

# Análisis regional de la esperanza de vida al nacer en México, por medio del método de regresión

## Regional analysis of life expectancy at birth in Mexico, using the multiple regression method

Esteban Picazzo-Palencia, Miguel A. Flores-Segovia  
y María E. De la Cruz-Maldonado

Recibido 8 mayo 2018 / Enviado para modificación 22 julio 2018 / Aceptado 10 octubre 2018

### RESUMEN

EP: Lic. Economía. M. Sc. Economía. Ph. D. Ciencias Sociales con Orientación en Desarrollo Sustentable. Monterrey, México.

[epicazzo@yahoo.com](mailto:epicazzo@yahoo.com)

MF: Lic. Economía. M. Sc. Economía. Ph. D. Demografía por la Universidad de Texas, San Antonio. EUA. [miguelflores@itesm.mx](mailto:miguelflores@itesm.mx)

MDLC: MD. M. Sc. Salud Pública. Ph. D. Medicina. Monterrey, México.

[mecmf@yahoo.com.mx](mailto:mecmf@yahoo.com.mx)

**Objetivo** Estimar y analizar para el período 1990 al 2010 los patrones regionales de la esperanza de vida al nacer en México por medio del método de regresión lineal.

**Materiales y Métodos** Se utiliza la regresión lineal para obtener la esperanza de vida a nivel estatal y éste considera variables como la tasa bruta o cruda de mortalidad y la población mayor a 65 años. Esto permite conocer el nivel de convergencia entre los estados.

**Resultados** Existe un patrón de convergencia que sugiere que las diferencias de los niveles de esperanza de vida se han reducido entre los estados durante el período de estudio, esta tendencia se presenta también a nivel regional.

**Discusión** Se puede mencionar que este análisis puede ser útil en la evaluación de las políticas de salud pública de México que se han centrado en la disminución de las desigualdades en salud entre las poblaciones más pobres y vulnerables. Asimismo, este tipo de método permite tener un método alternativo para conocer las condiciones de acceso a los servicios de salud y conocer las expectativas de vida de la población.

**Palabras Clave:** Esperanza de vida; mortalidad; política de salud (*fuentes: DeCS, BIREME*).

### ABSTRACT

**Objective** To estimate and analyze the regional patterns of life expectancy at birth in Mexico for the period 1990-2010 using multiple regression.

**Materials and Methods** Multiple regression analysis is used to obtain life expectancy rates at state level. This method considers variables such as crude death rate and population over 65 years of age to know the level of convergence between states.

**Results** There is a pattern of convergence that suggests that the differences in the life expectancy levels decreased among states during the analyzed period. This trend is also observed at the regional level.

**Discussion** It could be said that this analysis is useful to evaluate the public health policies in Mexico that focus on the reduction of health inequalities among the poorest and most vulnerable populations. Likewise, this type of method allows having an alternative method to know the conditions of access to health services and the life expectancy of the population.

**Key Words:** Life expectancy; mortality; health policy (*source: MeSH, NLM*).

Los profesionales de la salud pública han estado interesados durante mucho tiempo en la relación entre los indicadores de salud y sus impactos en diferentes zonas geográficas. La esperanza de vida es uno de los indicadores más importantes del estado de salud y el nivel de mortalidad experimentada por la población en general.

Ésta puede variar entre regiones geográficas y localidades individuales dentro de un país determinado, así como con el tiempo. Los factores asociados con tales diferencias pueden estar relacionados con la salud de la población, el acceso a la atención médica, las características socioeconómicas de la población como educación, ingresos, tipo de vivienda y el acceso a agua limpia, entre otros.

Hay estudios como los de James y Crossman (1) y Hoquet (2) que mencionan las variaciones en la esperanza de vida se presentan entre las divisiones geográficas de los países y sus estados, y se observa un proceso de divergencia rural-urbana y disparidad interestatal, presentando como ejemplo lo acontecido en los Estados Unidos de América durante el periodo de 1970 a 1990. Por lo cual, es importante examinar la esperanza de vida al nacer de las localidades y regiones de México y determinar si existe alguna variación de la esperanza de vida entre las regiones y Estados del país, y si se está dando un proceso de convergencia o no en los patrones regionales de la esperanza de vida al nacer en México.

Para poder realizar este tipo de análisis se necesita abordar la problemática desde el enfoque de áreas pequeñas y utilizar técnicas que permitan lo anterior. Tradicionalmente la esperanza de vida se calcula a través de la construcción ya sea de una tabla de vida completa o abreviada, ambos con los requisitos de datos rigurosos que son difíciles de disponer para áreas pequeñas. Según Bravo y Malta (3), mencionan que en teoría varios son los métodos que han sido propuestos en la estimación de la esperanza de vida en las zonas de población más reducidos. Algunos de los métodos se basan en conceptos de población estables (4), otros se basan en teorías biológicas del envejecimiento (5), y algunos de ellos se basan en la estimación de la población por edad (6), los modelos de tablas de vida abreviadas (7), o los métodos Brasstype para suavizar las estimaciones de áreas pequeñas (8).

Sin embargo, Swason (9) establece que utilizar los métodos estables de población puede ser inadecuado para estimaciones en áreas pequeñas debido a los supuestos rígidos de mortalidad estable, fecundidad y migración. Por su parte, las teorías biológicas no son muy adecuadas para áreas pequeñas debido a los requisitos rigurosos que a menudo no se pueden cumplir en los datos. Del mismo modo, la construcción de tablas de vida no es factible porque las tasas de mortalidad para las áreas pequeñas son a menudo inestables. De igual manera refiere que como resultado de sus diversos supuestos y requisitos de datos, ninguno de estos métodos de estimación de la esperanza de vida al nacer son adecuados para áreas pequeñas.

Por su parte, Swanson (9) desarrolló una técnica basada en regresión para estimar la esperanza de vida al nacer

que tiene menos requisitos de datos y produce estimaciones confiables para áreas pequeñas, este método fue aplicado para los Estados Unidos. Por lo tanto, la aplicación de este método para México en este estudio es útil porque no requiere supuestos de la estabilidad de la población o cuasi-estabilidad (10). De esta manera puede soslayar el efecto que han tenido los patrones históricos y recientes de la migración interna e internacional, y como estos han modificado los perfiles demográficos, en particular en las comunidades locales, los municipios o en los estados.

Entonces, esta investigación utiliza una técnica basada en regresión para estimar la esperanza de vida al nacer para los estados de México durante el periodo de 1990 a 2010. De esta manera se evalúan los resultados con respecto a las estimaciones oficiales del Consejo Nacional de Población (CONAPO) de México (11).

La estimación de la esperanza de vida en México, tradicionalmente se ha basado en la aplicación tablas de vida convencionales por lo que podemos señalar que el método aquí descrito resulta innovador para el caso del país. De aquí que este trabajo presenta un abordaje nuevo de estimar la esperanza de vida el cual puede extenderse a áreas pequeñas en México.

## METODOLOGÍA

La técnica del método de regresión para estimar la esperanza de vida al nacer fue desarrollada por Mazur (12). Mazur fue el primero que utilizó la técnica para estimar la esperanza de vida de los grupos étnicos en la Unión Soviética. El método fue posteriormente refinado por Swanson y Palmore (10) y Gunasekaran (13). Se ha utilizado a nivel estatal y sub-estatal en los Estados Unidos, y se ha demostrado ser una alternativa útil y exacto en la estimación de la esperanza de vida para las áreas pequeñas (14-15). El método de regresión requiere sólo dos elementos de información acerca de una población: la tasa bruta o cruda de mortalidad y el porcentaje de personas mayores de 65 años. Una descripción detallada teórica y matemática del modelo se pueden encontrar en Swanson (16). Los requisitos de datos para la estimación empírica consiste en: a) el total de muertes, b) la población total y; c) la población de 65 años y más.

El modelo de ecuaciones de regresión para estimar la esperanza de vida se especifica de la siguiente manera:

$$e_0 = \beta_0 + \beta_1 CDR + \beta_2 \ln(P65+) + \beta_3 CDR^2 + \beta_4 \ln(P65+)^2 + \beta_5 [(CDR) * (\ln(P65+))]$$

Donde:

“e<sub>0</sub>” se refiere a la esperanza de vida al nacer, “CDR” corresponde a la tasa bruta de mortalidad ((muertes tota-

les / población total) \* 1000) y “p65+” (denota el porcentaje de la población de 65 y más años). El modelo también incluye un término para el cuadrado de cada una de estas variables, así como un término de interacción entre ellos. Para estimar esta ecuación, las muertes totales y los datos de población se obtuvieron de las estadísticas vitales y los Censos General y Conteos de Población de México realizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía –INEGI– (17).

## RESULTADOS

Después de estimar la ecuación los coeficientes estimados se aplican a los datos respectivos para calcular la esperanza de vida a nivel estatal durante el periodo de 1990 al 2010. A continuación, se comparan los resultados con las estimaciones oficiales proporcionadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO). La Tabla 1 muestra la esperanza de vida al nacer por el método de regresión

(MR) para cada uno de los estados mexicanos, las estimaciones del CONAPO y la diferencia entre ellos. Como una manera de medir la precisión de nuestras estimaciones de esperanza de vida, esta tabla también incluye el error cuadrático medio y el error absoluto promedio y la mediana del error absoluto. Estos resultados sugieren que las estimaciones de la esperanza de vida relativamente mejores para realizar los ejercicios son del año 2000 y 2010. Mientras que las estimaciones para 1990 muestran un error absoluto promedio de 1,2 años, sin embargo se presenta una reducción significativa para los años 2000 y 2010, con aproximadamente 0,5 y 0,5 años, respectivamente. Las estimaciones también indican un error absoluto promedio de 0,8 años en 1990, mientras que para 2000 y 2010 cae por menos de la mitad de un año. Al realizar, una prueba de “t” para diferencias de medias, ésta nos indica que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de la regresión y las estimaciones oficiales (Tabla 1).

**Tabla 1.** Esperanza de vida al nacer en México por estados, 1990 – 2010

Estado	AÑO								
	1990			2000			2010		
	MR <sup>1</sup>	CONAPO <sup>2</sup>	Dif. <sup>3</sup>	MR <sup>1</sup>	CONAPO <sup>2</sup>	Dif. <sup>3</sup>	MR <sup>1</sup>	CONAPO <sup>2</sup>	Dif. <sup>3</sup>
Aguascalientes	71,3	72,0	-0,7	74,0	74,8	-0,8	75,4	75,6	-0,2
Baja California	70,6	73,2	-2,5	75,0	75,4	-0,3	75,4	76,2	-0,8
Baja California Sur	71,6	72,2	-0,6	74,3	74,7	-0,4	75,7	76,2	-0,5
Campeche	71,4	70,1	1,3	73,6	73,4	0,2	75,2	75,3	-0,1
Coahuila de Zaragoza	71,3	72,0	-0,6	74,2	74,9	-0,6	75,2	75,1	0,1
Colima	70,7	71,5	-0,7	74,1	74,5	-0,4	75,1	75,8	-0,7
Chiapas	69,7	66,4	3,3	74,4	72,3	2,1	75,4	74,4	1,0
Chihuahua	69,9	72,0	-2,0	74,7	75,0	-0,2	75,6	76,0	-0,4
Distrito Federal	70,8	73,7	-2,9	74,2	75,3	-1,1	75,2	76,3	-1,1
Durango	70,3	70,0	0,4	73,5	73,9	-0,4	75,3	74,8	0,5
Guanajuato	70,7	70,3	0,5	74,2	73,9	0,3	75,1	75,7	-0,6
Guerrero	67,9	67,3	0,6	73,0	72,5	0,5	74,8	73,8	1,0
Hidalgo	71,1	68,6	2,4	73,6	73,2	0,4	74,9	75,1	-0,2
Jalisco	70,7	71,5	-0,9	74,2	74,6	-0,4	75,1	75,6	-0,5
México	69,7	71,7	-2,0	74,5	74,5	-0,1	75,4	76,0	-0,6
Michoacán	70,5	69,7	0,8	73,8	73,7	0,1	74,9	75,1	-0,2
Morelos	71,1	71,1	0,0	73,7	74,3	-0,6	75,0	76,1	-1,1
Nayarit	69,7	70,4	-0,7	73,6	74,0	-0,3	74,9	75,1	-0,2
Nuevo León	71,0	72,7	-1,6	74,0	75,0	-1,0	75,2	75,6	-0,4
Oaxaca	68,9	66,6	2,3	74,0	72,5	1,5	74,8	74,6	0,2
Puebla	67,7	68,5	-0,8	74,4	73,5	1,0	75,2	75,5	-0,3
Querétaro	70,5	70,1	0,3	74,4	74,1	0,4	75,4	75,7	-0,3
Quintana Roo	70,8	71,0	-0,2	73,9	74,3	-0,4	76,2	76,2	0,0
San Luis Potosí	70,9	69,4	1,5	73,7	73,5	0,2	74,8	75,4	-0,6
Sinaloa	70,0	70,8	-0,8	73,7	74,1	-0,4	75,0	74,9	0,1
Sonora	71,3	71,8	-0,5	74,4	74,7	-0,3	75,2	75,5	-0,3
Tabasco	71,4	69,7	1,7	74,1	73,4	0,7	75,3	75,0	0,3
Tamaulipas	71,1	71,7	-0,6	73,9	74,5	-0,6	75,2	75,3	-0,1
Tlaxcala	70,6	70,5	0,1	74,0	74,1	-0,2	75,1	76,2	-1,1
Veracruz	71,3	68,7	2,6	74,0	73,1	0,9	75,1	74,3	0,8
Yucatán	70,0	69,9	0,1	73,9	73,5	0,4	75,1	75,4	-0,3
Zacatecas	69,7	69,1	0,7	73,7	73,6	0,1	74,9	76,0	-1,1
Media del cuadro del error		0,0			0,0			1,9	
Promedio del error absoluto		1,2			0,5			0,5	
Mediana del error absoluto		0,8			0,4			0,4	

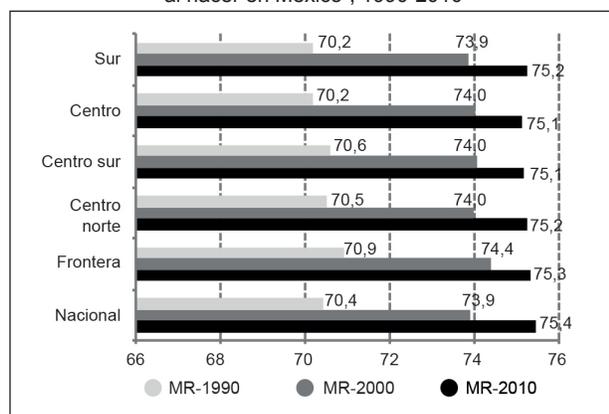
1. Estimaciones por el Modelo de Regresión; 2. Estimaciones del Consejo Nacional de Población, 3. Diferencia entre las estimaciones

Para controlar por las diferencias existentes en las condiciones socioeconómicas que pueden a su vez estar asociados con los resultados de salud, esperanza de vida y espacio geográfico, se dividió a México en cinco regiones, las cuales se presentan a continuación:

- Frontera: Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas.
- Central Norte: Baja California Sur, Sinaloa, San Luis Potosí, Zacatecas, Durango.
- Centro Sur: Querétaro, Nayarit, Jalisco, Guanajuato, Colima, Aguascalientes, Michoacán;
- Centro: Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Tlaxcala.
- Sur: Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, y Yucatán.

A nivel nacional, los resultados de RM indican un aumento acumulado de la esperanza de vida al nacer de 1990 a 2010 de aproximadamente 5,0 años. De acuerdo con las estimaciones para el año 2010, la región de la frontera muestra la mayor esperanza de vida al nacer, con aproximadamente 75,3 años, seguida de la región centro-norte y sur ambas con 75,2 años. Es importante señalar que la región Sur, es la que durante el periodo de 1990 al 2010, experimentó el mayor cambio en la esperanza de vida entre el resto de las regiones, el cual fue de 5,1 años, en cambio la región Frontera fue la que presentó el menor avance o ganancia en años durante ese periodo, solo ganando 4,4 años, como se muestra en la Figura 1. Cabe señalar, que las discrepancias son relativamente pequeñas entre el método de regresión y las estimaciones del CONAPO (Figura 1).

**Figura 1.** Estimación regional de la esperanza de vida al nacer en México<sup>1</sup>, 1990-2010



1. Estimaciones por el modelo de regresión

De esta manera se puede observar que las diferencias regionales de los niveles de esperanza de vida, están disminuyendo durante el periodo de estudio. Por lo tanto, las disparidades entre los niveles de esperanza de vida entre los estados se están debilitando lo que infiere que se está

presentando un proceso de convergencia entre los patrones regionales de la esperanza de vida al nacer en México.

## DISCUSIÓN

Los resultados presentados en este estudio muestran la utilidad del método de regresión para estimaciones de la esperanza de vida en México a nivel estatal y regional, con lo cual permitiría evaluar de una mejor manera la evaluación de las políticas de salud pública de México. Actualmente sólo se encuentran estudios de Paredes y Silva (18) y Flores, Bradshaw y Hoque (19), en que se utilizan este tipo de métodos para estimar la esperanza de vida en México. Las estimaciones de Paredes y Silva (18) realizan este método para el año 2010 y son consistentes con las presentadas en esta investigación. Por su parte, Flores, Bradshaw y Hoque (19) utilizan el método a nivel municipal, no obstante los patrones regionales a nivel municipal son muy similares a los establecidos a nivel estatal por las estimaciones de este estudio.

En ese sentido, se puede observar en esta investigación que en relación al patrón regional de la esperanza de vida en México, éste presenta un proceso convergente entre las regiones durante el periodo de 1990 a 2010, en donde la región Sur presenta condiciones muy similares a las presentadas a nivel Nacional y la región Frontera aun cuando en el 2010 presenta mejores condiciones que todas las regiones. Además es la región que presentó el menor avance de la esperanza de vida durante el periodo de estudios, seguida de la región centro sur y centro norte

De esta forma se podría señalar que el avance en el acceso a la salud en las regiones se ha incrementado durante el periodo de 1990 a 2010 y presentando condiciones muy similares entre las regiones del país. El hallazgo interesante es que este acceso esta convergiendo entre los estados y regiones de México ♦

**Conflictos de intereses:** Ninguno.

## REFERENCIAS

1. James W, Cossman L. Does regional variation affect ecological mortality research? An examination of mortality, income inequality, and health infrastructure in the Mississippi Delta. *Population Research and Policy Review*. 2006; 25:175-195.
2. Hoque N, Swanson D, Jordan J. The Rural-Urban Gradient and Life Expectancy in the United States, 1970-1990. In *Opportunities and Challenges for Applied Demography in the 21st Century*. Springer; 2012.
3. Bravo J, Malta J. Estimating life expectancy in small areas. *Joint Eurostat/UNECE Work Session on Demographic Projections*; 2010. WP 10.
4. Coale A. Estimation of life at advanced ages. *Genus*. 1984; 40:185-190.
5. Siler W. A competing risk model for animal mortality. *Ecology*. 1979; 60:2-25.

6. Irwin R. Methodology for Estimates of the Population of Counties by Age and Sex. Current Population Reports, U.S. Bureau of Census, Washington; 1980. p. 103.
7. Chiang C. The life table and its application. Malabar, Fl., Robert E. Krieger Publishing Co; 1984.
8. Brass W. On the Scale of Mortality. Brass. W. Biological Aspects of Demography. London: Taylor & Francis; 1971.
9. Swanson D. A State-Based Regression Model for Estimating Substate Life Expectancy. Demography. 1989; 26(1):161-170.
10. Swanson D, Palmore J. Two-Parameter Regression Estimates of Current Life Expectancy at Birth: Part I. Asian and Pacific Census Newsletter. 1976; 3(2):5-10.
11. Consejo Nacional de Población [Internet], Estadísticas demográficas. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/>. Consultado junio de 2012.
12. Mazur P. Expectancy of Life at Birth in 36 Nationalities of the Soviet Union: 1958-60. Population Studies. 1969; 23(2):225-246.
13. Gunasekaran S, Palmore J, Gardner R. Regression estimates of mortality from incomplete death registration. Asian and Pacific Census Forum. 1981; 7:5-9.
14. Swanson D. The Relationship between Life Expectancy and Socioeconomic Status in Arkansas: 1970 and 1990". Journal of Arkansas Medical Society. 1992; 89(7):333-5.
15. Swanson D, McGehee M, Hoque N. Socio-Economic Status and Life Expectancy in the United States, 1970-1990. Population Review. 2009; 48(1):41-65.
16. Swanson D, Palmore J, Sundarum, C. Two-parameter regression estimates of current life expectancy at birth: Part II. Asian and Pacific Census Forum. 1977; 3:5-10.
17. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [Internet], Censos de Población y Vivienda y estadísticas de mortalidad. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/>. Consultado en junio de 2012.
18. Paredes Israel, Silva Eliud. Estimación de la esperanza de vida a nivel municipal y por marginación sociodemográfica: una aplicación del método de Swanson para el caso de México, 2010. Estudios demográficos y urbanos. 2017; 32(1): 97-129.
19. Flores, Miguel, Benjamin Bradshaw y Nazrul Hoque. Regional differences in life expectancy at birth in Mexican municipalities, 1990-2000. Revista Política Pública. 2013; 1(1): 59-72.