

Maestría en Demografía 2018-2020
Trabajo final Análisis Demográfico III
Proyecciones de población
Veracruz: 2016-2050

Autores:

Vázquez Castillo Paola

López Velázquez Omar Luciano

Tabla de contenidos

INTRODUCCIÓN.....	2
Sección I.	2
Consideraciones generales.....	2
Consideraciones sobre la población base	4
Metodología	5
Mortalidad	5
Fecundidad	6
Migración	6
Sección II.....	7
Estimación de los niveles pasados de mortalidad	7
Estimación de los niveles pasados de fecundidad	8
Estimación de niveles pasados de migración	9
Sección III:	11
Cómputo de la proyección de población	12
Mortalidad	12
Fecundidad	13
Migración Internacional	14
Población Total.....	15
Bibliografía.....	17
Apéndices	18
Sobre la limpieza de la base de datos	18
Código.....	18

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo realizar una proyección de la población del Estado de Veracruz a partir del año 2015, utilizando el método de cohorte-componente para las proyecciones poblacionales y la metodología de Lee & Carter para proyectar las tasas de cada uno de los componentes para así realizar un pronóstico del comportamiento demográfico de la población de la entidad para los próximos 25 años.

El documento se divide en 8 apartados principales que se pueden organizar en 3 secciones. En la primera sección, se desarrollarán las consideraciones teóricas generales sobre las proyecciones, algunas definiciones conceptuales y una descripción del método elegido para realizar las proyecciones. También se hará una breve reseña sobre la situación demográfica actual de la entidad, así como algunos elementos a considerar sobre los cálculos que se realizan en el trabajo.

La segunda sección consistirá en exponer los resultados obtenidos, describiendo los supuestos de los métodos elegidos, así como el análisis de los resultados desde una perspectiva demográfica. Se utilizarán gráficas para transmitir la información y los resultados obtenidos de forma asequible y de rápido entendimiento, también se incluirá una breve interpretación de los resultados obtenidos.

Sección I.

Consideraciones generales

En el análisis demográfico, una de las tareas más demandadas a los demógrafos y que tienen gran utilidad para distintos sectores de la sociedad, son las proyecciones de población. El proyectar el tamaño de las poblaciones permite a gobiernos tomar decisiones de política pública como la construcción de infraestructura física y social, así como calcular los requerimientos de gasto y de ingreso para el gasto administrativo de los Estados. También es de mucha utilidad para el sector privado que desea saber el tamaño que podrían tener los mercados en el futuro tomando como base la población calculada para un momento determinado (Preston, Guillot, & Heuveline, 2009).

Al momento de utilizar estas técnicas, es importante tener en claro las diferencias entre los términos *estimación*, *proyección* y *pronóstico*, que son términos que se utilizan de manera intercambiable. Una *estimación* se refiere al cálculo de la población en el presente y el pasado para

los años en los que no hay información censal disponible. La *proyección* es el resultado numérico de una serie de supuestos que se realizan sobre una población futura, y el resultado si acaso esos supuestos se cumplen. Un *pronóstico* es la proyección que se considera más probable que cumpla el estado siguiente de una población (Yusuf, Martins, & Swanson, 2014).

El realizar proyecciones o pronósticos tiene muchas dificultades, de estas, la incertidumbre es la más importante y la que más atención debe recibir al momento de realizar una proyección (Lee & Tuljapurkar, 1994). Algunas de las fuentes más comunes de incertidumbre son; el nivel de aleatoriedad individual, que suele tener poco efecto a menos que se trate de poblaciones pequeñas. Errores en los datos de estimación, en los de medición y de tendencias de las tasas de las variables demográficas. Finalmente, los cambios en las tasas demográficas son la fuente más importante de errores pues son las que mayor cambio han tenido en el tiempo y, por lo tanto, se vuelven más difíciles de predecir, en especial las tasas de mortalidad y las de migración (Lee & Tuljapurkar, 1994).

Los primeros intentos para realizar proyecciones, se pueden rastrear al siglo XIX. En un inicio, los estadísticos de aquella época utilizaban solo el tamaño de la población en un momento o año inicial “T” y su cambio al momento o año siguiente “T+1”. A partir de estas tendencias se utilizaron extrapolaciones exponenciales, modelos polinomiales o funciones logísticas. Entre estos modelos, los de crecimiento exponencial fueron utilizados durante el siglo XX al tener poder predictor si se asumen que las tasas de la fecundidad, mortalidad y migración (los componentes demográficos) no varían mucho en el periodo proyectado y la estructura de edad se mantiene constante, sin embargo, la estructura está determinada por las mismas tasas de la fecundidad, mortalidad y migración, es decir, son variables endógenas al mismo proceso, por lo tanto, se debe modelar la distribución de edad como un producto de los componentes demográficos (Preston et al., 2009).

Actualmente, el método más utilizado que toma en cuenta la estructura por edad es el denominado cohorte-componente. Este método consiste en dividir a la población de acuerdo a una exposición diferenciada al riesgo de morir, de cambiar su fecundidad o de migrar, haciendo los cálculos de forma separada para cada componente (Preston et al., 2009). Usualmente este método de proyecta números de nacimientos, y población desagregada por edades y sexo, repitiendo los cálculos para cada año pronosticado. Si bien el método no permite hacer un pronóstico detallado de cada

componente, cumple la función de ser un marco de trabajo donde cada componente demográfico deba ser proyectado mediante otros métodos (Alho, 1990).

Desde los años ochenta, muchos modelos han sido sugeridos para proyectar la mortalidad, pasando de los modelos que solo extrapolan la esperanza de vida al nacimiento a modelos más complejos que incorporan los efectos de cohorte y funciones paramétricas. Uno de estos métodos es el modelo Lee & Carter (LC), que se distingue por usar métodos estocásticos de series de tiempo, en conjunto con un modelo logarítmico para las variables edad de tiempo con el fin de modelar y pronosticar la mortalidad. Este modelo nace de la observación de que las tasas de mortalidad han descendido de una manera log-lineal en el tiempo y no casi no hay signos de desaceleración. Una de sus ventajas, es que reduce la necesidad de hacer juicios subjetivos sobre el posible comportamiento de la variable al utilizar procedimientos estadísticos del análisis de series de tiempo, además que incorpora la variabilidad estadística de modelar, por lo que se vuelve un ejercicio replicable y con intervalos de predicción. Es importante resaltar que, aun así, es necesario hacer decisiones sobre el momento de partida de los datos, es decir, que tan atrás en el tiempo queremos empezar, también se necesita saber qué modelo utilizar con base en la teoría demográfica y como tratar eventos inesperados o *shocks* como desastres naturales o eventos políticos coyunturales (Li, Lee, & Tuljapurkar, 2004).

Por sus características y sus ventajas arriba mencionadas, en el presente documento se procederá a utilizar la metodología de LC para realizar proyecciones de cada uno de los componentes demográficos de la población del Estado de Veracruz y con ellos construir un pronóstico para 25 años a futuro, utilizando como base la información de la conciliación creada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) del año 1950 al 2015, con excepción de la información correspondiente a la migración nacional, que comprende del año 1970 al 2015.

Consideraciones sobre la población base

El estado de Veracruz, ubicado en la costa del Golfo de México, en el 2015 tenía una población de 8'196,978 habitantes, de los cuales, 4'214,827 eran mujeres y 3'982,151 eran hombres. Esto la convierte en la tercera entidad más poblada del país. Su tasa global de fecundidad se ubicó en 2.16 hijos por mujer, ligeramente superior al promedio nacional. La fecundidad por edades específicas se concentra en los grupos de edades de 15 a 19 años y 20 a 24, con el 28.9% y 25.4%

respectivamente, en concordancia con el calendario nacional que ubica el nacimiento del primer hijo alrededor de los 21 años. Para ese mismo año, la esperanza de vida al nacimiento promedio se ubicaba en 74.02 años, siendo 77.07 para las mujeres, y 70.96 para los hombres, una diferencia significativa al ser mayor de seis años, dos años mayor que la diferencia a nivel nacional. Este cambio bien puede deberse al alto nivel de homicidios que ha presentado la entidad en los últimos años.

Veracruz es caracterizado como un Estado de emigración interestatal medio-bajo, con una tasa de inmigración de 31.3 personas por cada mil y una tasa de emigración de 35.9 su tasa neta de migración interestatal es de -4.6 personas por cada mil (CONAPO, 2015). En cuanto a migración internacional, el Estado presenta un saldo neto migratorio de -0.17 habitantes por cada mil, es decir, es un estado de expulsión.

Metodología

Mortalidad

Como se mencionó previamente, el presente trabajo utilizará la metodología de LC para calcular las tasas centrales de mortalidad de la población. El modelo de LC tiene supuestos, el primero de ellos es que, después de un proceso de tomar las diferencias, el resultado será una covariancia estacionaria, en este sentido, la elección del periodo a revisar es necesaria para cumplir con este requerimiento sin elegir el periodo histórico que minimice las varianzas en la serie. Otro supuesto a mencionar es el tratar a las tasas proporcionales de cambio en las tasas específicas de mortalidad como fijas a lo largo del tiempo $b(x)$ (Li et al., 2004).

El método aplica la descomposición de valores singulares (dvs) para el logaritmo de la tasa de mortalidad para la edad “x” en el momento “t” para un patrón de edades “a(x)” de forma que se obtiene:

$$\log [m(x, t)] = a(x) + b(x)k(t) + \varepsilon(x, t)$$

Donde $k(t)$ es un escalar resultado de la transferencia de un vector $\log[m(x,t)]$ por medio de la dvs. A partir de esta ecuación, se ajusta el escalar $k(t)$ a los valores conocidos de la esperanza de vida en el momento “t” para tener una historia de la esperanza de vida en el periodo estudiado y así poder realizar un mejor pronóstico de la esperanza en el futuro. Para este fin se puede modelar el escalar “ $k(t)$ ” con métodos de series de tiempo con y sin *drift* para representar el cambio del

componente de tendencia de “ $k(t)$ ”. Las desviaciones de esta tendencia se consideran fluctuaciones aleatorias se modelan como “ $e(t)\sigma$ ” y se simulan para reproducir incertidumbre en el pronóstico (Li et al., 2004). Inicialmente “ $k(t)$ ” se consideraba una tendencia lineal pues se ajustaba a las muertes totales, en este documento se ajustará a la distribución por edad de los fallecimientos, que han sido el cambio principal del modelo (Booth, Maindonald, & Smith, 2002). Sin embargo, en este ejercicio se estimará $k(t)$ como un modelo de series de tiempo, lo que determina intervalos de proyección para las componentes y por ende de la proyección con el método de cohorte-componente.

Fecundidad

En cuanto a la fecundidad, también se proyectará por medio del modelo LC. Además, se aplicará el método de descomposición de las tasas de fecundidad a las tasas específicas de fecundidad (ASFR por sus siglas en inglés). La descomposición consiste, de forma simplificada, en obtener las proporciones “ $F(x)$ ” de las fecundidades específicas con respecto a la tasa global de fecundidad (TGF) por la proporción de la fecundidad alcanzada a la edad media “ A ” y la varianza de A , “ B ” de forma:

$$F(x) = TGF * A^{B^x}$$

Tanto “ A ” como su varianza “ B ” se obtienen modelando una regresión lineal a partir de la proporción de las tasas específicas para cada edad “ $gx(t)$ ” en cada año. Por lo tanto:

$$\ln(gx, t) = ax + bxgt + \epsilon x, t$$

Donde “ gt ” es aproximado por medio de un ARIMA. Es importante destacar que si se tienen periodos de tiempo muy amplios donde la fecundidad varió drásticamente, es recomendable tomar la última o las ultimas estructuras por edad para las fecundidades específicas.

Migración

En cuanto a la migración, se realizó la estimación del modelo de Rogers y Castro para desagregar los grupos de edades en edades simples, sin embargo, los parámetros teóricos planteados por el artículo (Rogers y Castro, 1982) no permitieron que los modelos convergieran a un óptimo por lo que se optó por utilizar otra técnica de estimación no lineal: el método de *Splines Cúbicos* tal y como lo describe la Unión Internacional para el Estudio Científico de la Población (IUSSP por sus

siglas en inglés) en su documento metodológico con respecto a la descomposición en edades simples de grupos de edad quinquenales.

Una vez desagregadas las tasas por edades simples se proyectaron por el método de Lee-Carter. Para el caso de la migración internacional se consideró la proyección de las tasas de inmigración y emigración, mientras para la migración nacional se consideró constante a las tasas del último año. Es por ello que se incorporó la migración nacional dentro del modelo de Lee-Carter al igual que se haría con la migración internacional (como una tasa que suma en el caso de la inmigración y que resta en el caso de la emigración), pero en este caso no se modeló, se mantuvo fija dentro de la rutina de programación.

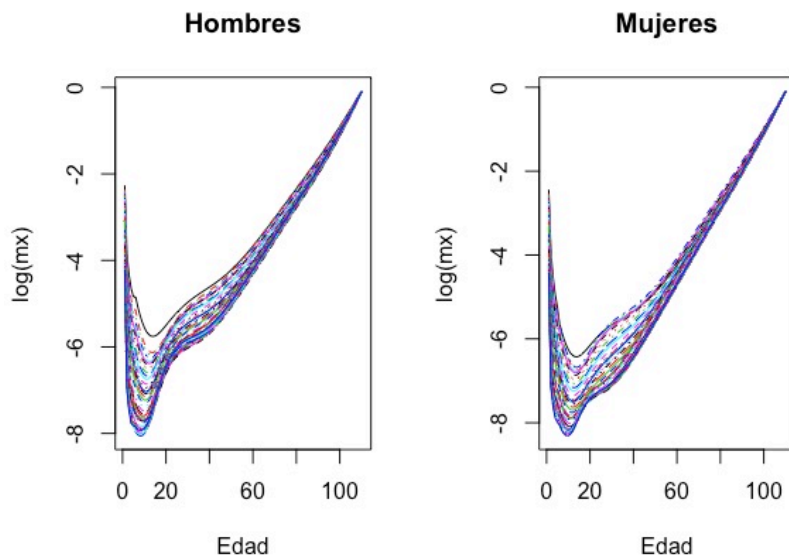
Sección II

En esta sección presentaremos los resultados obtenidos para el estado de Veracruz, siguiendo la metodología descrita en la sección anterior. Los datos fueron obtenidos con base en la conciliación de población del estado realizado por el CONAPO (Enviados por el profesor Víctor García Guerrero), utilizando el paquete de estadística “R Studio” versión 1.2.5019 con librerías especiales. La información del código que permita facilitar su replicación se encuentra en los anexos.

Estimación de los niveles pasados de mortalidad

En la gráfica 1.1 es posible apreciar las diferencias de la caída de las tasas específicas de mortalidad durante el periodo, empezando con 1950 (línea superior) hasta el año 2015 (línea inferior). Del comportamiento de las líneas destaca que la tendencia en el descenso de las tasas específicas para las edades entre los 15 y 30 años para los hombres es menor en los últimos años. Esto puede deberse a los altos niveles de homicidios en los hombres en esas edades.

GRÁFICA 1.1 – MORTALIDAD EN EL ESTADO DE VERACRUZ 1950-2015

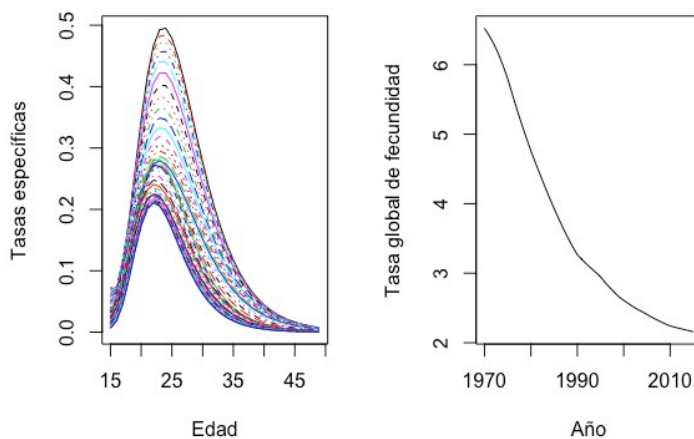


FUENTE: Elaboración propia con base en la conciliación demográfica del CONAPO para el estado de Veracruz.

Del gráfico anterior se observa que, si bien la mortalidad femenina y masculina siguen diferentes calendarios e intensidades, el descenso que ocurrió desde la década de los 50s a la actualidad ha sido muy rápido y particularmente acelerado para las primeras edades. Por ello, una decisión metodológica de este ejercicio de proyección es la incorporación de las tasas de mortalidad únicamente desde 1990 al 2015, para evitar que las tasas descendan con la intensidad de la mortalidad pretransicional.

Estimación de los niveles pasados de fecundidad

GRAFICA 1.2 – FECUNDIDAD EN EL ESTADO DE VERACRUZ 1950-2015



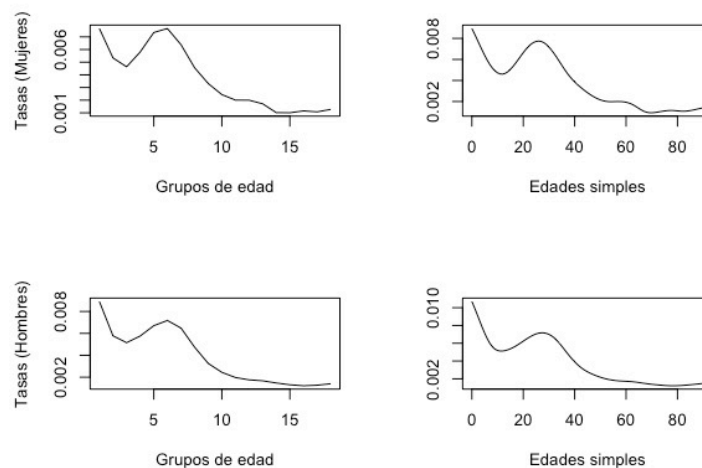
FUENTE: Elaboración propia con base en la conciliación demográfica del CONAPO para el estado de Veracruz.

El drástico descenso de la fecundidad que ha tenido el país en su conjunto se puede observar en particular en el caso de Veracruz en la gráfica 1.2, por ejemplo, al descender la tasa global de fecundidad de más de 6 hijos por mujer en 1950 a 2.16 hijos por mujer para 2015. También se observa que, como se mencionó anteriormente, las edades donde se presentan las tasas específicas más altas son alrededor de los 21 años de edad. Al comparar con las tasas de los primeros años del periodo estudiado, se observa un claro desplazamiento del calendario a edades más jóvenes. Nuevamente, el patrón de cambio en la fecundidad desde 1970 a 2015 es muy intenso, por lo que metodológicamente se decidió considerar a las tasas de fecundidad de 1990 a 2015 para realizar las proyecciones.

Estimación de niveles pasados de migración

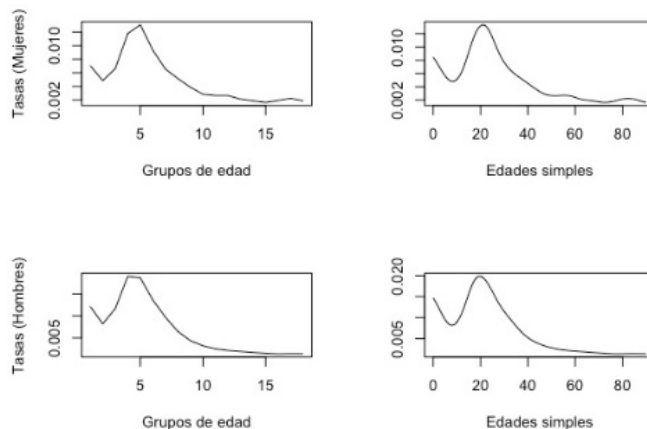
En las gráficas 1.3, 1.4, 1.5 y 1.6 se muestran los patrones de migración observados (de manera quinquenal) contra los estimados para edades simples. En este sentido, es importante mencionar que todos los patrones observados presentan un buen nivel de ajuste ante los *splines*. Además, las curvas en general siguen el patrón propuesto por Rogers y Castro, por lo que las estimaciones son correctas. Respecto a la migración nacional, para el presente documento, la descomposición solo se realizó para el último año en que se posee información.

GRÁFICA 1.3 – DESCOMPOSICIÓN DE EDADES Y COMPORTAMIENTO DE LA INMIGRACIÓN NACIONAL DE VERACRUZ POR MEDIO DEL MODELO DE SPLINES CÚBICOS



FUENTE: Elaboración propia con base en la conciliación demográfica del CONAPO para el estado de Veracruz.

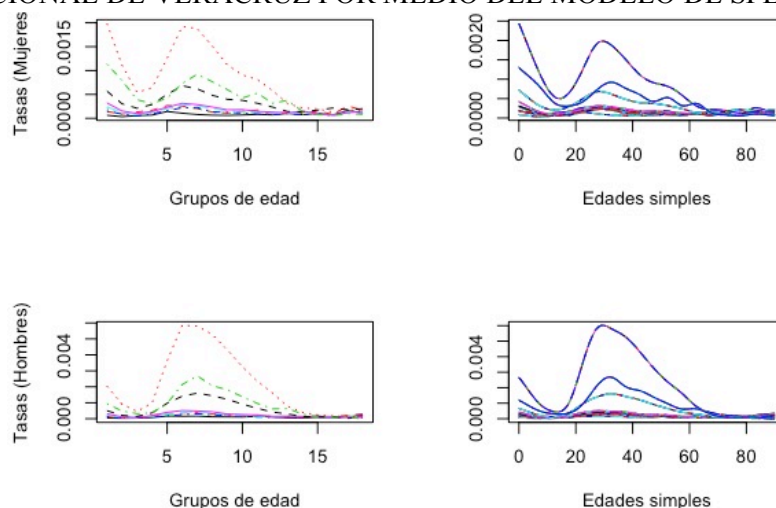
GRÁFICA 1.4 – DESCOMPOSICIÓN DE EDADES Y COMPORTAMIENTO DE LA EMIGRACIÓN NACIONAL DE VERACRUZ POR MEDIO DEL MODELO DE SPLINES CÚBICOS



FUENTE: Elaboración propia con base en la conciliación demográfica del CONAPO para el estado de Veracruz.

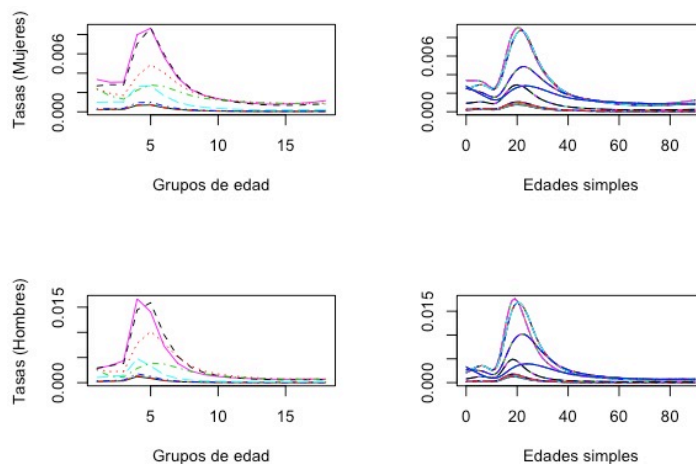
También bajo este método, se calculó el comportamiento de la emigración e inmigración internacional para el lapso 1950 a 2015, los resultados se presentan en las gráficas 1.5 y 1.6.

GRÁFICA 1.5 – DESCOMPOSICIÓN DE EDADES Y COMPORTAMIENTO DE LA INMIGRACIÓN INTERNACIONAL DE VERACRUZ POR MEDIO DEL MODELO DE SPLINES CÚBICOS



FUENTE: Elaboración propia con base en la conciliación demográfica del CONAPO para el estado de Veracruz.

GRÁFICA 1.6 – DESCOMPOSICIÓN DE EDADES Y COMPORTAMIENTO DE LA EMIGRACIÓN INTERNACIONAL DE VERACRUZ POR MEDIO DEL MODELO DE SPLINES CÚBICOS



FUENTE: Elaboración propia con base en la conciliación demográfica del CONAPO para el estado de Veracruz.

Al igual que en la migración nacional, se observan que las curvas siguen los patrones descritos por Rogers y Casto. Más aún, en ninguna de las curvas de migración se observa algún indicio de la curva del retiro, por esta razón, el modelo propuesto fue el de siete componentes; sin embargo, los valores no convergieron para las cotas teóricas que los modelos presentan.

Respecto a la migración, esta presenta patrones históricos irregulares; sin embargo, el fenómeno entre los años 1950 y 2015 es mucho más intenso que en los años previos, por lo tanto, para la proyección y pronóstico de esta componente demográfica se consideran una vez más los últimos 25 años, de 1990 a 2015.

Sección III:

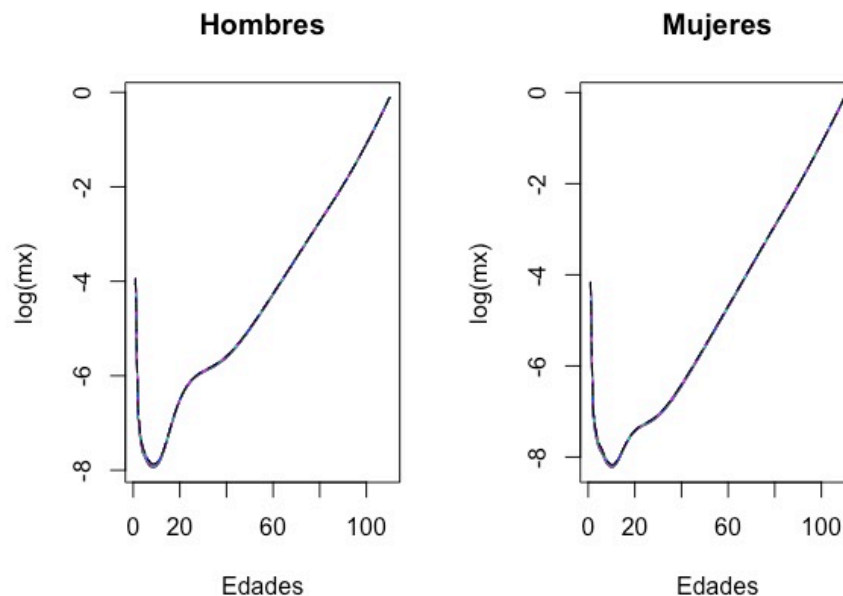
En esta sección se presentarán los resultados obtenidos al realizar el pronóstico con base en la información obtenida en la sección previa. De forma similar, presentamos los resultados mediante gráficas para facilitar su análisis de forma visual. Como mencionamos varias veces a lo largo de la sección anterior, el pronóstico se calculó con los datos del periodo de 1990 a 2015, al ser un lapso de estabilización de las tasas de mortalidad y de fecundidad.

Cómputo de la proyección de población

Mortalidad

Al tomar 25 años para poder hacer el cálculo del pronóstico, éste iniciará en 2016 y abarcará hasta el año 2040. Los resultados se presentan en la gráfica 2.1.

GRÁFICA 2.1 – TASAS DE MORTALIDAD PROYECTADAS PARA VERACRUZ DE 2016-2040



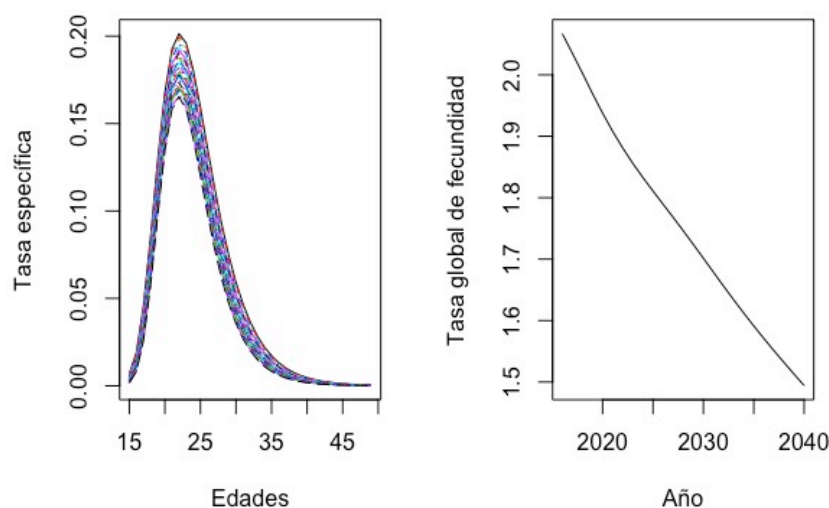
FUENTE: Elaboración propia con base en la conciliación demográfica del CONAPO para el estado de Veracruz.

La tendencia para esos años es, en general, muy parecida a las observadas para el periodo previo (gráfica 1.1 en la sección anterior). Es de destacar que la mortalidad masculina para las edades de 15 a 35 años se mantiene muy por encima de la mortalidad para las mujeres de ese mismo grupo de edad, manteniendo la tendencia a la alza de las muertes a edades jóvenes producto de la violencia principalmente entre los varones. En cuanto a este aspecto, si bien se espera que el periodo de violencia solo sea un fenómeno coyuntural, el que las altas tasas de homicidio se mantengan por arriba de 15 por cada 100,000 habitantes por más de 10 años sugieren que su naturaleza es estructural, y tomará al menos un periodo similar en disminuir a niveles previos al año 2007.

Fecundidad

Al igual que la fecundidad, esta se realiza con base en los cálculos del periodo de 1990 a 2015. Los resultados obtenidos se observan en la gráfica 2.2:

GRÁFICA 2.2 – FECUNDIDAD EN EL ESTADO DE VERACRUZ DE 2016-2040



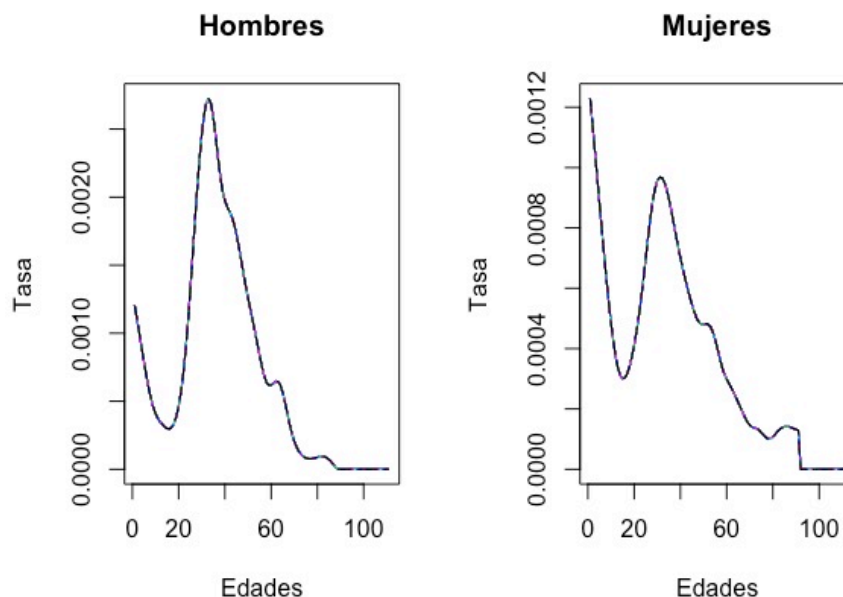
FUENTE: Elaboración propia con base en la conciliación demográfica del CONAPO para el estado de Veracruz.

De acuerdo con esta información, las mayores tasas de fecundidad específicas se mantienen cercanas a los 21 años, pero con una tendencia a ocurrir a una edad más temprana, probablemente como efecto del cambio en el calendario observado en los últimos años. La tasa global de fecundidad mantiene la fuerte tendencia a la baja observada en los años previos, pero en números absolutos es mucho menor que en los periodos previos al reducirse de 2.16 hijos por mujer en el 2016 hasta poco más de 1.5 hijos por mujer para el 2040. Si bien este último nivel es significativamente inferior a los 2.1 hijos por mujer, que es considerado como regla general la fecundidad a nivel de remplazo, es posible y probable llegar a estos niveles, considerando que en países como España e Italia, la tasa de fecundidad para el año 2016 era de 1.33 y 1.35 respectivamente.

Migración Internacional

El comportamiento de la migración internacional mantiene la estructura por el modelo Rogers y Castro, presentándose con mayor intensidad en el caso de los hombres que en el de las mujeres como ha ocurrido históricamente. Los niveles se pueden apreciar en la gráfica 2.3.

GRÁFICA 2.3 – INMIGRACION INTERNACIONAL EN EL ESTADO DE VERACRUZ DE 2016-2040

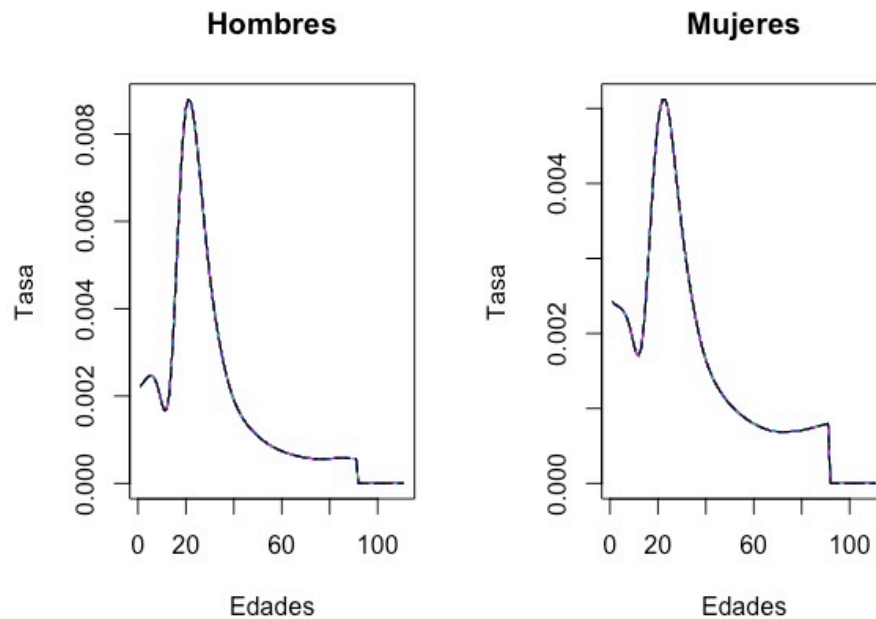


FUENTE: Elaboración propia con base en la conciliación demográfica del CONAPO para el estado de Veracruz.

Las inflexiones alrededor de la edad 60 y ochenta en el caso de los hombres y de 50 y 80 en el caso de las mujeres, pueden estar señalando el incremento de la inmigración de retiro, también predicho por el modelo Rogers y Castro. Otro aspecto para resaltar es que, en el caso de las mujeres, llegan más a edades jóvenes que en edades productivas. Una conjetura al respecto es que, se muestra el comportamiento de la migración en caso de que el proceso de deportación de familias de Estados Unidos a México se mantenga. Finalmente, hay que anotar que después de la edad 95, el número de inmigraciones será muy cercano a cero.

En cuanto a la migración, Veracruz se mantendrá como una entidad expulsora al ser sus tasas entre tres y cuatro veces superiores a las de inmigración, principalmente en edades jóvenes, deteniéndose al llegar a las edades más avanzadas. Esto se representa con la gráfica 2.4.

GRÁFICA 2.4 – EMIGRACIÓN INTERNACIONAL EN EL ESTADO DE VERACRUZ DE 2016-2040

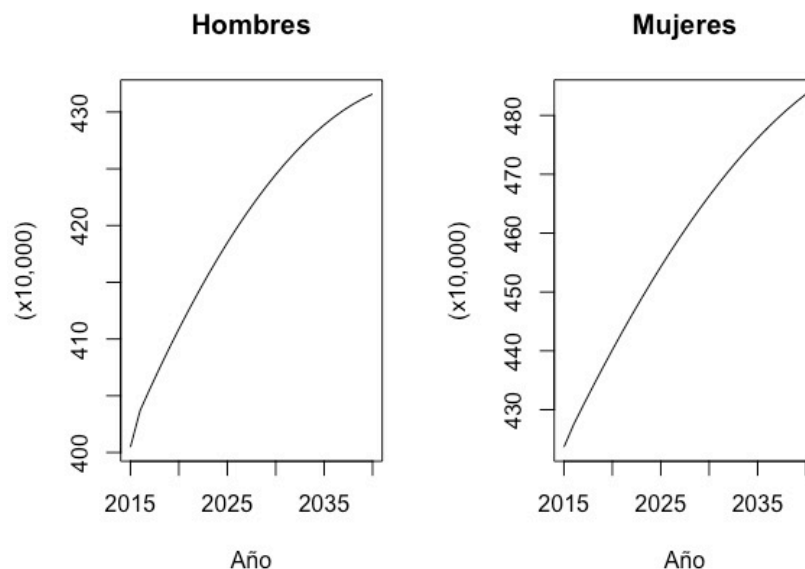


FUENTE: Elaboración propia con base en la conciliación demográfica del CONAPO para el estado de Veracruz.

Población Total

Finalmente, utilizando todos estos elementos se construye la población total. Con esta información se calcula que, para el año 2040, la población del estado habrá incrementado su tamaño en un millón y medio de habitantes. Presentamos este resultado en la gráfica 2.5

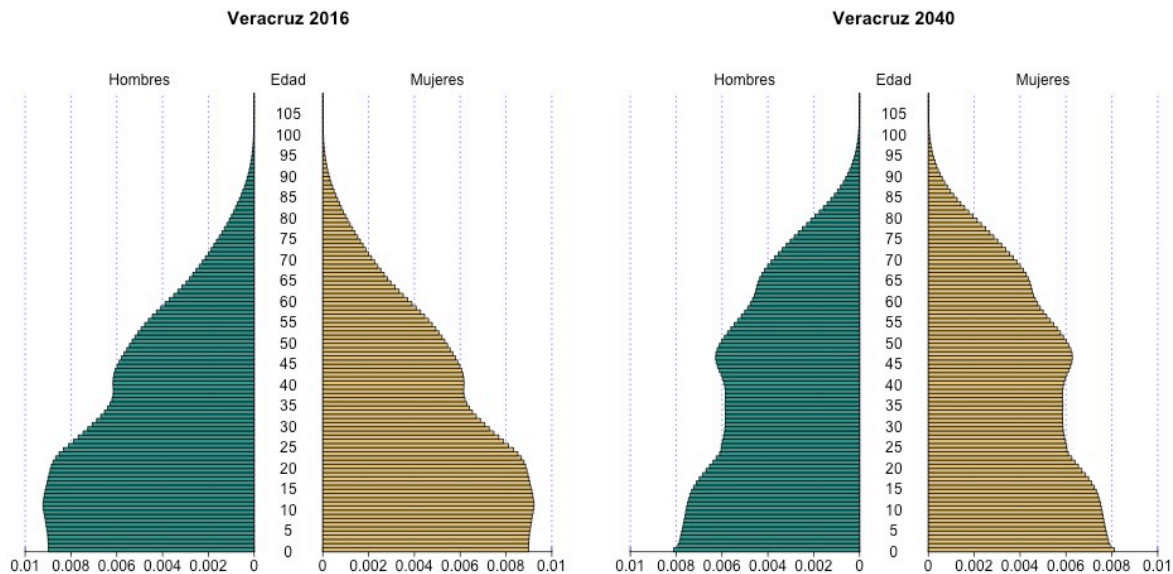
GRÁFICA 2.5 – POBLACIÓN TOTAL EN EL ESTADO DE VERACRUZ DE 2016-2040



FUENTE: Elaboración propia con base en la conciliación demográfica del CONAPO para el estado de Veracruz.

Población por edad y sexo

GRÁFICA 2.6 – PIRÁMIDES DE POBLACIÓN DE VERACRUZ 2016 Y 2040



FUENTE: Elaboración propia con base en la conciliación demográfica del CONAPO para el estado de Veracruz

El producto de la estimación del modelo de cohorte-componente se puede ver resumido en la gráfica 2.6 donde se presentan las pirámides poblacionales para Veracruz en el primer año estimado (2016) y en el último. En estas pirámides se puede observar que se proyecta un cambio importante para la estructura por edad de la población de Veracruz. Aunque el gráfico de 2016 ya muestra signos del descenso en la fecundidad y se observa el inicio de las etapas hacia el envejecimiento, es hasta 2040 cuando la pirámide muestra un ensanchamiento en las edades más avanzadas lo que habla ya de un proceso de envejecimiento medio, además, se aprecia una reducción de la proporción de la base, lo que es otra señal del envejecimiento poblacional.

Consideraciones finales

A manera de resumen se explicarán los pasos seguidos para desarrollar la proyección de población presentada en este documento. Primeramente, se realizó la limpieza de las bases de datos (que se explica en el Anexo). Posteriormente, se estimó cada una de las componentes demográficas por el método de Lee-Carter que es un modelo probabilístico, que permite estimar las tasas específicas de las componentes (mortalidad/ fecundidad/ inmigración/ emigración) en función a la serie histórica, modelando estas tasas como series de tiempo, por lo que el modelo de Lee-Carter se

vuelve una conjunción de métodos estadísticos y demográficos que dan una estimación estocástica a las proyecciones de cada componente.

Tras la estimación de los niveles futuros de cada componente se conjuntan dentro del modelo de cohorte-componente. Este modelo es un modelo femenino dominante, por lo que se debe calcular primero a la población femenina, lo que permitirá generar los nacimientos y a su vez la población del año siguiente. Se utilizó este método, porque es uno que considera las tres dimensiones de la demografía (edad, cohorte, periodo) y sus tres componentes (fecundidad, mortalidad, migración) y la interacción de estas, por lo que da estimaciones teóricamente más estables, además de reproducibles, ya que no parte de ningún supuesto empírico.

De lo observado para Veracruz se puede concluir que es un Estado con una intensa dinámica demográfica, que incluso dentro de los patrones históricos observados no se cuenta con una regular absoluta; sin embargo, el ejercicio de proyección aquí planteado se acerca mucho a lo propuesto por el CONAPO en términos absolutos y estructuras (error relativo a 2040 del 1% para hombres y del 3% para mujeres), por lo que es una buena estimación.

Bibliografía

- Alho, J. (1990). Stochastic methods in population forecasting. *International Journal of Forecasting*, 6, 521-530.
- Booth, H., Maindonald, J., & Smith, L. (2002). Age-Time Interactions In Mortality Projection: Applying Lee-Carter to Australia. *North American Actuarial Journal*, (August).
- CONAPO. (2015). *Prontuario de migración interna*. México, D.F.: Secretaría de Gobernación.
- Lee, R., & Tuljapurkar, S. (1994). Stochastic population forecast for the United States: Beyond high, medium and low. *Journal of the American Statistical Association*, 89(428), 1175-1189.
- Li, N., Lee, R., & Tuljapurkar, S. (2007). Using the Lee-Carter Method to Forecast Mortality for Populations with Limited Data*. *International Statistical Review*, 72(1), 19–36.
<https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2004.tb00221.x>
- Preston, S. H., Guillot, M., & Heuveline, P. (2009). *Demography: measuring and modeling population processes*. Oxford: Blackwell.
- Rogers, A., Castro, L.J (1982). Patrones modelo de migración. *Estudios demográficos y urbanos*, 16(3), pp. 267-327
- Yusuf, F., Martins, J., & Swanson, D. (2014). *Methods of Demographic Analysis*. New York: Springer.

Apéndices

Sobre la limpieza de la base de datos

Las bases de datos fueron proporcionadas en formato xlsx (libro de Excel). Todos los pasos de la limpieza de datos para este ejercicio se realizaron en R. Respecto a la limpieza de los datos para la mortalidad se recibieron tablas completas de mortalidad de manera anual 1950 a 2015; sin embargo, para las proyecciones solo eran necesarias las tasas de mortalidad, por lo que se realizó un filtro con esta información.

Por su parte las tasas de fecundidad recibidas se encontraban agregadas de manera quinquenal, por lo que, como parte de las tareas de limpieza de datos, se desagregaron utilizando el método de Heather-Booth.

La migración internacional se encontraba en Números absolutos y tasas. Ambos se pusieron en formato tidy; sin embargo, dado que el método de Rogers y Castro trabaja modelando tasas se optó por conservar las tasas. Por su parte la migración nacional se encontraba resumida en matrices de migración por lo que se debió desagregar de la matriz de cada estado para observar la emigración y la matriz de Veracruz para la inmigración. Las cuatro matrices correspondientes a la migración se encuentran con información de 1950 a 2015.

Código

Los códigos tanto de limpieza de la base de datos (Limpieza.R) como los de la proyección de población (Proyeccion con migración interna.R) se encuentran disponibles en la liga: <https://github.com/PinkyPao/ProyeccionesVeracruz> Ambos códigos fueron realizados en RStudio versión 3.6.0 (2019-04-26) - "Planting of a Tree" y R versión 3.6.0. Ambos son software de código abierto y distribución libre, por lo que permiten la reproductibilidad total de este documento.