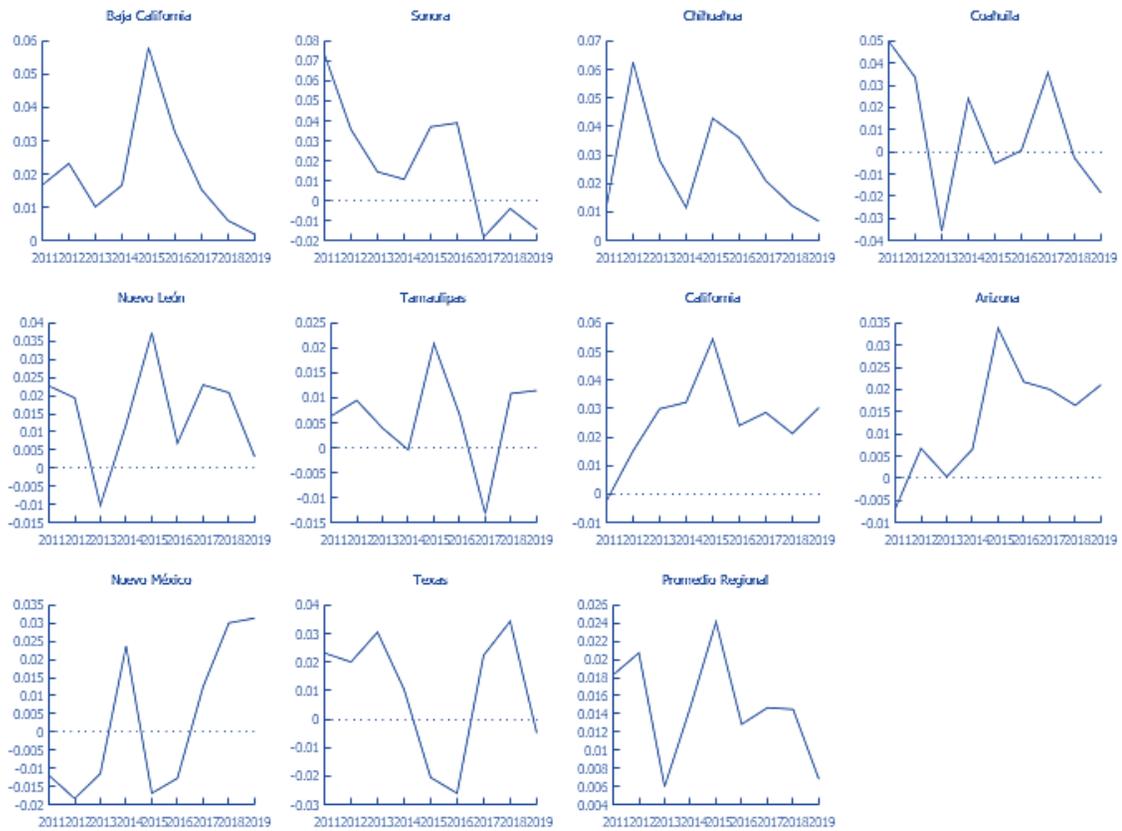
Aguayo (2004)	Estados de México 1940-2000.	Método gráfico.	No aplica.	Convergencia absoluta.
Ocegueda y Plascencia (2004)	Estados fronterizos de México-Estados Unidos 1975-1999.	Datos de panel y desviación estándar.	Capital humano y especialización sectorial.	Sin evidencia empírica de convergencia.
Barceinas y Raymond (2005)	Regiones de México.	Sección cruzada y desviación estándar .	Rendimientos de la educación regional.	Sigma divergencia y sin evidencia de convergencia condicional.
Cermeño y Llamosas (2007)	Seis países con Estados Unidos 1950-2000.	Cointegración restringida e irrestricta.	Cambio estructural.	Convergencia condicional.
Soto, Huesca y Hernández (2008)	Estados de la frontera norte de México 1950-2004.	Panel y desviación estándar.	Promedio de escolarización, patentes solicitadas y variables de especialización sectorial.	Convergencia absoluta y condicional solo en periodos anteriores a 1995.
Cermeño, Mayer y Martínez (2009)	Condados de Estados Unidos 1987-1997 y municipios de México 1989-1999.	Panel y desviación estándar.	Factores de heterogeneidad regional.	Convergencia condicional en los condados de EE.UU.
Checherita (2009)	Estados de Estados Unidos 1960-2005	sección cruzada y panel espacial.	Stock de capital, capital humano, diferencias en el progreso tecnológico y la carga fiscal	Convergencia condicional en algunos periodos.
Heckelman (2013)	Estados de Estados Unidos 1930-2009.	Sección cruzada, series de tiempo, modelos probit y desviación estándar.	Factores estructurales.	Convergencia absoluta, condicional y sigma durante los primeros 50 años.
Montero y Del Rio (2013)	Departamentos de Bolivia 1988-2011.	Panel dinámico, panel dinámico espacial y desviación estándar.	Heterogeneidad y dependencia espacial.	Convergencia condicional.
Mendoza y Valdivia (2015)	32 y 30 entidades de México 2001-2010.	Panel espacial.	Heterogeneidad, dependencia espacial,	Convergencia condicional.

			remesas y años de escolaridad.	
Caballero y Caballero (2016)	Departamentos de Bolivia 1990-2011	Desviación estándar muestral, densidades de Kernel, panel, panel dinámico, clúster espaciales y pruebas de raíces unitarias.	Factores de heterogeneidad y dependencia espacial.	Convergencia condicional en el periodo 2000-2011.
Gómez y Santana (2016)	Departamentos de Colombia 1990-2013.	Datos de panel y diferentes metodologías para medir la dispersión del ingreso.	Factores de heterogeneidad y dependencia espacial.	Convergencia condicional.
Rodríguez-Benavides, Mendoza-González y Venegas-Martínez (2016)	Entidades federativas de Mexico 1970-2012.	Modelo panel autorregresivo de umbral, las pruebas de raíces unitarias en panel y el cálculo de los valores críticos a través de simulación bootstrapping.	Factores de heterogeneidad regional.	Convergencia en algunos periodos, y divergencia en algunos otros.
Delgado y De Lucas (2017)	Unión Europea-15 1980-2010.	Datos de panel.	Inversión en educación y la inversión en infraestructura.	Convergencia condicional.
Luna y Colín (2017)	Estados de México 1970-2015.	Desviación estándar muestral y datos de corte transversal.	Factores de heterogeneidad.	Convergencia en algunos periodos, y divergencia en algunos otros.
Zulfiqar, Chaudhary y Aslam (2017)	60 países 1970-2010.	Datos de panel.	Inversión, apertura, crecimiento demográfico, y estado de derecho.	Convergencia absoluta en los países similares y condicional en donde hay factores de diferenciación.
Micallef (2020)	Malta, UE-28 y UE-15 1995-2018, 1995-2007 y 2010-2018.	Sección cruzada, desviación estándar y fuentes de crecimiento económico.	Productividad laboral, intensificación del capital, productividad total de los factores,	Convergencia absoluta, condicional y sigma.

			utilización de la mano de obra, tasa de participación, población en edad de trabajar y la población total.	
Ram (2020)	Estados de Estados Unidos 1977-2018.	Desviación estándar y datos de corte transversal	Relación capital trabajo.	Divergencia.

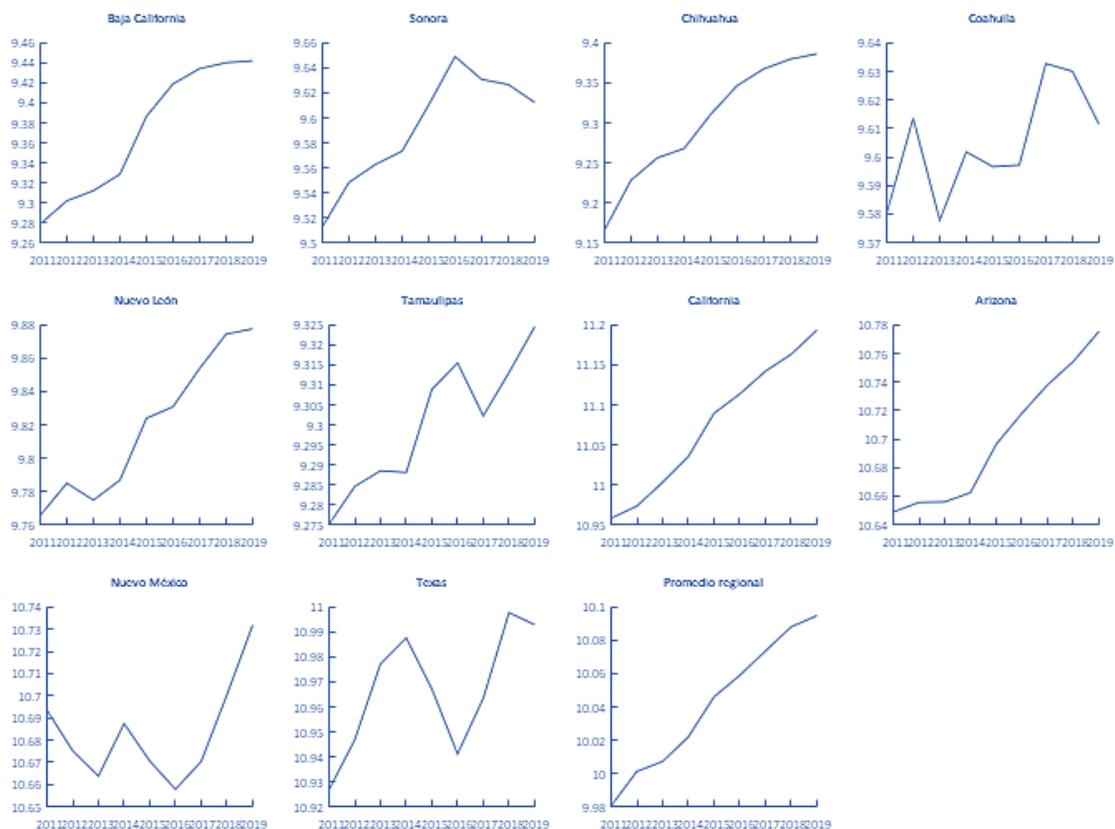
Fuente: elaboración propia

Anexo 8. Tasa de crecimiento del PIB per cápita 2011-2019



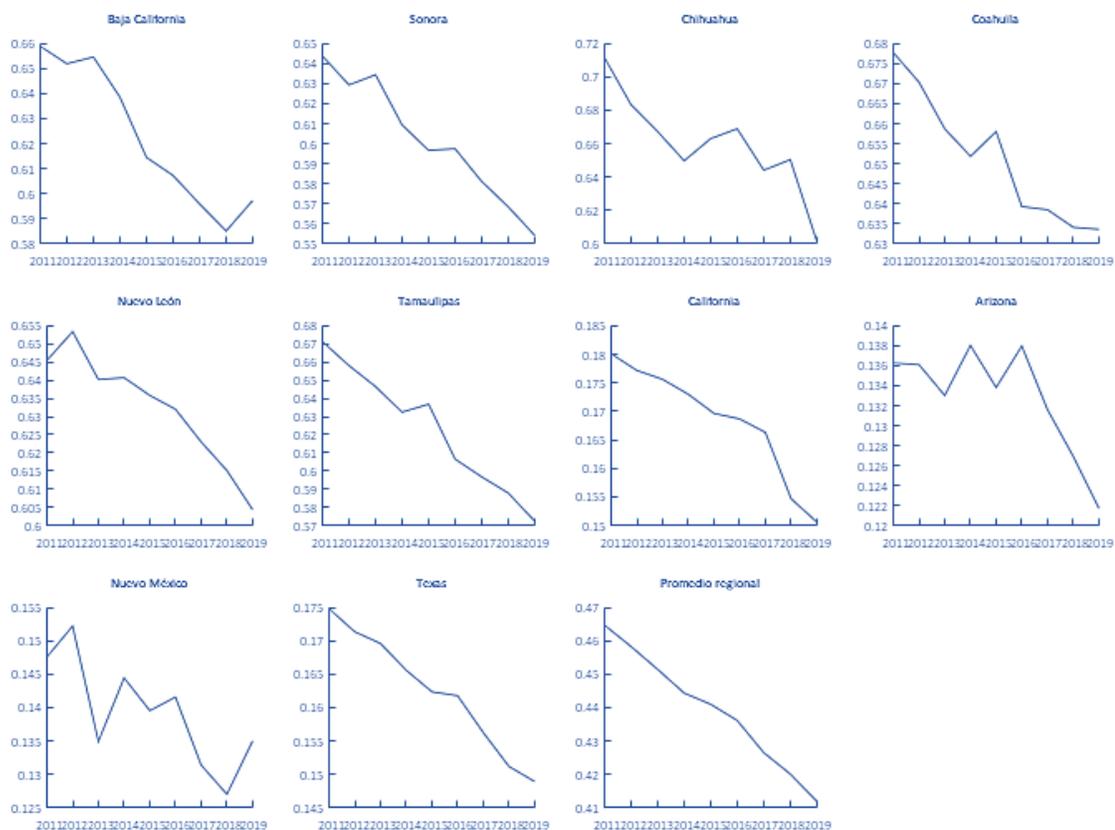
Fuente: elaboración propia.

Anexo 9. Rezago del logaritmo del PIB per cápita 2011-2019



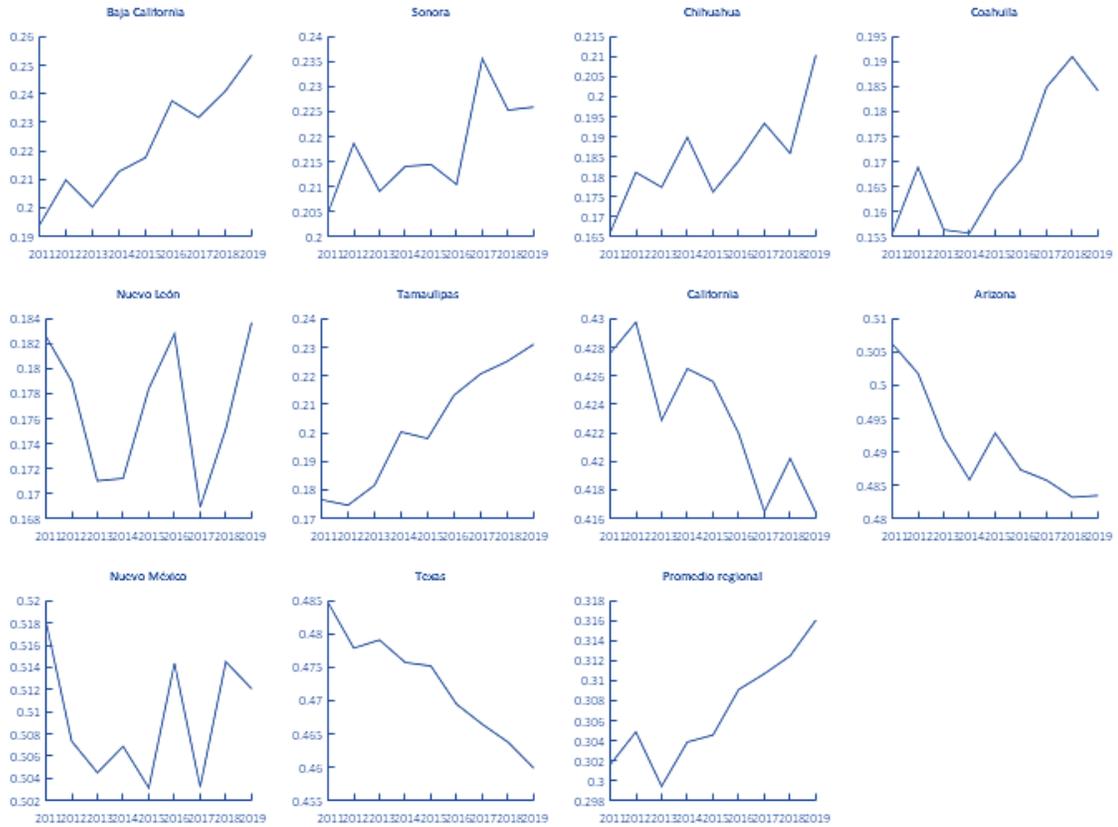
Fuente: elaboración propia.

Anexo 10. Rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con educación por debajo de la secundaria superior 2011-2019



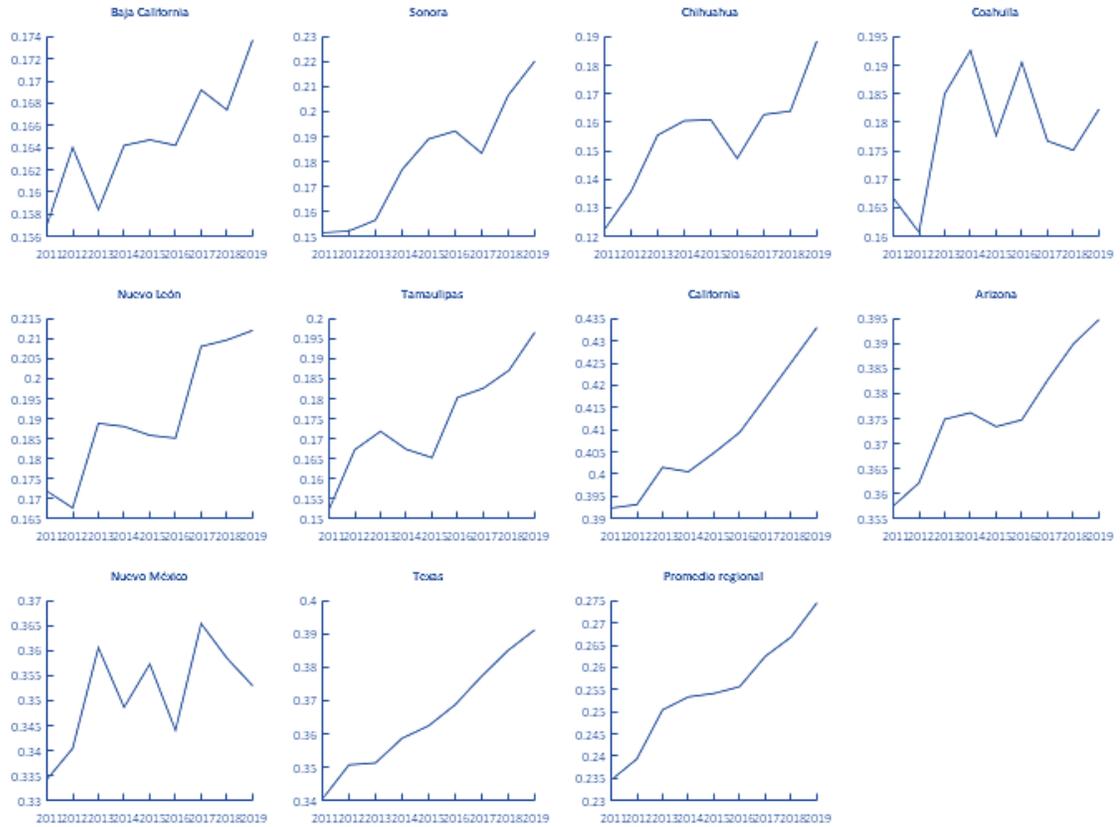
Fuente: elaboración propia.

Anexo 11. Rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con educación secundaria superior y postsecundaria no terciaria 2011-2019



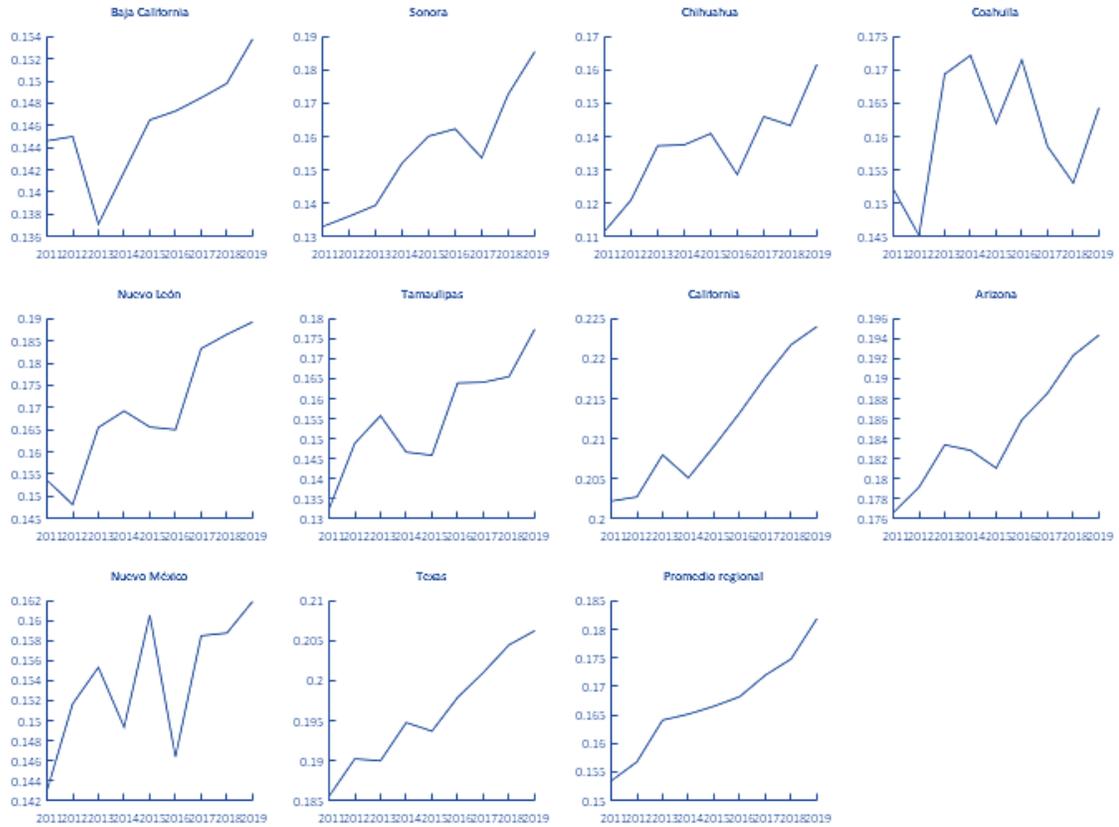
Fuente: elaboración propia.

Anexo 12. Rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con educación terciaria total
2011-2019



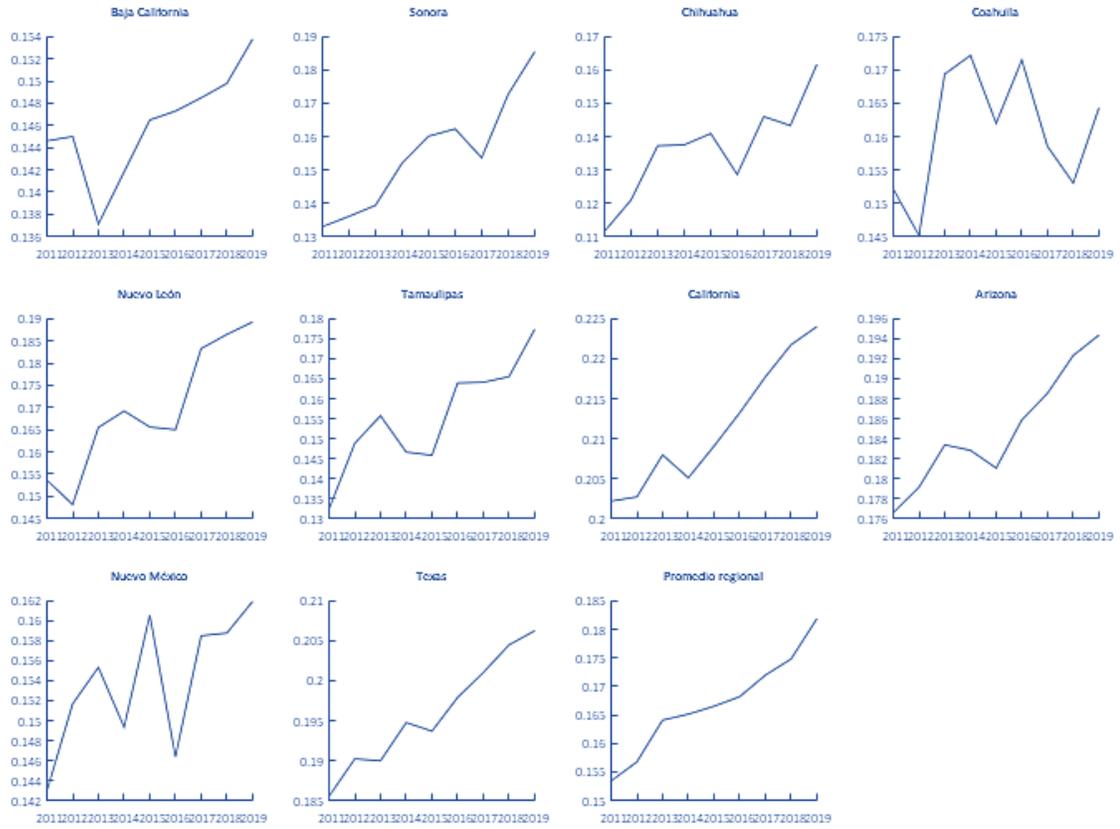
Fuente: elaboración propia.

Anexo 13. Rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con licenciatura o nivel equivalente 2011-2019



Fuente: elaboración propia.

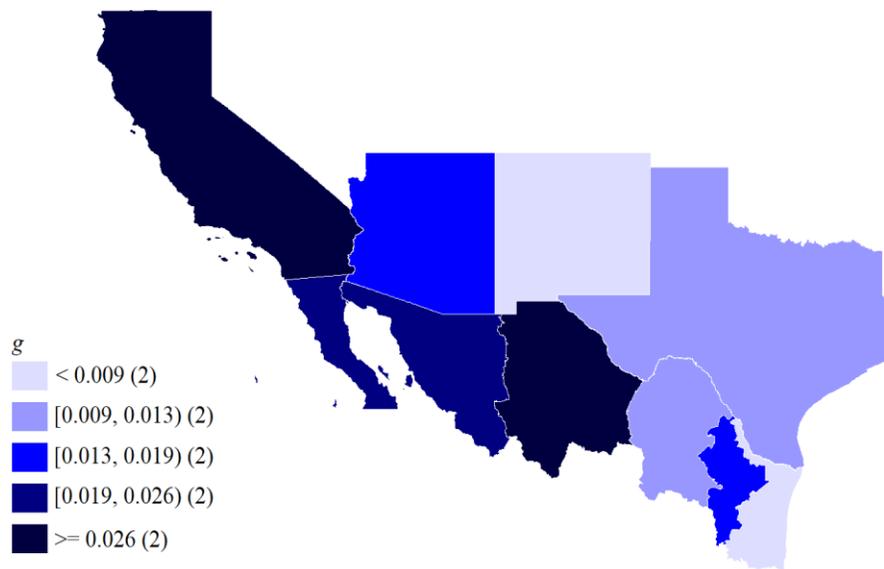
Anexo 14. Rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con máster o nivel equivalente 2011-2019



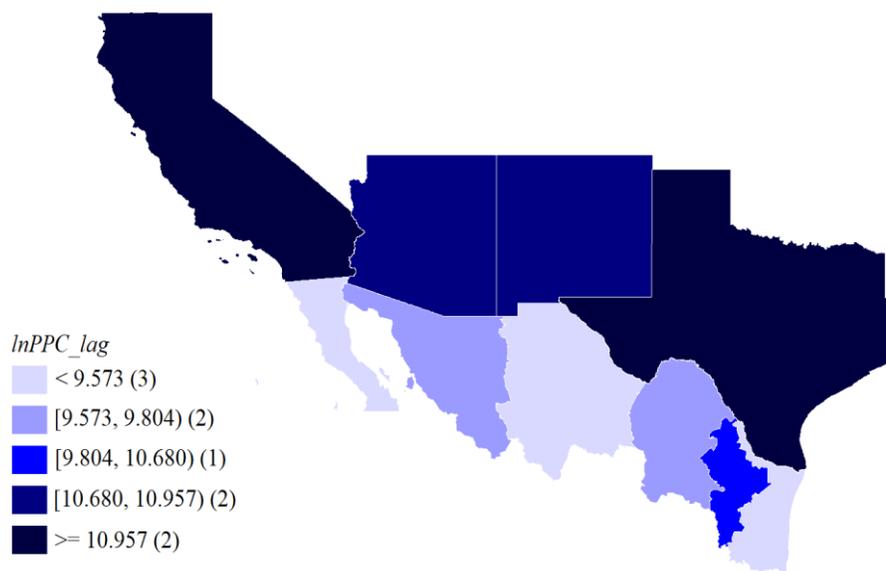
Fuente: elaboración propia.

Anexo 15. Distribución espacial del promedio de las variables en el periodo 2011-2019

a. Tasa de crecimiento del PIB per cápita

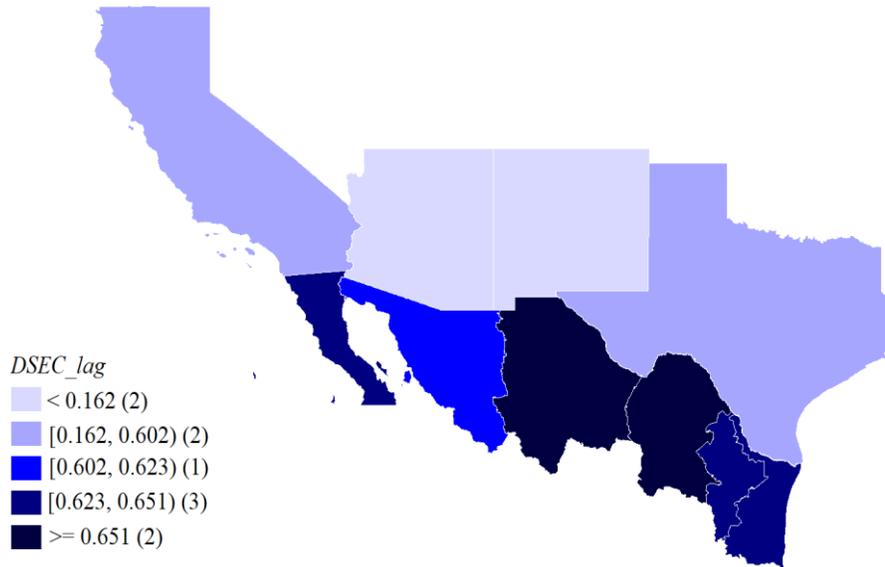


b. Rezago del logaritmo del PIB per capita

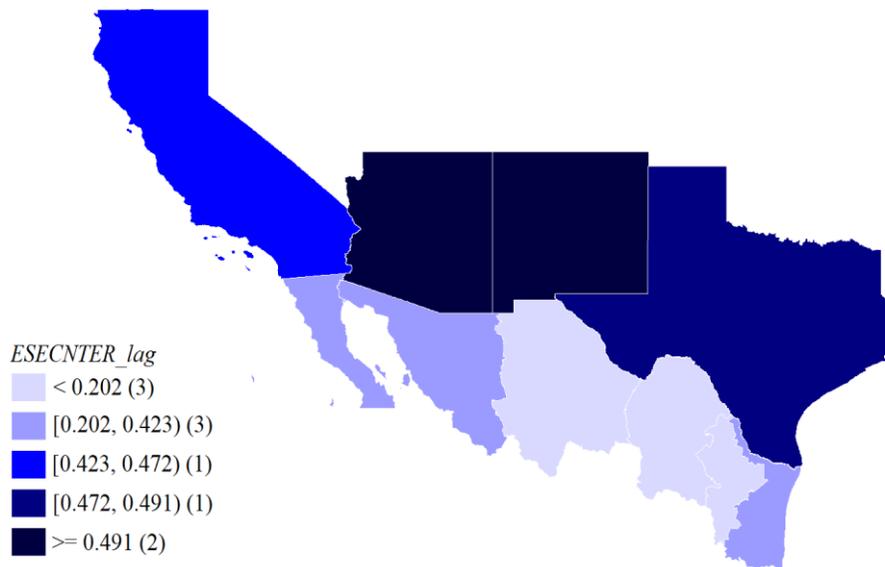


Continúa en la siguiente página

c. Rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con educación por debajo de la secundaria superior

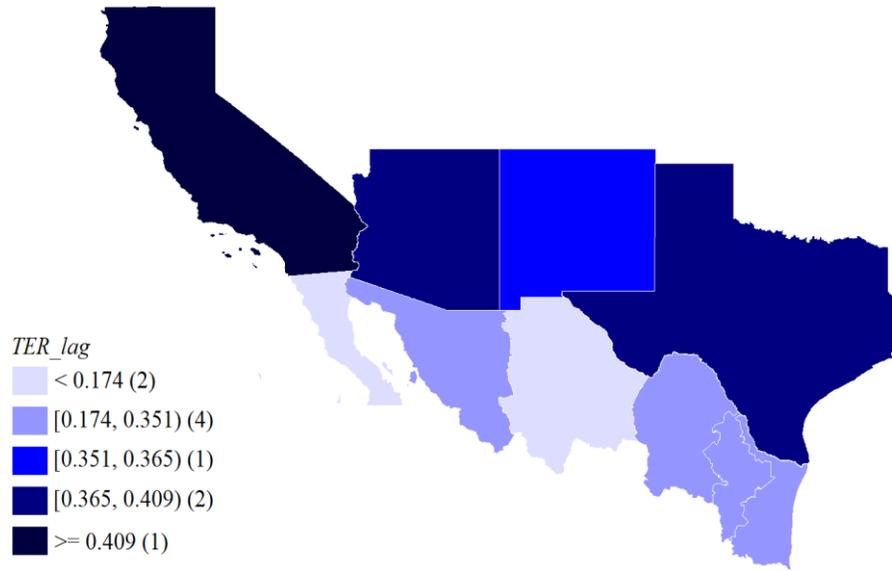


d. Rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con educación secundaria superior y postsecundaria no terciaria

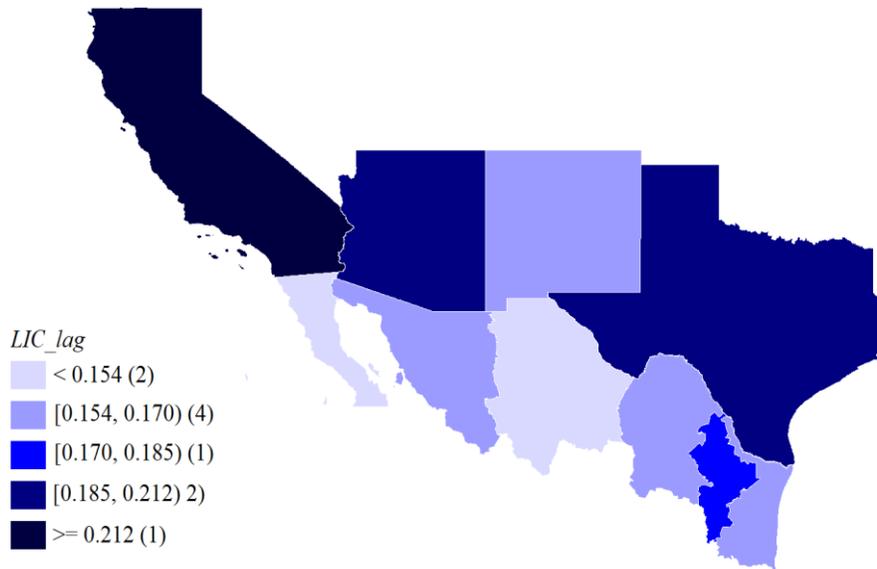


Continúa en la siguiente página

e. Rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con educación terciaria total

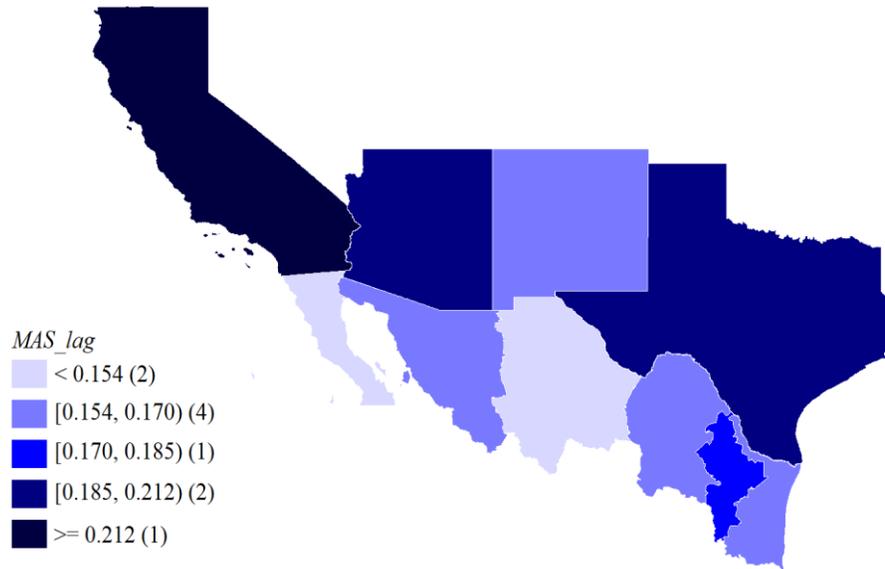


f. Rezago de la proporción de la población de 25 a 64 años con licenciatura o nivel equivalente



Continúa en la siguiente página

g. Rezago de la Proporción de la población de 25 a 64 años con máster o nivel equivalente



Fuente: elaboración propia.

Nota: elaborado bajo la metodología de cortes naturales con cinco intervalos.

Anexo 16. Resultado de las estimación del SAR con errores autocorrelacionados (SAC)

Modelo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Especificación	SAC	SAC	SAC	SAC	SAC	SAC
Variables	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>
<i>lnPPC_lag</i>	-0.162* (0.086)	-0.150* (0.089)	-0.155* (0.086)	-0.162** (0.076)	-0.160** (0.081)	-0.179** (0.078)
<i>DSEC_lag</i>		0.073 (0.161)				
<i>ESECNTER_lag</i>			-0.134 (0.165)			
<i>TER_lag</i>				0.003 (0.117)		
<i>LIC_lag</i>					-0.015 (0.166)	
<i>MAS_lag</i>						0.844 (0.767)
λ (<i>error</i>)	0.318** (0.135)	0.355 (0.150)	0.341** (0.133)	0.317** (0.139)	0.318** (0.137)	0.253 (0.163)
ϕ (<i>lag</i>)	-0.196 (0.223)	-0.239 (0.228)	-0.227 (0.213)	-0.195 (0.228)	-0.197 (0.222)	-0.136 (0.246)
R ²	0.123	0.127	0.131	0.123	0.123	0.141
Observaciones	90	90	90	90	90	90
AIC	-465.897	-464.14	-464.642	-463.874	-463.877	-465.817
BIC	-455.898	-451.640	-452.143	-451.375	-451.378	-453.317

Fuente: elaboración propia.

Nota: 1) (***) *p*-valor<0.01, (**) *p*-valor<0.05 y (*) *p*-valor<0.10, 2) entre paréntesis el error estándar, 3) los modelos se estiman con matriz tipo reina de orden 1, y 4) con efectos fijos individuales.

Anexo 17. Estimaciones de β convergencia por sección cruzada

Modelo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Variable	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>
<i>Constante</i>	0.031 (0.033)	-0.038 (0.164)	-0.028 (0.088)	0.126 (0.155)	0.054 (0.041)	0.055 (0.144)
<i>lnPPC_2010</i>	-0.002 (0.003)	0.004 (0.015)	0.005 (0.010)	-0.013 (0.019)	-0.006 (0.006)	-0.004 (0.016)
<i>DSEC_2010</i>		0.018 (0.041)				
<i>ESECNTER_2010</i>			-0.035 (0.048)			
<i>TER_2010</i>				0.083 (0.131)		
<i>LIC_2010</i>					0.154 (0.163)	
<i>MAS_2010</i>						0.050 (0.294)
R ²	0.034	0.058	0.101	0.086	0.144	0.038
Observaciones	10	10	10	10	10	10

Fuente: elaboración propia.

Nota: 1) (***) *p*-valor<0.01, (**) *p*-valor<0.05, (*) *p*-valor<0.10, y 2) entre paréntesis el error estándar.

Anexo 17.1. Pruebas de los modelos de sección cruzada

Prueba/Modelo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
White	3.346	4.764	7.729	5.088	7.570	7.595
(Heteroscedasticidad)	[0.188]	[0.445]	[0.172]	[0.405]	[0.181]	[0.180]
Breusch-Pagan	0.228	0.030	0.191	0.628	0.575	2.463
(Heteroscedasticidad)	[0.633]	[0.985]	[0.909]	[0.730]	[0.750]	[0.291]
Chi-Cuadrado	0.139	0.665	1.160	0.016	0.469	0.039
(Normalidad)	[0.933]	[0.717]	[0.560]	[0.992]	[0.791]	[0.980]
VIF (Colinealidad)		17.436	8.945	29.121	3.199	19.599
RESET de Ramsey	1.887	1.137	2.353	0.181	1.012	0.351
(Especificación)	[0.212]	[0.327]	[0.176]	[0.685]	[0.353]	[0.575]

Fuente: elaboración propia

Nota: Entre corchetes la probabilidad del estadístico de prueba.

La autora es licenciada en economía por la Facultad de Ciencias Sociales y Políticas de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), campus Mexicali, donde además ha sido ayudante de investigación y docencia. Egresada de la Maestría en Economía Aplicada de El Colegio de la Frontera Norte A.C.

Correo electrónico: mendezluciel@gmail.com

© Todos los derechos reservados. Se autorizan la reproducción y difusión total y parcial por cualquier medio, indicando la fuente.

Forma de citar:

Méndez Romero, B. Luciel (2022). *“Convergencia económica en la región transfronteriza México – Estados Unidos: un análisis poscrisis 2010-2019”*. Tesis de Maestría en Economía Aplicada. El Colegio de la Frontera Norte, A.C. México. 121 pp.