

ENERO-JUNIO

2025

AÑO LII

Nº 120

ISSN 0303-1829

NOTAS DE Población

Predicciones de población para el período 2021-2030
por sexo y edad a nivel intraurbano en
la Zona Metropolitana del Valle de México

Miguel González-Leonardo
Jesús Daniel Zazueta-Borboa
Emerson Baptista

Fecha de publicación: 29/05/2025

Publicación de las Naciones Unidas
LC/PUB.2025/5-P
Copyright © Naciones Unidas, 2025
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.2401262[S]

Las Naciones Unidas y los países que representan no son responsables por el contenido de vínculos a sitios web externos incluidos en esta publicación.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representan.

Los límites y los nombres que figuran en los mapas de esta publicación no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Esta publicación debe citarse como: González-Leonardo, M., Zazueta-Borboa, J. D. y Baptista, E. (2025). Predicciones de población para el período 2021-2030 por sexo y edad a nivel intraurbano en la Zona Metropolitana del Valle de México, *Notas de Población* (120) (LC/PUB.2025/5-P). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE)-División de Población de la CEPAL

Predicciones de población para el período 2021-2030 por sexo y edad a nivel intraurbano en la Zona Metropolitana del Valle de México

Recibido: 30/09/2024

Aceptado: 05/11/2024

Miguel González-Leonardo¹
Jesús Daniel Zazueta-Borboa²
Emerson Baptista³

Resumen

Las predicciones de población por debajo de la escala regional son poco frecuentes, por lo que no es habitual encontrar predicciones a escala intraurbana. En este artículo, se utilizan las reconstrucciones de población del Consejo Nacional de Población (CONAPO) de 2000 a 2020 y modelos autorregresivos integrados de media móvil (ARIMA) a fin de realizar predicciones de población para el período 2021-2030 por sexo y edad en los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Se estima una contracción del crecimiento poblacional como resultado de una ligera reducción de

¹ Doctor en Demografía por el Centro de Estudios Demográficos (CED) de Barcelona (España) y Profesor-Investigador en el Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales de El Colegio de México. Correo electrónico: miguel.gonzalez@colmex.mx.

² Doctorando en Demografía en el Instituto Demográfico Interdisciplinario de los Países Bajos (NIDI) en La Haya (Países Bajos (Reino de los)). Correo electrónico: zazueta@nidi.nl.

³ Doctor en Demografía por la Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) de Belo Horizonte (Brasil) y Profesor-Investigador en el Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales de El Colegio de México. Correo electrónico: ebaptista@colmex.mx.

la población infantil y del estancamiento del grupo de adultos jóvenes. La población de mediana edad y de personas mayores se incrementará. Se pronostica un gran crecimiento en determinados municipios suburbanos del estado de México con elevados niveles de pobreza y donde se desarrollaron grandes promociones inmobiliarias. En otros municipios, se estima un decrecimiento de habitantes y un aumento del envejecimiento.

Palabras clave: población, dinámica de la población, proyecciones de población, crecimiento demográfico, zonas metropolitanas, zonas urbanas, modelos matemáticos, México, América Latina.

Abstract

Population projections below the regional scale are uncommon; intra-urban projections are therefore rare. This article draws on National Population Council (CONAPO) population models from 2000 to 2020 and on autoregressive integrated moving average (ARIMA) models to establish population projections for the period 2021–2030, by sex and age, in greater Mexico City municipalities. Population growth is expected to slow, reflecting a slight decline in the child population and stagnation in the young adult group. Substantial growth is expected in the middle-aged and older adult populations. Significant population increases are projected for certain suburban municipalities in the State of Mexico with elevated poverty levels and large housing development projects. In other municipalities, the number of inhabitants is expected to decrease and ageing to increase.

Keywords: population, population dynamics, population projections, population growth, metropolitan areas, urban areas, mathematical models, Mexico, Latin America.

Resumo

As projeções de população abaixo da escala regional são pouco frequentes. Portanto, não é habitual encontrar projeções em escala intraurbana. Este artigo utiliza reconstruções de população do Conselho Nacional de População de 2000 a 2020 e modelos autorregressivos integrados de média móvel para realizar projeções de população para o período 2021-2030 por sexo e idade nos municípios da Zona Metropolitana do Vale do México. Estima-se uma contração do crescimento populacional como resultado de ligeira redução da população infantil e estagnação da população de adultos jovens. A população de idade média e o número de idosos aumentarão. Prevê-se grande crescimento populacional em determinados municípios suburbanos do estado do México com elevados níveis de pobreza e com grandes promoções imobiliárias. Em outros municípios, estima-se redução do número de habitantes e aumento do envelhecimento.

Palavras-chave: população, dinâmica populacional, projeções populacionais, crescimento demográfico, áreas metropolitanas, áreas urbanas, modelos matemáticos, México, América Latina.

Introducción⁴

Las proyecciones y predicciones⁵ demográficas tienen como objetivo estimar el tamaño y las características de la población en los años venideros, sobre la base de las tendencias históricas de la población, de los componentes demográficos y de hipótesis sobre su posible evolución (Preston, Heuveline y Guillot, 2001). Suelen realizarse a escala nacional y regional, y son menos frecuentes las que están por debajo del nivel regional, como el intraurbano (Wilson y otros, 2022). Esto se debe, principalmente, a la falta de datos sobre nacimientos, defunciones, migraciones internas e internacionales, e incluso conteos de población, con la granularidad temporal necesaria por debajo del nivel regional. Los modelos tradicionales de proyecciones requieren este tipo de datos, y la movilidad residencial a escala intraurbana también complica el análisis (Wilson y otros, 2022). La movilidad residencial es un fenómeno más complejo y volátil que otros componentes demográficos, pues responde a una multitud de factores, como el desarrollo de promociones inmobiliarias y la depauperación, revalorización o gentrificación de determinadas áreas dentro de las ciudades y sus periferias urbanas (Mulder, 2006; Ding, Hwang y Divringi, 2016). Por otra parte, los modelos tradicionales de proyecciones de población, como el método de los componentes demográficos, están diseñados explícitamente para unidades geográficas amplias, y su aplicabilidad es limitada a escala intraurbana (Booth, 2006).

Es indispensable anticipar la evolución de la población a nivel intraurbano para planificar políticas de ordenación territorial dentro de las áreas metropolitanas, gestionar de manera eficiente los recursos públicos y encontrar ubicaciones estratégicas para determinados servicios y actividades (García-Guerrero, 2014). Es preciso conocer la evolución del tamaño de la población y los cambios de su estructura etaria en diferentes sectores de un área metropolitana para planificar la localización y las características de las promociones inmobiliarias (Green y Hendershott, 1996; Abramsson y Andersson, 2016). Estos datos también son necesarios para lograr un diseño eficiente de las infraestructuras viales y de la red de transporte público metropolitano. En un contexto de creciente envejecimiento poblacional en los ámbitos urbanos, entre los que se encuentran las áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe (Lattes, Rodríguez-Vignoli y Villa, 2017), es necesario anticipar la evolución del número de personas mayores a nivel intraurbano para poder estimar la demanda de cuidados y determinar las localizaciones idóneas de hospitales y centros de salud. Los datos poblacionales también son un elemento clave para la gestión de emergencias ante desastres naturales, la evaluación del impacto ambiental y la selección de las mejores ubicaciones para las escuelas o determinadas actividades empresariales que suministran bienes y servicios a la población.

⁴ Esta investigación contó con el apoyo económico del proyecto “Long-Short Term Memory models to project population at intra-urban level. The Mexico City Metropolitan Area as a case study” (ref. 60930), financiado por la Entidad de las Naciones Unidas para la Igualdad de Género y el Empoderamiento de las Mujeres (ONU-Mujeres).

⁵ La diferencia entre proyecciones y predicciones de población radica en que las primeras se elaboran a partir de modelos matemáticos y no miden el nivel de incertidumbre, mientras que las segundas se obtienen a partir de modelos estadísticos y estiman el grado de incertidumbre (por ejemplo, mediante intervalos de confianza).

A pesar de la necesidad y la utilidad de las proyecciones y predicciones de población a escala intraurbana a la hora de gestionar las ciudades y sus periferias, los países y gobiernos locales no suelen disponer de esta información. Por lo tanto, poco se sabe sobre la evolución potencial del tamaño y las características de la población dentro de las áreas metropolitanas en los próximos años, sobre todo en América Latina y el Caribe. En este artículo, se realizan predicciones de población por sexo y grandes grupos de edad (0 a 14 años, 15 a 39 años, 40 a 64 años y 65 años y más) para el período comprendido entre 2021 y 2030 en los 76 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) (OCDE, 2015; Gobierno de México, 2024). Para ello, se utilizan la reconstrucción de población de los municipios de México realizada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el período 2000-2020 y modelos autorregresivos integrados de medias móviles (ARIMA). Específicamente, las preguntas de investigación que se quiere responder son las siguientes: ¿cómo evolucionarán el tamaño y la estructura de la población por sexo y edad en el conjunto de la ZMVM entre 2021 y 2030? y ¿cómo cambiarán el tamaño y la estructura de la población por sexo y edad a nivel intrametropolitano en los municipios de la ZMVM?

Se comparan los resultados con las proyecciones de población de los municipios de México del CONAPO, recientemente publicadas, que permiten estimar la evolución potencial de la población durante los próximos años a escala intraurbana. Dichas proyecciones, cuyos resultados aún no se han analizado, se realizaron mediante una serie de procesos de desagregación territorial a partir de las proyecciones regionales. Estas últimas fueron elaboradas mediante un modelo de componentes demográficos por cohortes (véanse más detalles en CONAPO (2024)). Actualmente, México es el único país de América Latina y el Caribe que dispone de proyecciones a una escala tan detallada, lo que también se considera un caso excepcional en el plano mundial.

Los resultados de este estudio pretenden informar al gobierno de la ZMVM sobre la evolución potencial de la población y su estructura en los próximos años, con el fin de contribuir al diseño de políticas de ordenación del territorio. También servirán para sentar precedentes sobre la dinámica poblacional que podrían seguir otras grandes áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe. El contenido restante de este artículo se estructura de la siguiente manera: a continuación, se describe la situación actual de los métodos de predicciones y proyecciones de población en áreas pequeñas y se hace una breve síntesis de la dinámica demográfica en las grandes áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe. Seguidamente, se explican los datos y el método utilizados. Después, se analizan los resultados de las predicciones de población con modelos ARIMA, en primer lugar, para el conjunto de la ZMVM y, en segundo lugar, para los 20 municipios más poblados. Se seleccionaron estos municipios por ser las unidades con mayor número de habitantes y, por tanto, las más representativas de la ZMVM según criterios cuantitativos. Finalmente, se discuten los resultados y las potenciales implicaciones del estudio.

A. Revisión de la literatura

1. Predicciones y proyecciones de población en áreas pequeñas

Hasta la fecha, los métodos para realizar predicciones y proyecciones de población en áreas pequeñas están poco desarrollados, pese a los esfuerzos que se están llevando a cabo desde hace relativamente poco. Se han utilizado varios métodos para estimar la evolución de la población en áreas pequeñas, como los modelos extrapolativos (Walters y Cai, 2008; González-Leonardo y otros, 2024b), las proyecciones simplificadas de los componentes demográficos por cohortes (Wilson, 2016; Baker, Swanson y Tayman, 2021), la microsimulación (Ballas, Clarke y Wiemers, 2005; Marois y Bélanger, 2014), la inteligencia artificial (Riiman y otros, 2019; Grossman, Wilson y Temple, 2023), la estadística bayesiana (Simpson y Snowling, 2011; Anson, 2018) y las técnicas de desagregación espacial (*downscaling*) (Kanaroglou y otros, 2009; Boke-Olén y otros, 2017).

Los modelos extrapolativos, entre los que se encuentran los modelos ARIMA, consisten en obtener extrapolaciones lineales o exponenciales sobre la base de tendencias históricas. Su principal ventaja es que pueden realizarse a partir de cálculos simples y no requieren demasiada información de entrada. Además, suelen ser más precisos que otros métodos para realizar predicciones de población en áreas pequeñas (Wilson y otros, 2022). Walters y Cai (2008) evaluaron la precisión de modelos lineales, exponenciales y ARIMA mediante predicciones retrospectivas de la población total en áreas pequeñas y encontraron errores medios de en torno al 5,1% en un horizonte de diez años. En el mismo horizonte temporal, González-Leonardo y otros (2024) obtuvieron errores inferiores al 1,5% para predicciones de la población total a escala intrametropolitana con modelos ARIMA, y del 5,7% por grupos de edad. Los autores concluyen que los modelos ARIMA son una herramienta muy potente para realizar predicciones de población en áreas pequeñas, sobre todo cuando las tendencias poblacionales son constantes a lo largo del tiempo. Sin embargo, señalan como principal limitación de estos modelos la dificultad para predecir cambios repentinos en los componentes demográficos que pueden afectar la evolución de la población; por ejemplo, un incremento de la inmigración o del flujo de entrada de personas por movilidad residencial.

El método de proyecciones simplificadas de los componentes demográficos por cohortes, conocido como modelo Hamilton-Perry, permite proyectar la población por cohortes utilizando tasas de cambio poblacional en cada cohorte, sin requerir datos sobre nacimientos, defunciones y migración (Hamilton y Perry, 1962). Baker, Swanson y Tayman (2021) evaluaron la precisión del modelo Hamilton-Perry para proyectar la población por sexo y edad, a diez años vista en áreas pequeñas, y obtuvieron errores de en torno al 20%. Por su parte, Wilson (2016) evaluó distintas variantes de este modelo, también en un horizonte temporal de diez años, y obtuvo errores que se situaron entre el 6% y el 15%.

Los modelos de microsimulación para elaborar proyecciones de población en áreas pequeñas funcionan a nivel del individuo y en ellos se agrega la información en unidades espaciales. Producen resultados muy detallados, pero también exigen una gran cantidad de

información sobre las características de los individuos. Los errores de estos modelos para proyecciones de población total en áreas pequeñas se han evaluado en un horizonte temporal de cinco años y se han obtenido valores de entre el 3,4% (Ballas, Clarke y Wiemers, 2005) y el 6,4% (Marois y Bélanger, 2014).

La inteligencia artificial se está utilizando de forma incipiente para realizar proyecciones de población en áreas pequeñas, en particular los modelos de memoria a largo y corto plazo (*long short-term memory* (LSTM)). La mayor parte de las investigaciones han mostrado que, por el momento, la inteligencia artificial no es capaz de mejorar la precisión de los métodos tradicionales, como los modelos ARIMA o los modelos exponenciales, para proyectar la población en áreas pequeñas, además de que presenta mayores requisitos computacionales (Makridakis, Spiliotis y Assimakopoulos, 2018; Riiman y otros, 2019). No obstante, Grossman, Wilson y Temple (2023) comprobaron que los modelos LSTM superaban la precisión de los métodos tradicionales en algunas unidades espaciales, pero no en otras, con errores que iban del 9,5% al 11,8% en un horizonte de diez años.

La estadística bayesiana puede incorporar diversas fuentes de datos para proyectar los componentes demográficos en áreas pequeñas dentro de un marco estadístico. El principal desafío de este enfoque radica en la dificultad para obtener datos confiables en áreas pequeñas y la existencia de conteos pequeños. Por esta razón, muchos estudios que aplican este método suelen utilizar supuestos de áreas más grandes, como tasas de mortalidad y fertilidad o calendarios de migración a escala regional (Simpson y Snowling, 2011; de Beer, 2012; Anson, 2018). A diferencia de otros métodos, su precisión no se ha evaluado por medio de proyecciones retrospectivas (Wilson y otros, 2022).

Las proyecciones de población en áreas pequeñas mediante la aplicación de técnicas de desagregación espacial se basan en la desagregación territorial de las proyecciones nacionales o regionales. Por tanto, sus hipótesis corresponden a los escenarios utilizados a una escala superior. En los estudios sobre desagregación se emplean diferentes métodos. Por ejemplo, Boke-Olén y otros (2017) usaron datos geoespaciales de infraestructuras y distancias a centros urbanos para desagregar las proyecciones de población nacionales. Kanaroglou y otros (2009) utilizaron un modelo espacial logit multinomial, en que desagregaron los datos de migración a nivel nacional en áreas pequeñas a partir de las características de los migrantes, los orígenes y los destinos. El CONAPO utilizó técnicas de desagregación espacial para desagregar las proyecciones de población estatales a escala municipal. Esta institución menciona el uso de variables espaciales para la desagregación de las proyecciones estatales, pero no ha publicado un documento metodológico detallado, por lo que no se sabe con exactitud cuáles son las variables espaciales utilizadas o el método específico de desagregación. Las técnicas de desagregación espacial no se han evaluado con proyecciones retrospectivas, por lo que se desconoce su precisión (Wilson y otros, 2022).

2. La dinámica demográfica de las grandes áreas metropolitanas en América Latina y el Caribe

Durante las primeras dos décadas del presente siglo, la población de las grandes áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe, entre las que se incluye la ZMVM, ha aumentado (Lattes, Rodríguez-Vignoli y Villa, 2017; Duque y otros, 2019). La mayor parte del incremento del número de habitantes se debió al crecimiento natural (Orihuela y Sobrino, 2023), es decir, al aporte de los nacimientos en relación con el número de defunciones, al ser el primer componente mucho más cuantioso que el segundo. La migración neta interna en las grandes áreas metropolitanas, si bien fue positiva y de gran volumen antes de 1990, con un mayor número de llegadas de mujeres, se ha situado en valores más equilibrados, ligeramente positivos o negativos desde entonces (Pérez-Campuzano y Santos-Cerquera, 2013; Sobrino, 2022). Recientemente, algunas de las grandes urbes latinoamericanas, como la Ciudad de México o Santiago, han experimentado un aumento de inmigración internacional (Gissi y Andrade, 2022; Ordoñez-Cuenca y García-Macías, 2022). No obstante, la llegada de población procedente de otros países aún no es suficiente para producir cambios notables en el crecimiento poblacional. Esto supone una diferencia respecto a las grandes ciudades de los países del Norte Global. En ellos, la inmigración internacional constituye el principal componente del cambio demográfico, tanto por su magnitud como por el escaso o negativo aporte del saldo natural y, en muchos casos, también de la migración interna (González-Leonardo, 2021; González-Leonardo, Newsham y Rowe, 2023; Newsham y Rowe, 2024).

Dentro de las áreas metropolitanas, la movilidad residencial constituye un factor clave en la redistribución de la población y contribuye al crecimiento o decrecimiento del número de habitantes en los distintos sectores de las ciudades centrales y sus periferias urbanas (Rowe y otros, 2019). El caso más notable es el de los procesos de suburbanización acaecidos desde mediados del siglo pasado en las grandes ciudades latinoamericanas, donde una masa importante de individuos se ha trasladado de las ciudades centrales hacia sus periferias (De Mattos, 2001; Sobrino, 2007; Chávez-Galindo y otros, 2016). Este fenómeno responde, por un lado, a la suburbanización de la pobreza, cuando personas con pocos recursos que no pueden afrontar el costo de la vivienda en las ciudades centrales buscan precios más asequibles en sectores alejados (Janoschka, 2002; Rodríguez-Vignoli y Rowe, 2017). También cabe destacar los movimientos de personas de clase media y alta hacia condominios en las periferias urbanas, que buscan alejarse de la alta concentración de población en las ciudades centrales, de la saturación de las vías de comunicación por el enorme parque vehicular y de la contaminación atmosférica (Borsdorf, 2003; Rodríguez Vignoli y Rowe, 2019). Más recientemente, los movimientos residenciales hacia las ciudades centrales han cobrado mayor importancia que en las décadas anteriores, debido a la revalorización de determinados sectores de la ciudad, acompañada de la construcción de inmuebles de alta calidad residencial y procesos de gentrificación (Janoschka y Sequera, 2016).

En la actualidad, las grandes áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe están registrando un aumento de los niveles de envejecimiento, debido al incremento de la esperanza de vida y a la incorporación de generaciones cada vez más numerosas a los grupos etarios de personas mayores (Lattes, Rodríguez-Vignoli y Villa, 2017), a lo que se suma un descenso en los niveles de fecundidad (San Juan-Bernuy y Rodríguez-Vignoli, 2023). Ambos fenómenos tienen lugar en un contexto en que las migraciones internas no contribuyen al crecimiento poblacional de las grandes áreas metropolitanas (Orihuela y Sobrino, 2023) y en que el aporte de la inmigración internacional es reducido (Ordoñez-Cuenca y García-Macías, 2022). Cabe destacar que los procesos de envejecimiento poblacional, la caída de la fecundidad y, en muchos casos, el escaso aporte de las migraciones internas, han estado ocurriendo desde hace décadas en los países del Norte Global (González-Leonardo, Newsham y Rowe (2023); Newsham y Rowe, 2024). Estos países compensan el escaso o negativo aporte de estos componentes demográficos al cambio poblacional con elevados niveles de inmigración internacional, algo que no ha sido común, al menos hasta fines de la década de 2010, en las grandes áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe.

En este contexto, es necesario anticipar los cambios relativos al tamaño de la población y su estructura dentro de las áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe. Esta cuestión no ha sido explorada ni cualificada hasta la fecha, pues las proyecciones y predicciones de población se suelen realizar a escala nacional y regional. El objetivo de esta investigación es cubrir ese vacío en la literatura y brindar resultados que sean de utilidad para los gobiernos locales a la hora de implementar políticas de ordenación territorial.

B. Datos y método

Como insumo para producir las predicciones de población para el período 2021-2030, se utiliza la reconstrucción de la población de los 2.475 municipios mexicanos del CONAPO entre 2000 y 2020. El CONAPO realizó esta reconstrucción por sexo y grupos de edad quinquenales a partir de los datos censales de los años 2000, 2010 y 2020 y de la Encuesta Intercensal de 2015, que contenían información sobre el número de habitantes a escala municipal. Para las reconstrucciones de población de los años comprendidos dentro de los períodos intercensales, el CONAPO realizó interpolaciones entre dos censos consecutivos y tuvo en cuenta una serie de variables geoespaciales (véanse más detalles en CONAPO, 2024). En el estudio, se seleccionaron los 76 municipios de la ZMVM, que incluyen 16 unidades espaciales de la Ciudad de México, 59 del estado de México y 1 del estado de Hidalgo (OCDE, 2015; Data México, 2024) (véase el mapa 1). Los grupos de edad quinquenales se combinan en grandes grupos de edad para mejorar la robustez de las predicciones de población, pues es necesario utilizar poblaciones relativamente grandes con series temporales coherentes a lo largo del tiempo. Los grandes grupos de edad comprenden diferentes etapas del ciclo de vida: 0 a 14 años (población infantil), 15 a 39 años (adultos jóvenes y población laboral joven), 40 a 64 años (población de mediana edad y población laboral madura) y 65 años y más (personas mayores).

Mapa 1
México: municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México



Fuente: Esri, Garmin, Mapa Batimétrico General de los Océanos (GEBCO), Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA), National Geophysical Data Centre (NGDC) y otros.

Se usan modelos ARIMA para predecir la población por grandes grupos de edad y sexo en los municipios de la ZMVM. Los modelos ARIMA captan tendencias y patrones a corto plazo en series temporales de datos y presentan un gran potencial para hacer predicciones de población a nivel intraurbano. Hasta ahora, no se han utilizado demasiado para hacer predicciones de población, a pesar de mostrar niveles de error e intervalos de confianza reducidos cuando los insumos contienen datos con tendencias lineales y exponenciales constantes a lo largo del tiempo (González-Leonardo y otros, 2023 y 2024a), como suele ser el caso de la evolución de la población.

A partir de las reconstrucciones de población del CONAPO para el período 2000-2020, se elaboran predicciones específicas de población hasta 2030; primero, para el total de la población de la ZMVM, así como para la población total por sexo, por grupos de edad y por grupos de edad y sexo. A continuación, se elaboran predicciones específicas para el total de la población en cada municipio y para la población total por sexo, por grupos de edad y por grupos de edad y sexo. Los modelos ARIMA incluyen tres elementos: un elemento autorregresivo (*AR*), una media móvil (*MA*) y un elemento integrado (*I*). Estos captan las tendencias a largo plazo, el componente estocástico y las tendencias a corto plazo de una serie temporal, respectivamente. Los elementos *AR* y *MA* controlan la autocorrelación temporal de una serie temporal como resultado de dos mecanismos. El elemento *AR* parte

del supuesto de que una variable (Y) en el momento t (Y_t) se explica por sus valores pasados ($Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$). El elemento MA considera que Y_t es una función de las medias móviles actuales y pasadas de los términos de error ($u_{t-1} + u_{t-2} + \dots + u_{t-q}$) y que las desviaciones actuales de la media dependen de las desviaciones previas. Un modelo autorregresivo de media móvil (ARMA), (p, q), puede expresarse de la siguiente manera:

$$Y_t = \gamma + \alpha_1 Y_{t-1} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} - \theta_1 u_{t-1} - \dots - \theta_q u_{t-q} + u_t \quad (1)$$

Donde p indica el orden del elemento autorregresivo y q el de la media móvil. El ajuste de una serie temporal es un modelo que contiene parámetros AR y MA y requiere que los datos sean estacionarios. Los datos estacionarios se caracterizan por presentar una media y una varianza constantes de Y_t en el tiempo y una covarianza de Y_t que no varíe, es decir, que solo dependa del desfase entre los valores actuales y los valores previos (Hyndman y Athanasopoulos, 2018). No obstante, los datos estacionarios en series temporales son infrecuentes. Por ello, estos datos se integran (I) y las series temporales se diferencian para generar datos estacionarios. Tras la diferenciación, la media, la varianza y la autocorrelación son constantes en el tiempo. La ecuación (1) de un modelo ARMA puede modificarse para convertirse en un modelo ARIMA (p, d, q):

$$y_t = \theta + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} - \beta_1 u_{t-1} - \dots - \beta_q u_{t-q} + u_t \quad (2)$$

donde $y_t = Y_t - Y_{t-1}$ para un modelo de diferenciación de primer orden donde $y_t = Y_t - Y_{t-1}$ para un modelo de diferenciación de primer orden.

Se utilizó la especificación de paseo aleatorio con deriva (*random walk with drift*), ARIMA (0, 2, 0), porque se determinó que era el mejor ajuste en el 94,8% de las tendencias observadas en el período 2000-2020. Con el objetivo de definir el mejor ajuste de los modelos ARIMA, se usaron pruebas de raíz unitaria para evaluar la estacionariedad y el criterio de información de Akaike y, de esta forma, establecer el orden más adecuado para los términos autorregresivos, las medias móviles y los elementos de diferenciación. Los modelos se estimaron sobre la base de la máxima verosimilitud (*maximum likelihood*). Las predicciones incluyen intervalos de confianza del 95%. El análisis se realizó en RStudio, utilizando los paquetes *tseries forecast* y *astsa*. Como se anticipó en la introducción, se incluyen los resultados de las proyecciones de población de los municipios de México del CONAPO con fines comparativos.

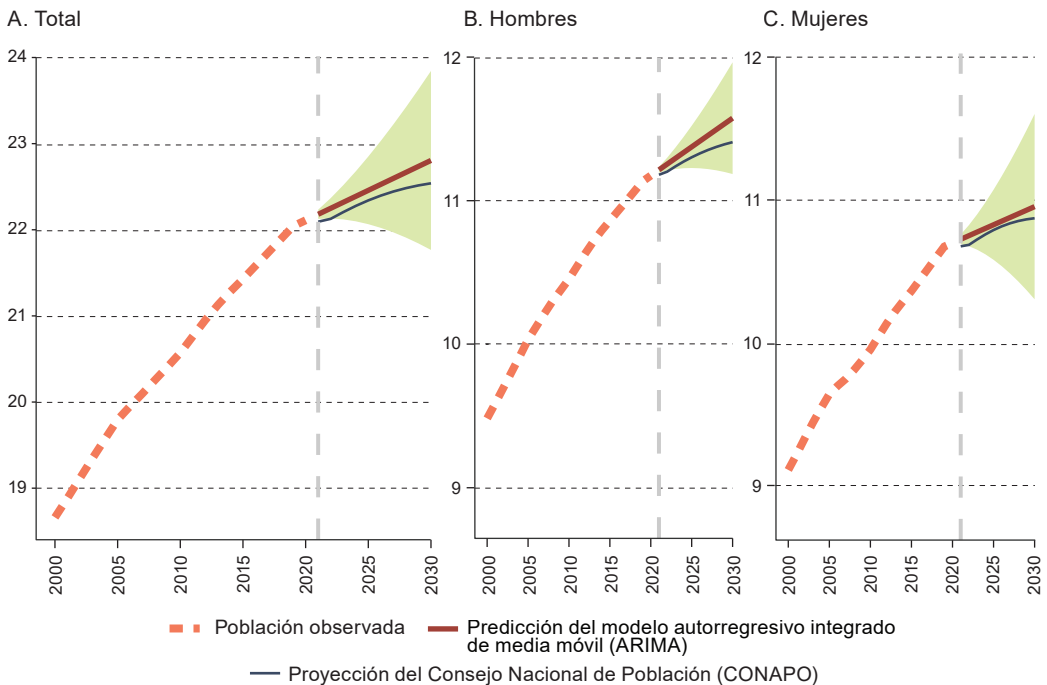
C. Resultados

1. Predicciones de población en la Zona Metropolitana del Valle de México

Según los datos de las reconstrucciones de población del CONAPO, la población de la ZMVM aumentó un 18% entre 2000 y 2020, de 18,6 a 22,1 millones de habitantes (véase el gráfico 1). Los modelos ARIMA estiman una ralentización del ritmo de crecimiento poblacional en el

período 2020-2030, lo que daría lugar a un aumento del total de habitantes del 3%, hasta alcanzar los 22,8 millones. Los modelos predicen una desaceleración de los niveles de crecimiento tanto en el caso de los hombres como en el de las mujeres. Se espera que la población femenina aumente un 4%, de 11,4 millones en 2020 a 11,8 millones en 2030, y que la población masculina lo haga un 2%, de 10,7 a 10,9 millones. Puesto que el número de mujeres podría incrementarse en mayor medida, se estima un aumento de los niveles de feminización en la ZMVM. Las proyecciones del CONAPO concuerdan con los resultados de los modelos ARIMA, aunque estiman un crecimiento poblacional más moderado, principalmente entre las mujeres.

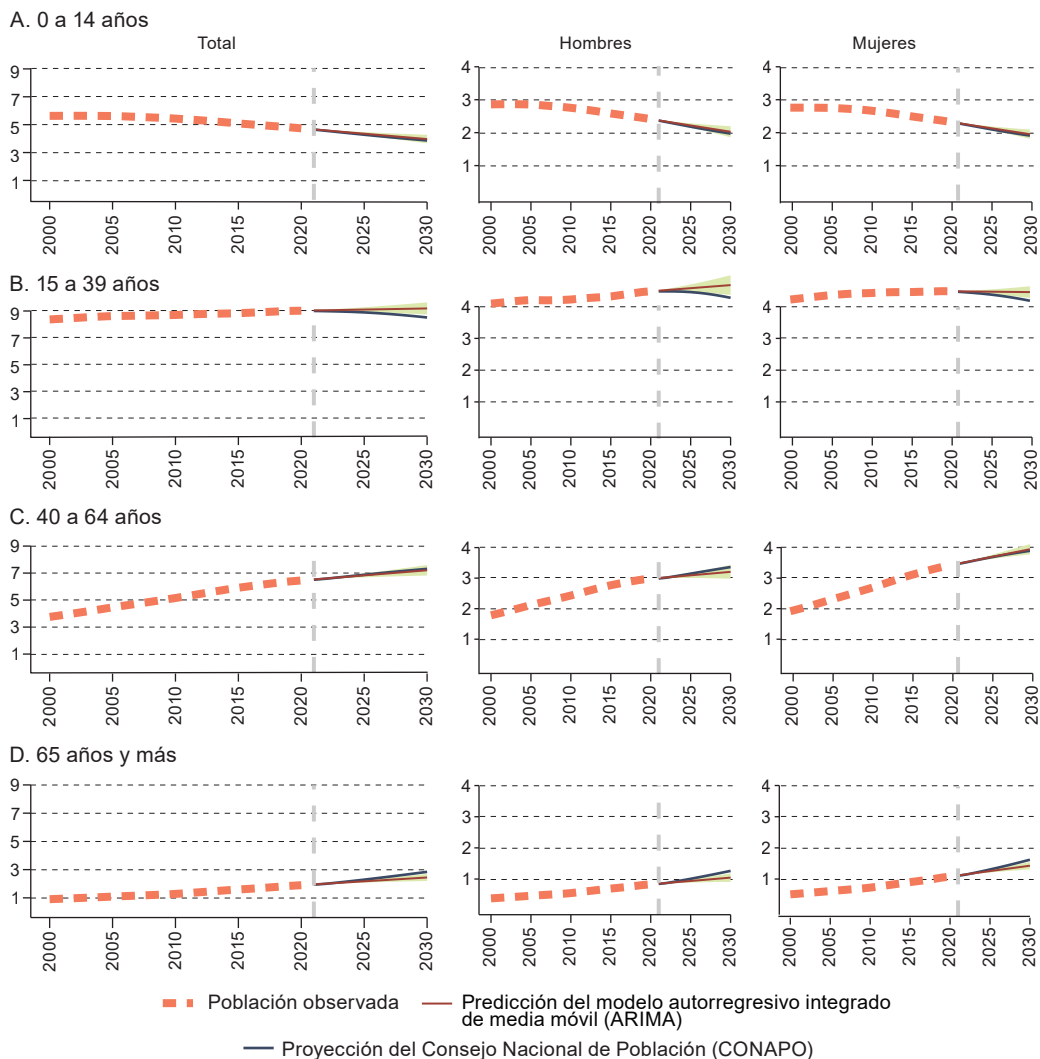
Gráfico 1
Zona Metropolitana del Valle de México: población, por sexo, 2000-2020 y predicción para 2021-2030
 (En millones de habitantes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

En cuanto a las predicciones de población por grupos de edad (véase el gráfico 2), los modelos ARIMA estiman que la población infantil de 0 a 14 años experimentaría un descenso del 16% en el período 2020-2030, de 4,7 a 4,0 millones de habitantes. Ambos sexos muestran un tamaño poblacional similar y tendencias de decrecimiento parejas. Las proyecciones del CONAPO reflejan resultados prácticamente idénticos.

Gráfico 2
Zona Metropolitana del Valle de México: población, por sexo y edad,
2000-2020 y predicción para 2021-2030
 (En millones de habitantes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Los resultados de los modelos ARIMA prevén que el grupo de edad de los adultos jóvenes de 15 a 39 años, el más numeroso en la ZMVM, aumentará ligeramente entre 2020 y 2030, de 9,0 a 9,2 millones de habitantes (un 2%). El escaso crecimiento de este grupo etario puede guardar relación con el descenso paulatino de las migraciones internas hacia la ZMVM (Sobrino, 2022). Por sexo, se estima un crecimiento del 4% en el caso de los hombres (de 4,5 a 4,7 millones) y un descenso inferior al 1% entre las mujeres (cuyo número

se mantendría en torno a los 4,5 millones). En caso de cumplirse las predicciones de los modelos ARIMA, se espera que haya una mayor proporción de hombres en este grupo etario en 2030, aunque con diferencias no demasiado importantes en términos cuantitativos. Las proyecciones del CONAPO calculan un descenso del 6% entre los adultos jóvenes (del 5% en el caso de los hombres y del 7% en el de las mujeres).

Las diferencias entre las estimaciones de los modelos ARIMA y las proyecciones del CONAPO radican en la naturaleza de cada método. Mientras que las primeras dan por sentado que las tendencias futuras de la población se comportarán como las observadas, las segundas asumen ciertas hipótesis sobre el comportamiento de los componentes demográficos que afectarán al tamaño de las cohortes. En este sentido, cabe destacar que los adultos jóvenes constituyen el grupo etario con mayor volatilidad a la hora de realizar predicciones y proyecciones de población. Esto se debe a que es el grupo más afectado por los movimientos migratorios internos e internacionales y por la movilidad residencial, los componentes demográficos más difíciles de predecir. Por ello, es de esperar que haya diferencias significativas entre los resultados arrojados por métodos probabilísticos de predicciones y proyecciones deterministas de población.

Los modelos ARIMA pronostican un aumento significativo, del 12%, en el número de personas de mediana edad de 40 a 64 años entre 2020 y 2030, que pasaría de 6,4 a 7,2 millones. Se espera un crecimiento tanto de hombres como de mujeres, de un 8% (de 3,0 a 3,2 millones) y un 15% (de 3,5 a 4,0 millones), respectivamente. En este rango etario destaca una mayor proporción de mujeres, que muy probablemente se incrementará en los próximos años. La mayor frecuencia relativa de mujeres se explica, ante todo, por una mayor presencia de mujeres en las inmigraciones internas hacia las grandes ciudades durante la segunda mitad del siglo XX (Pérez-Campuzano y Santos-Cerquera, 2013). Las proyecciones del CONAPO arrojan resultados similares a las de los modelos ARIMA, aunque las primeras proyectan un crecimiento ligeramente superior en el caso de los hombres.

Las predicciones de los modelos ARIMA apuntan a un aumento importante de la población mayor de 65 años entre 2020 y 2030, de en torno al 29%, es decir, de 1,9 a 2,4 millones de personas. Dicho incremento es el resultado del aumento de la esperanza de vida y de la entrada de cohortes cada vez más numerosas a este grupo etario (Páez, 2021). La proporción de mujeres entre la población mayor de 65 años es muy superior a la de los hombres en el período observado, y se espera un incremento de dicha predominancia en el horizonte de la predicción. Se estima que el número de mujeres en este grupo de edad aumentará de 1,1 a 1,4 millones en el período 2000-2030 (31%), y el contingente de hombres, de 0,8 millones a 1 millón de personas (26%). Las diferencias por sexo se deben, en primer lugar, a la mayor esperanza de vida entre las mujeres (Vaupel, Zhang y van Raalte, 2011) y, de forma secundaria, a las diferencias por sexo en la migración hacia las grandes ciudades, como se indica en el párrafo anterior. En este grupo etario, el CONAPO proyecta un crecimiento mayor que los modelos ARIMA.

2. Predicciones de población en los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México

En el gráfico 3 se muestra que 15 de los 20 municipios más poblados de la ZMVM ganaron población entre 2000 y 2020: Tecámac (210%), Chalco (83%), Ixtapaluca (78%), Nicolás Romero (59%), Chimalhuacán (43%), Cuautitlán Izcalli (22%), Benito Juárez (21%), Tlalpan (20%), Xochimilco (19%), Tultitlán (18%), Atizapán de Zaragoza (11%), Álvaro Obregón (10%), Cuauhtémoc (6%), Iztapalapa (3%) y Ecatepec de Morelos (1%). Los mayores crecimientos se registraron en los municipios del estado de México con una alta proporción de personas en situación de pobreza (CONEVAL, 2014), en algunos sectores de la ZMVM que experimentaron un incremento significativo de promociones inmobiliarias (Isunza-Vizuet, 2010; Salinas-Arreortua y Pardo-Montaño, 2018) o en municipios del estado de México en colindancia directa con la Ciudad de México. Estos últimos municipios fueron precursores de la relocalización de la industria y han sido los principales receptores de la población que ha abandonado la ciudad central para dirigirse hacia el norte, poniente, oriente y sur de la metrópoli (Sobrino, 2007). Los cinco municipios restantes registraron un declive poblacional: Nezahualcóyotl (-11%), Tlalnepantla de Baz (-7%), Gustavo A. Madero (-5%), Coyoacán (-4%) y Naucalpan de Juárez (-3%).

Los resultados de los modelos ARIMA predicen que 9 de los 20 municipios ganarían población de 2021 a 2030, con niveles de crecimiento mucho más reducidos que en el período 2000-2020: Tecámac (38%), Chalco (26%), Ixtapaluca (13%), Xochimilco (5%), Nicolás Romero (5%), Cuautitlán Izcalli (4%), Chimalhuacán (2%), Nezahualcóyotl (2%) y Benito Juárez (<1%). A su vez, 11 municipios perderían población: Tlalnepantla de Baz (-14%), Ecatepec de Morelos (-9%), Naucalpan de Juárez (-8%), Iztapalapa (-7%), Tultitlán (-7%), Gustavo A. Madero (-6%), Coyoacán (-6%), Álvaro Obregón (-5%), Atizapán de Zaragoza (-5%), Cuauhtémoc (-3%) y Tlalpan (-1%). Entre los municipios donde se estiman mayores niveles de crecimiento, siguen estando presentes aquellos del estado de México con elevados niveles de pobreza y los de la ZMVM en los que se desarrollaron grandes promociones inmobiliarias. Las proyecciones del CONAPO arrojan resultados muy similares para la mitad de los municipios. En otros casos, difieren ligeramente y, en unos pocos, se observan diferencias significativas, como en Ecatepec de Morelos, donde los modelos ARIMA predicen un decrecimiento poblacional y el CONAPO proyecta cifras estables; Tlalnepantla de Baz y Álvaro Obregón, donde los modelos ARIMA predicen un decrecimiento poblacional y el CONAPO proyecta un crecimiento, o Cuauhtémoc, que muestra un decrecimiento más intenso en las proyecciones del CONAPO.

En cuanto a las predicciones por sexo, las tendencias de hombres y mujeres muestran resultados muy similares. La única diferencia radica en que la población femenina sería superior a la masculina en todos los municipios en 2030, de igual modo que en el período observado. Los casos más extremos, con más de 11 mujeres por cada 10 hombres, se encuentran tanto en la Ciudad de México como en el estado de México: Benito Juárez, Álvaro Obregón, Chalco, Coyoacán, Ixtapaluca, Naucalpan de Juárez y Cuauhtémoc.

Los modelos ARIMA pronostican una reducción del grupo etario de 0 a 14 años entre 2021 y 2030 en 11 de los 20 municipios, desde un -1% en Tlalpan y un -3% en Cuauhtémoc hasta un -9% en Ecatepec de Morelos y un -14% en Tlalnepantla de Baz (véase el gráfico 4). Los demás municipios en los que se espera un declive de la población infantil son Naucalpan de Juárez, Iztapalapa, Tultitlán, Gustavo A. Madero, Coyoacán, Álvaro Obregón y Atizapán de Zaragoza. En los nueve municipios restantes, el crecimiento del grupo etario de 0 a 14 años se situaría entre los valores inferiores al 1% de Benito Juárez o el 2% de Nezahualcóyotl y el 21% de Chalco o el 38% de Tecámac, y se observarían niveles de crecimiento más moderados en Chimalhuacán, Cuautitlán Izcalli, Nicolás Romero, Xochimilco e Ixtapaluca. Las previsiones son similares para hombres y mujeres, tanto respecto del número de personas como de su tendencia. Las proyecciones del CONAPO coinciden con los resultados de los modelos ARIMA en la mayor parte de los municipios, salvo en unos pocos casos, como Chalco, Nicolás Romero o Cuautitlán Izcalli.

En cuanto al grupo de población de adultos jóvenes de entre 15 y 39 años (véase el gráfico 5), los resultados de ARIMA pronostican que la población crecerá durante el período 2021-2030 en tan solo 6 de los 20 municipios: Tecámac (34,8%), Chalco (25,5%), Ixtapaluca (17,0%), Benito Juárez (4,4%), Xochimilco (2,3%) y Nicolás Romero (1,9%). Los restantes municipios experimentarían pérdidas, desde en torno al -2% en Chimalhuacán, Cuauhtémoc, Nezahualcóyotl y Tlalpan hasta el -12% en Atizapán de Zaragoza, Ecatepec de Morelos y Tlalnepantla de Baz. Aunque las predicciones muestran tendencias similares en hombres y mujeres, cabe destacar que los modelos ARIMA predicen que los municipios con declive poblacional experimentarán un menor descenso de hombres que de mujeres y aquellos con crecimiento poblacional, un mayor incremento de varones que de mujeres. La excepción sería Álvaro Obregón, el único municipio donde se predice un mayor descenso en el número de hombres en comparación con el de mujeres. Sin embargo, las diferencias por sexo no son muy llamativas cuantitativamente. En general, las proyecciones del CONAPO muestran resultados similares, excepto en algunos municipios, como Tlalpan, Cuauhtémoc, Xochimilco y Benito Juárez, donde el CONAPO proyecta una mayor reducción de personas.

Los modelos ARIMA pronostican un incremento de la población de 40 a 64 años en todos los municipios durante los diez años del horizonte de la predicción (véase el gráfico 6), menos en Tlalnepantla de Baz (-8,6%), Ecatepec de Morelos (-4,35%), Coyoacán (3,0%) y Tultitlán (-2,0%). Los incrementos se situarían entre valores inferiores al 3% en Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Benito Juárez o Atizapán de Zaragoza y cifras superiores al 17% en Tecámac, Chalco, Ixtapaluca, Nicolás Romero o Xochimilco, y se registrarían valores de crecimiento más contenidos en los municipios restantes. En este grupo etario hay una mayor presencia de mujeres en todos los municipios, una diferencia que se incrementaría durante el período de la predicción. En algunos casos, como Benito Juárez, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec de Morelos, Ixtapaluca y Tultitlán, se espera que la ratio de mujeres a hombres supere el valor de 1,3 en 2030. Las proyecciones del CONAPO muestran resultados parecidos a los modelos ARIMA en determinados municipios, pero en otros estiman un mayor incremento del grupo etario de 40 a 64 años, con la excepción de Tecámac, donde el CONAPO proyecta un crecimiento más moderado.

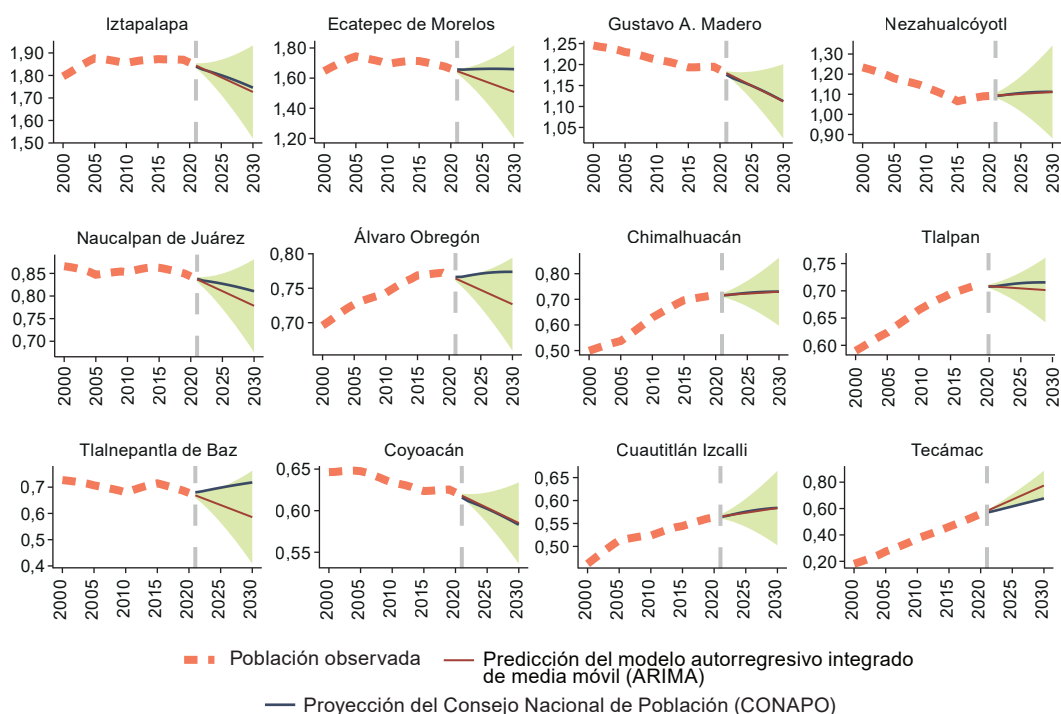
Finalmente, las predicciones de los modelos ARIMA estiman que la población mayor de 65 años crecerá de forma muy significativa en todos los municipios entre 2021 y 2030 (véase el gráfico 7). En Tecámac, Cuautitlán Izcalli, Ixtapaluca y Chalco se esperan incrementos superiores al 50%. Los menores aumentos, inferiores al 13%, se darían en Cuauhtémoc, Naucalpan de Juárez, Gustavo A. Madero, Tlalnepantla de Baz y Benito Juárez. Los modelos ARIMA muestran incrementos de entre el 33% y el 49% en los restantes municipios. Dentro de este grupo etario, se pronostica un mayor crecimiento de la población femenina. En 2030, el número de mujeres mayores de 65 años superaría ampliamente el de los varones en todos los municipios. La ratio de mujeres a hombres superaría el valor de 1,4 en 9 de los 20 municipios: Benito Juárez, Gustavo A. Madero, Tlalnepantla de Baz, Tlalpan, Chalco, Naucalpan de Juárez, Obregón y Coyoacán. Las proyecciones del CONAPO estiman un mayor incremento que los modelos ARIMA en este grupo etario.

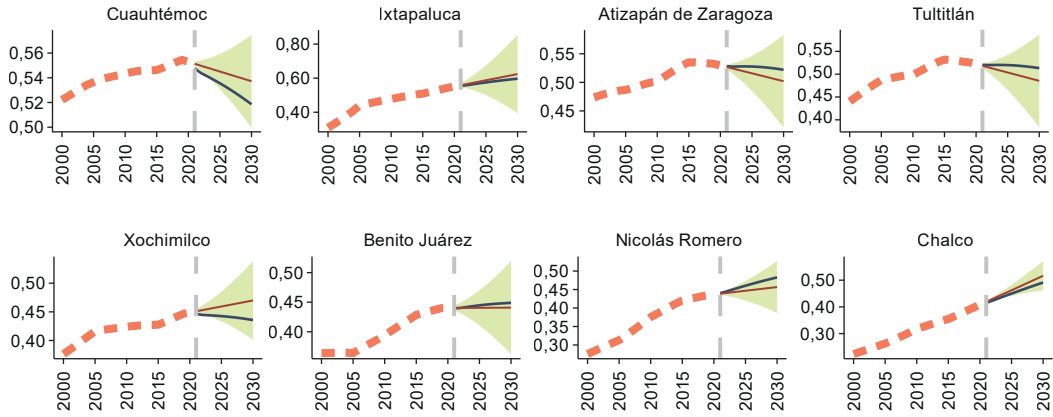
Gráfico 3

Zona Metropolitana del Valle de México: población de los 20 municipios más poblados (en orden descendente), por sexo, 2000-2020 y predicción para 2021-2030

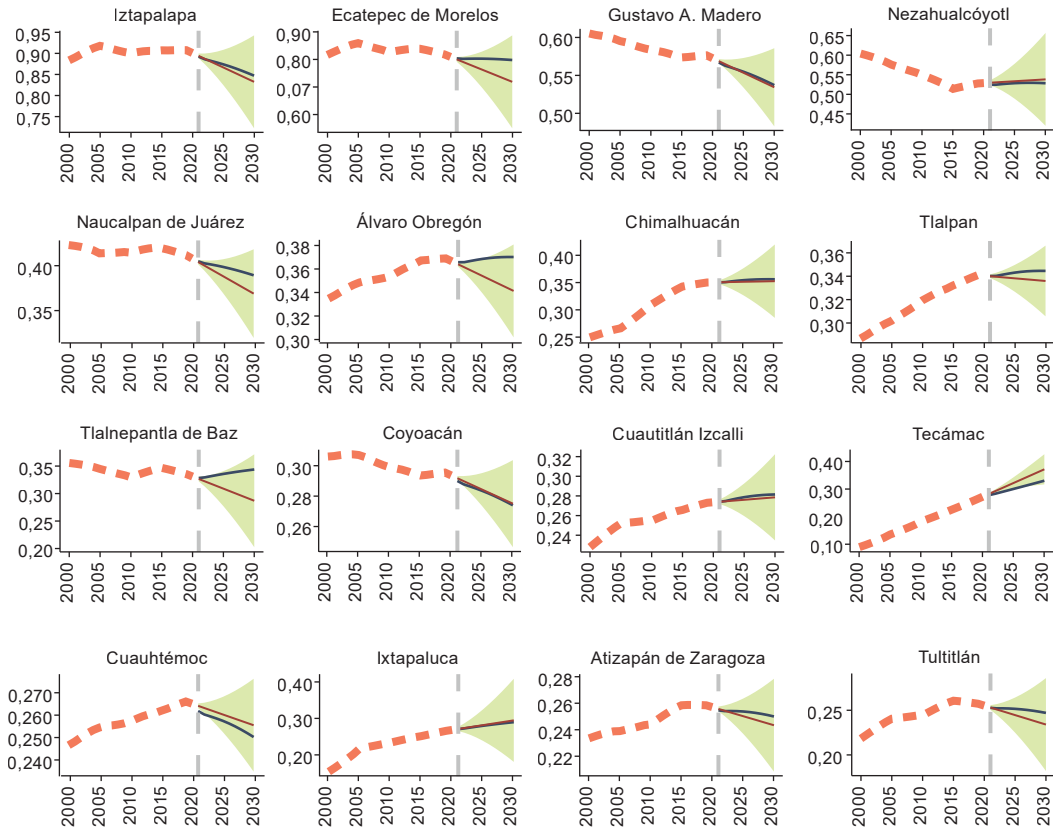
(En millones de habitantes)

A. Total

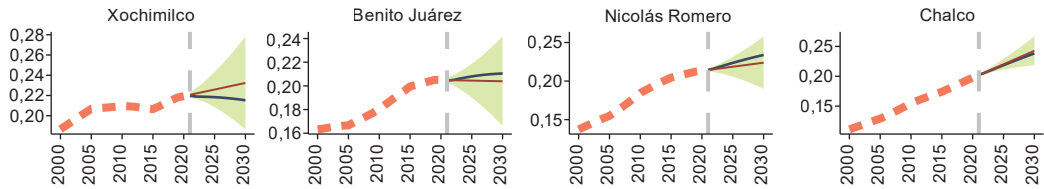




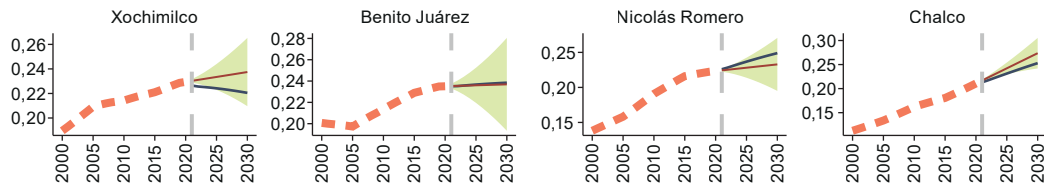
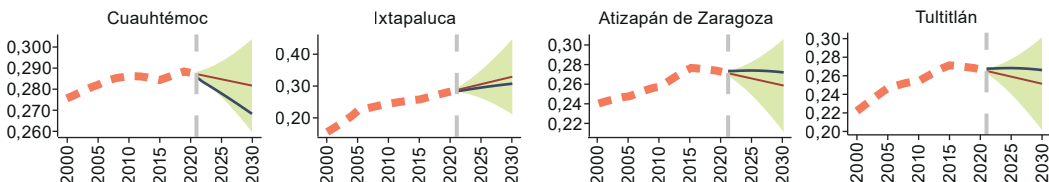
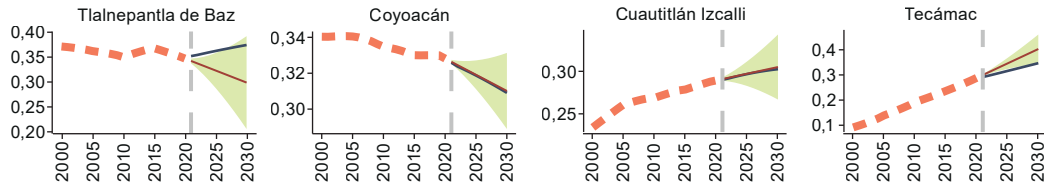
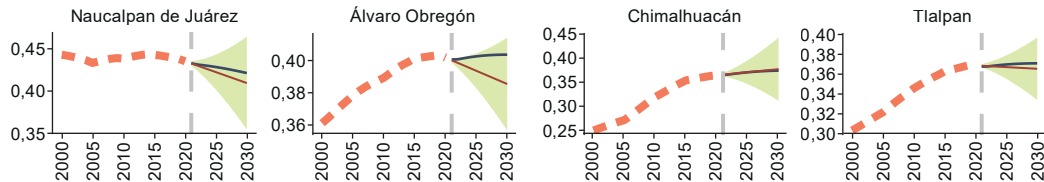
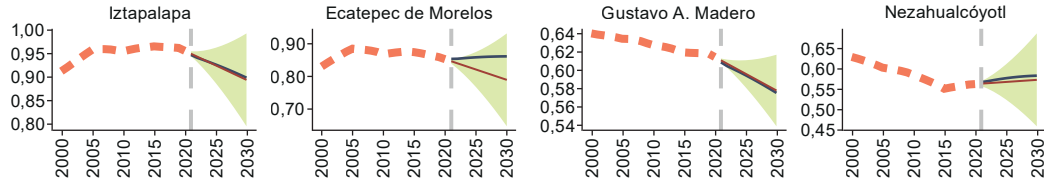
B. Hombres



- - - Población observada
 — Predicción del modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA)
 — Proyección del Consejo Nacional de Población (CONAPO)



C. Mujeres



- - - Población observada
 — Predicción del modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA)
— Proyección del Consejo Nacional de Población (CONAPO)

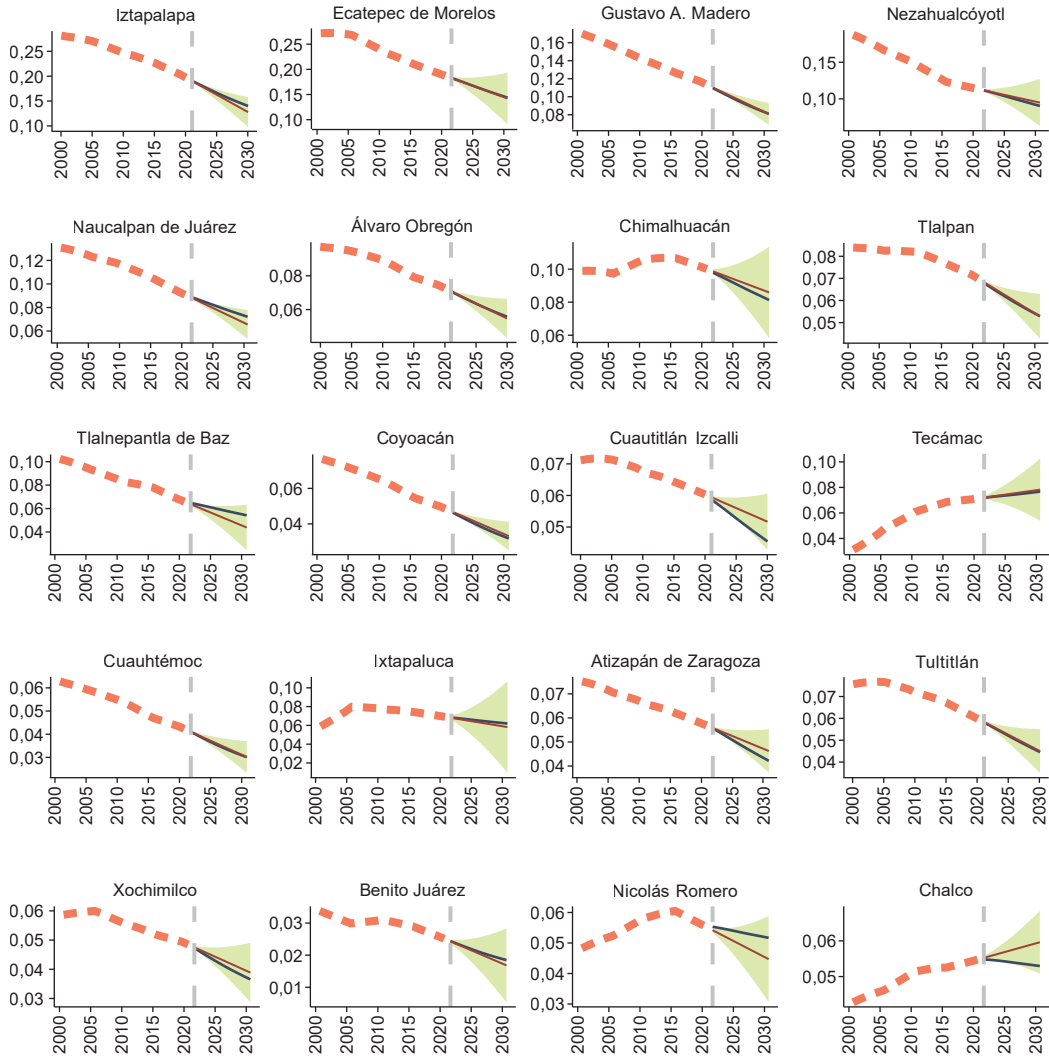
Fuente: Elaboración propia a sobre la base de datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Gráfico 4
Zona Metropolitana del Valle de México: población de 0 a 14 años de los 20 municipios más poblados (en orden descendente), por sexo, 2000-2020 y predicción para 2021-2030
(En millones de habitantes)

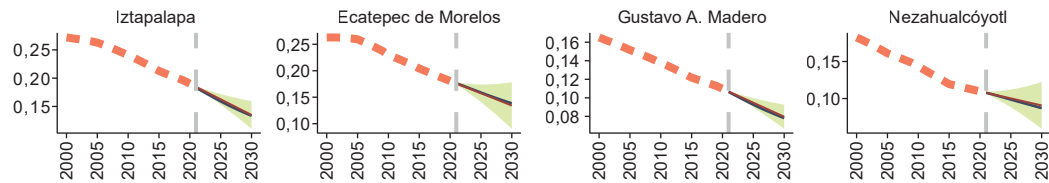
A. Total



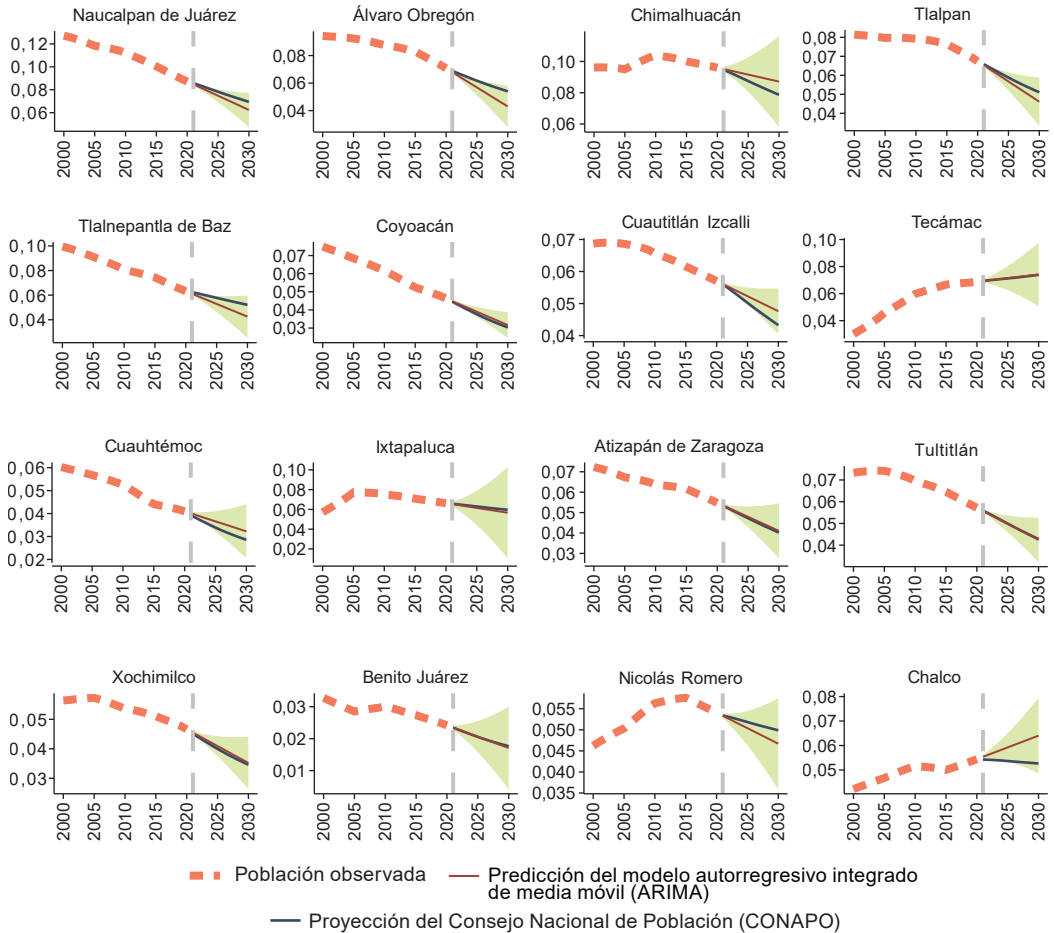
B. Hombres



C. Mujeres



- - - Población observada
 — Predicción del modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA)
— Proyección del Consejo Nacional de Población (CONAPO)

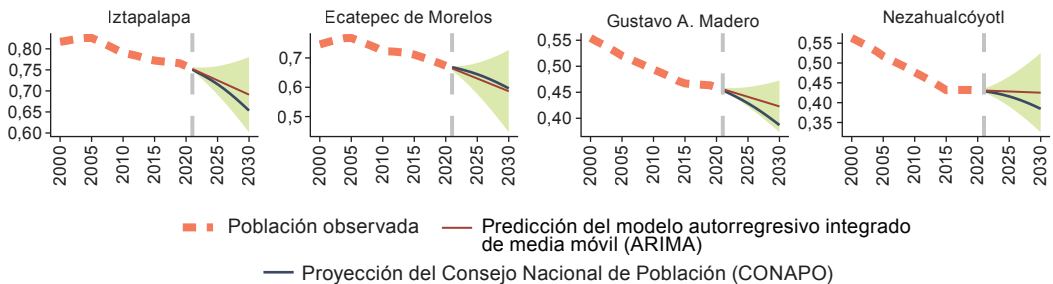


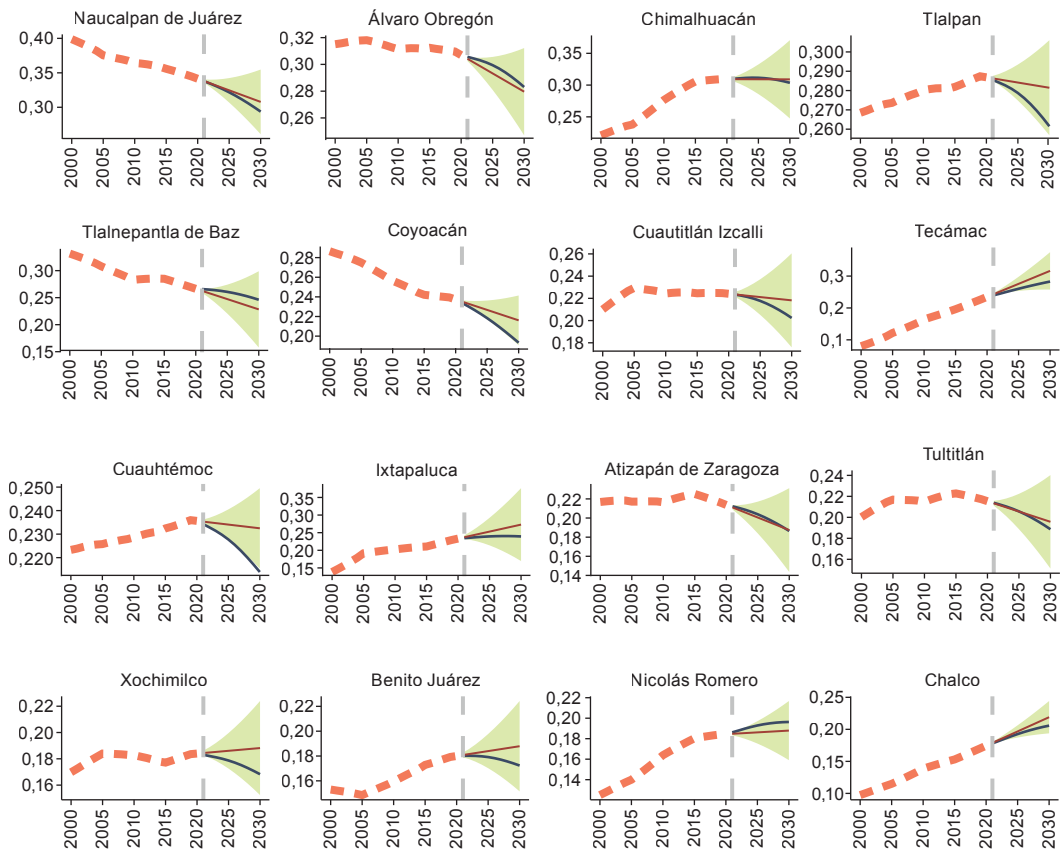
Fuente: Elaboración propia a sobre la base de datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Gráfico 5

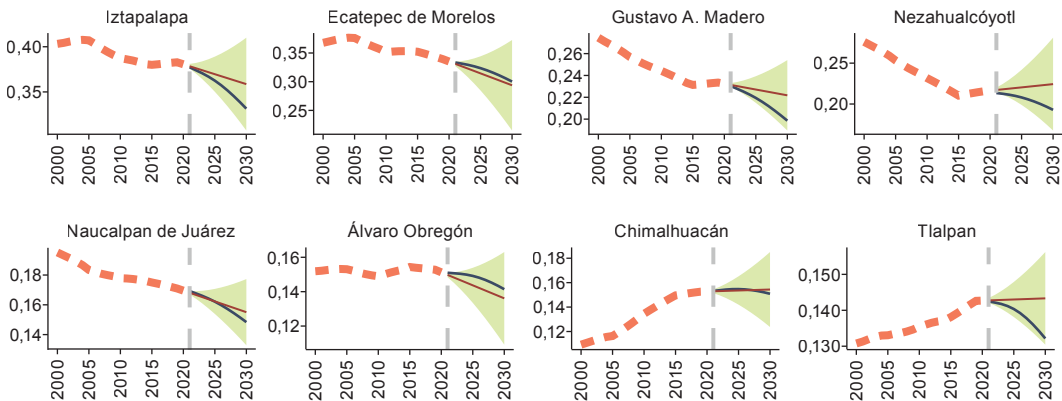
Zona Metropolitana del Valle de México; población de 15 a 39 años de los 20 municipios más poblados (en orden descendente), por sexo, 2000-2020 y predicción para 2021-2030
(En millones de habitantes)

A. Total

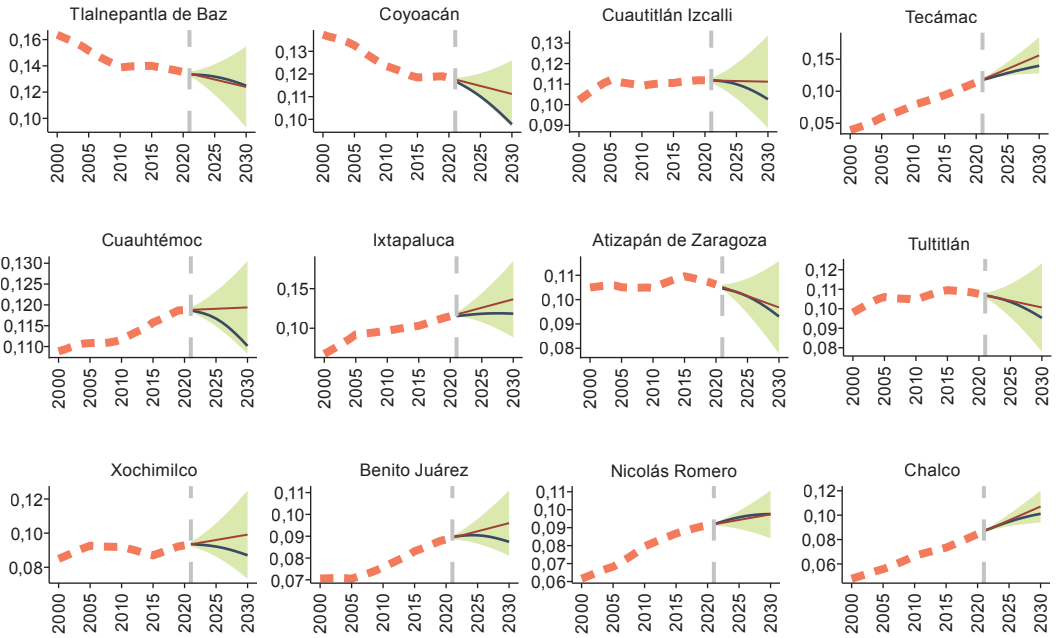




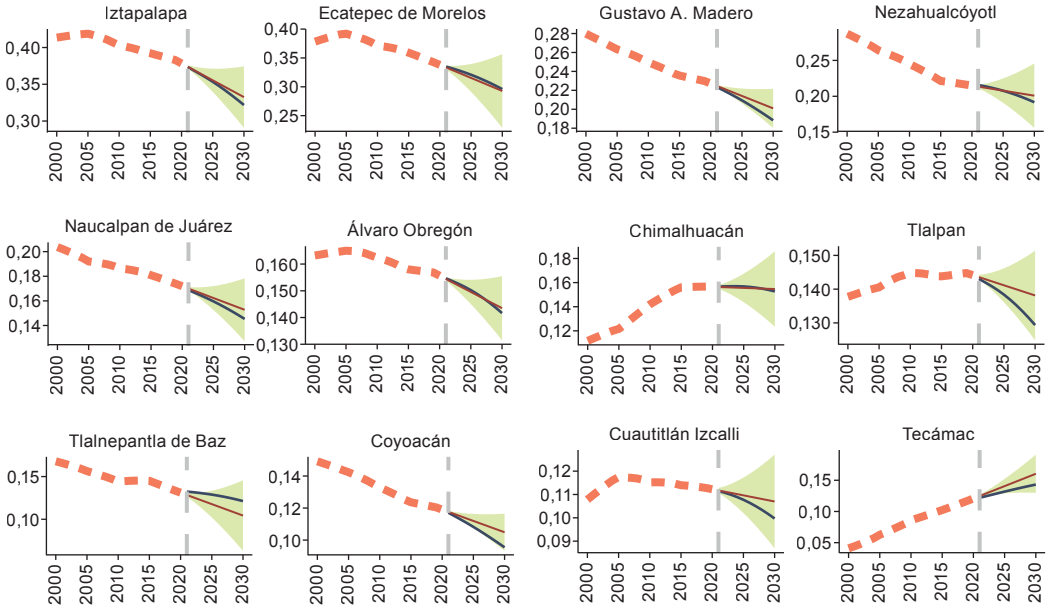
B. Hombres



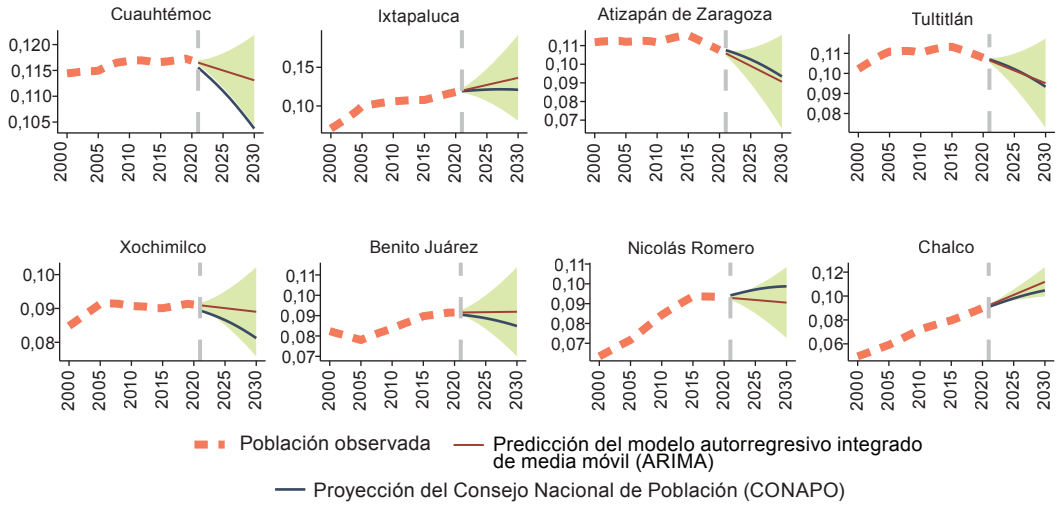
- - - Población observada
 — Predicción del modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA)
— Proyección del Consejo Nacional de Población (CONAPO)



C. Mujeres



- - - Población observada
 — Predicción del modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA)
 — Proyección del Consejo Nacional de Población (CONAPO)

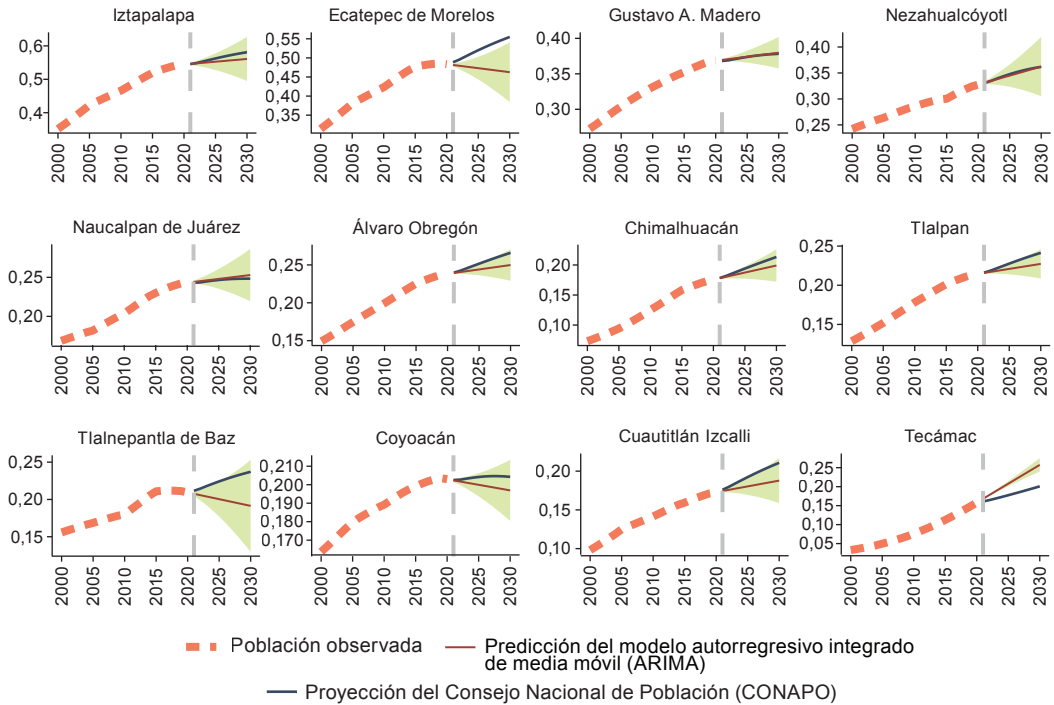


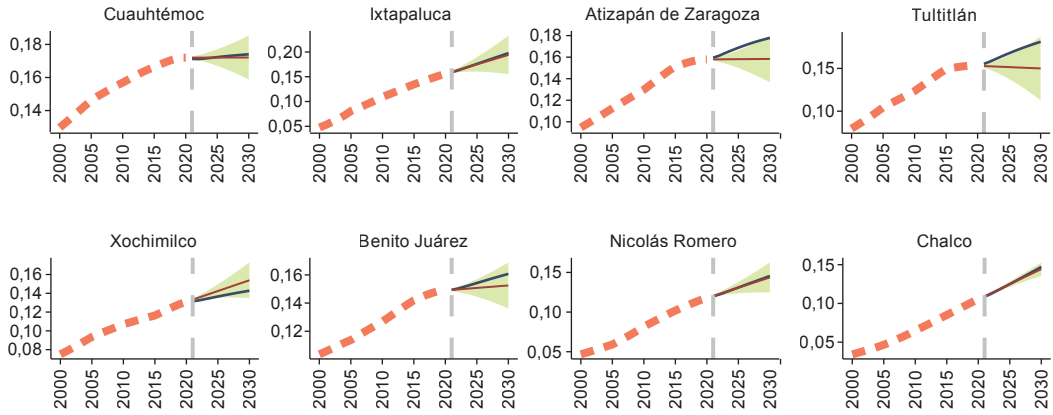
Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Gráfico 6

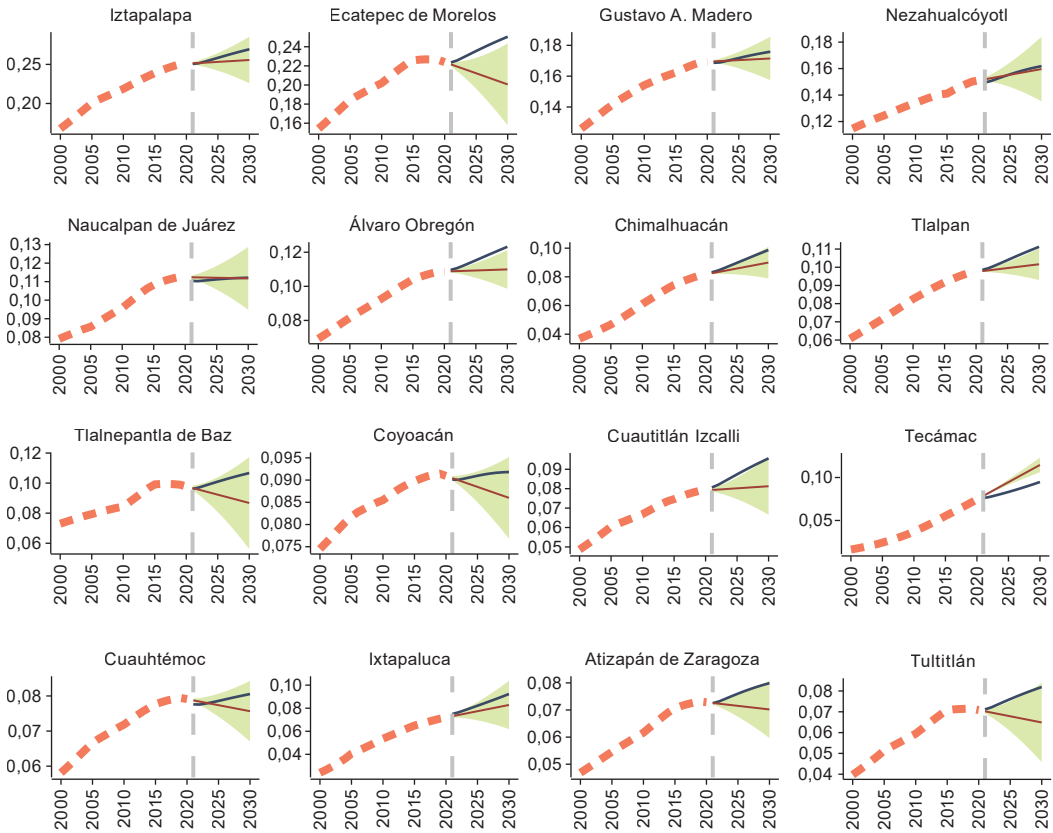
Zona Metropolitana del Valle de México: población de 40 a 64 años de los 20 municipios más poblados (en orden descendente), por sexo, 2000-2020 y predicción para 2021-2030
 (En millones de habitantes)

A. Total

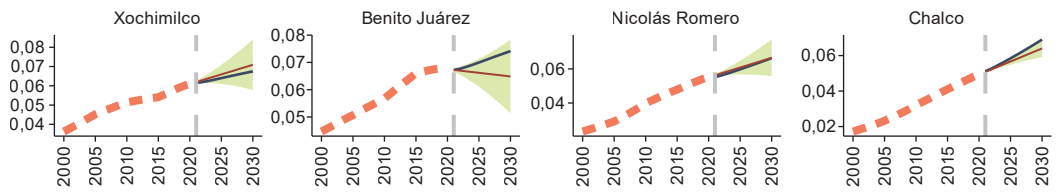




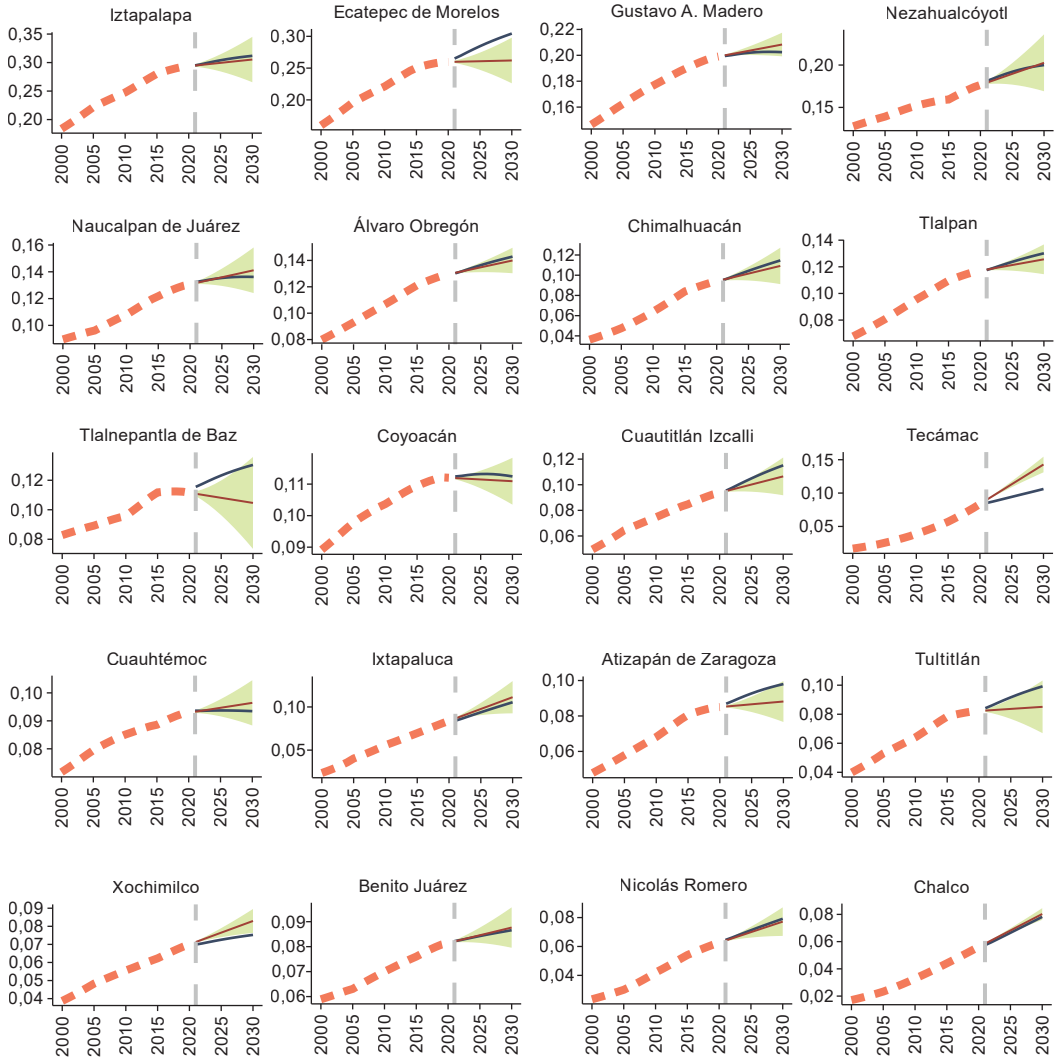
B. Hombres



— Población observada
 — Predicción del modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA)
 — Proyección del Consejo Nacional de Población (CONAPO)



C. Mujeres

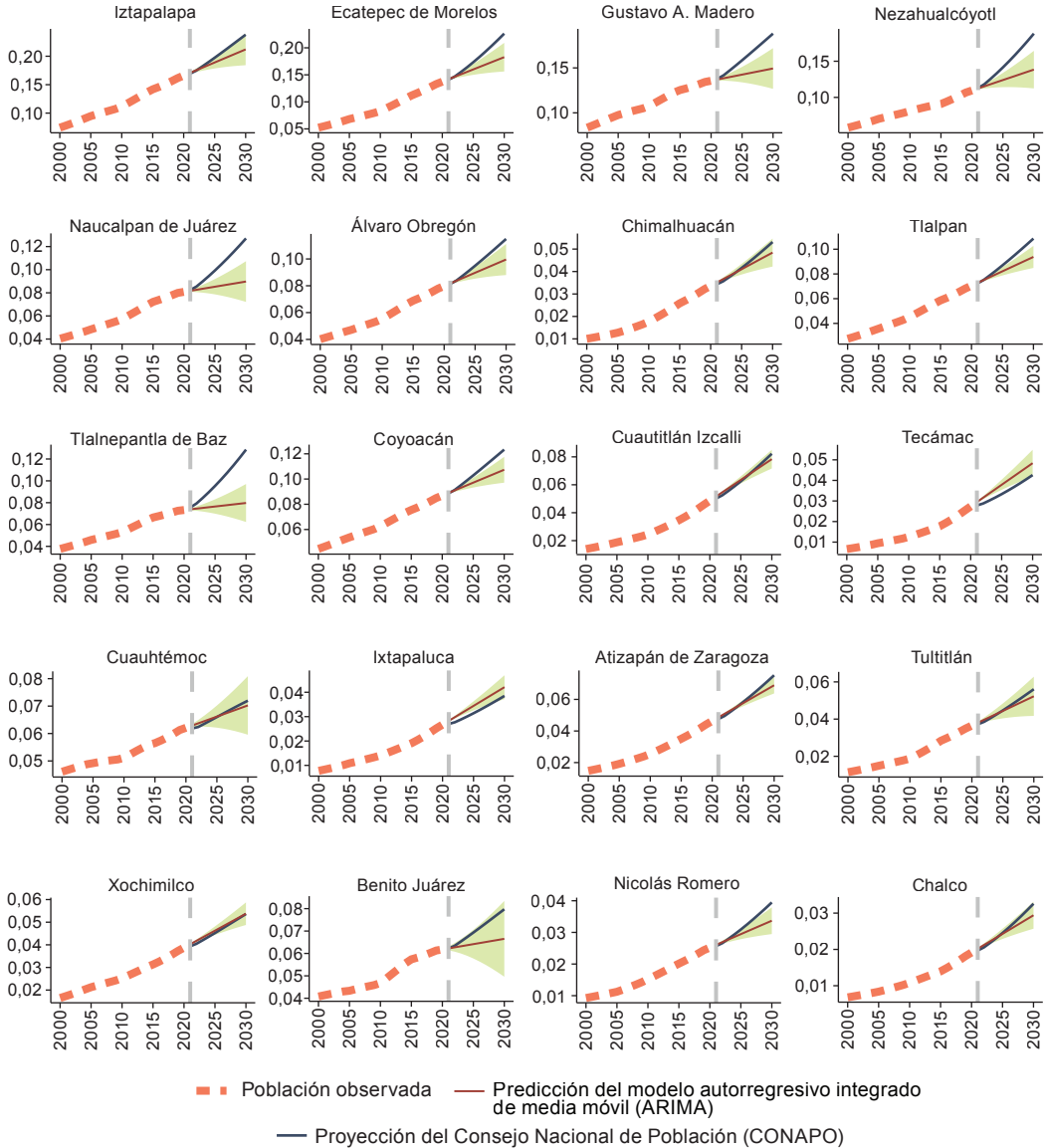


- - - Población observada
 — Predicción del modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA)
 — Proyección del Consejo Nacional de Población (CONAPO)

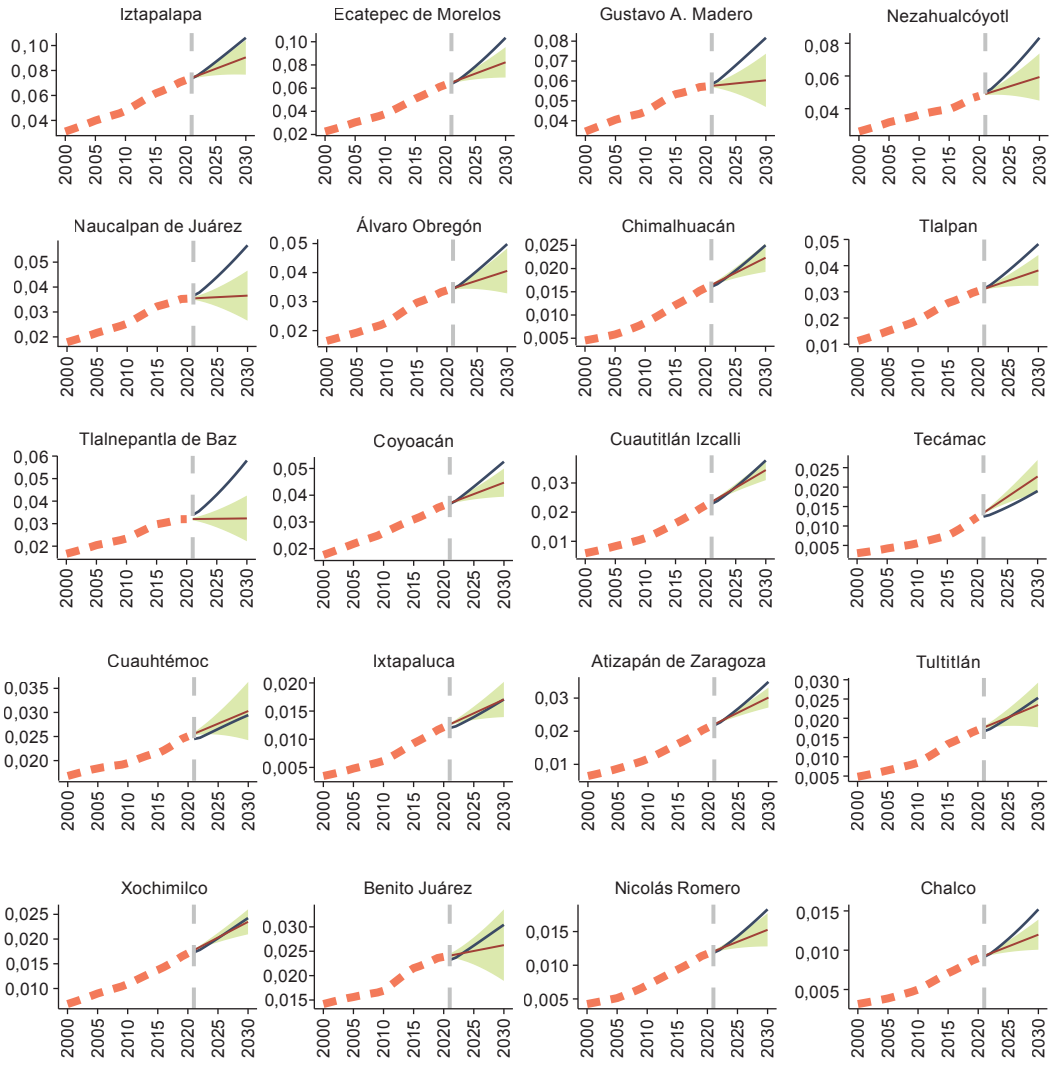
Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Gráfico 7
Zona Metropolitana del Valle de México: población de 65 años y más de los 20 municipios más poblados (en orden descendente), por sexo, 2000-2020 y predicción para 2021-2030
 (En millones de habitantes)

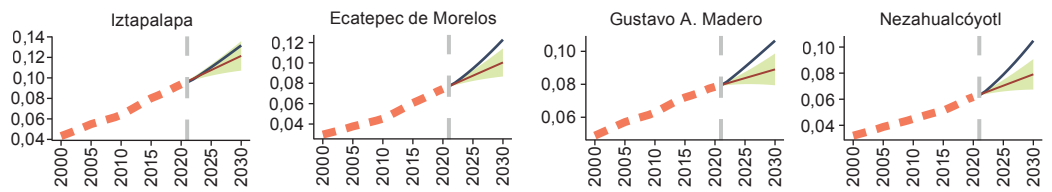
A. Total



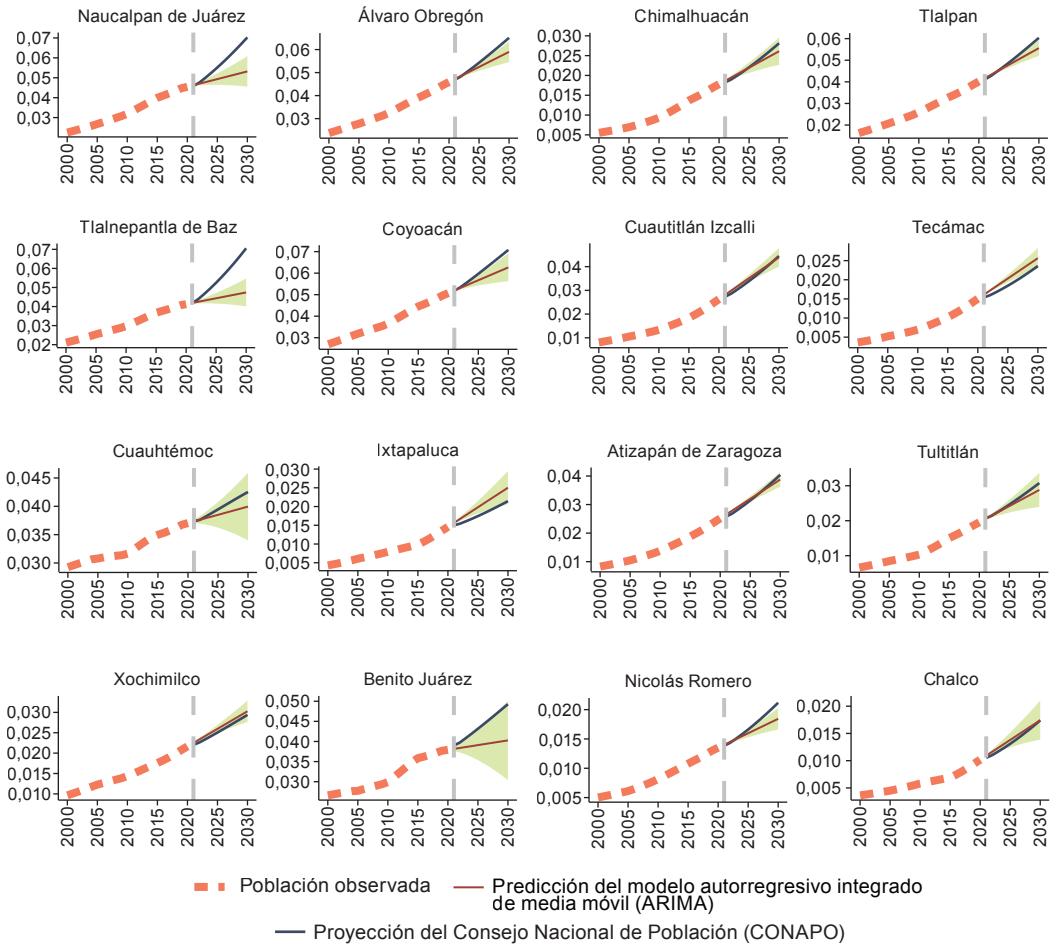
B. Hombres



C. Mujeres



- - - Población observada
 — Predicción del modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA)
 — Proyección del Consejo Nacional de Población (CONAPO)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

D. Discusión y conclusiones

En el período 2021-2030, se espera una ralentización del ritmo de crecimiento poblacional en la ZMVM, lo que podría suponer cierto alivio a los problemas existentes derivados del alto grado de concentración urbana, como la contaminación, la escasez de agua o la congestión vehicular. La desaceleración del crecimiento poblacional es el resultado de una ligera reducción de la población infantil y del estancamiento del grupo etario de adultos jóvenes. Ello se debe, por un lado, al efecto acumulativo del descenso de la fecundidad durante las últimas décadas (Gayet y Juárez, 2021; San Juan-Bernuy y Rodríguez-Vignoli, 2023) y, por otro lado, a la escasa contribución de las migraciones internas al crecimiento poblacional (Orihuela y Sobrino, 2023).

El número de adultos maduros y de personas mayores, por el contrario, se incrementaría de forma significativa en los próximos años. El crecimiento de estos grupos es consecuencia directa del aumento de la esperanza de vida (Lattes, Rodríguez-Vignoli y Villa, 2017), aunque este indicador ha experimentado un estancamiento en México durante las dos últimas décadas (Zazueta-Borboa, 2024). También se debe a la incorporación a dichos grupos de grandes cohortes, entre ellas, las de las personas que llegaron a la ZMVM antes de la década de 1990, cuando se produjeron grandes corrientes de migración interna hacia las áreas metropolitanas más pobladas (Sobrino, 2022). Dentro de estos grupos de edad, se espera un mayor incremento del número de mujeres, como resultado de sus niveles más altos de esperanza de vida y más bajos de mortalidad prematura (Vaupel, Zhang y van Raalte, 2011; Dávila-Cervantes y Pardo-Montaño, 2023), así como de la mayor presencia de mujeres en los flujos de inmigración interna durante el siglo pasado (Pérez-Campuzano y Santos-Cerquera, 2013). La dinámica descrita plantea un desafío para la ZMVM: el incremento de los niveles de envejecimiento a mediano plazo. Sin embargo, pese al aumento del número de personas mayores en el horizonte de las predicciones aquí utilizadas, la proporción de personas de más de 65 años no superaría el 11% de la población total en la ZMVM en 2030, y la fuerza laboral seguiría siendo aún muy numerosa en los próximos años. Por lo tanto, no se esperaría un gran reto en términos de envejecimiento ni un aumento de los niveles de dependencia intergeneracional en el horizonte de las predicciones.

A nivel municipal, se observan diferencias notables. En algunas entidades, los modelos predicen un crecimiento poblacional significativo en el período 2021-2030, aunque con cierta ralentización respecto al período 2000-2020. Es el caso de determinados municipios con elevados niveles de pobreza del estado de México, como Tecámac, Chalco o Ixtapaluca. Este hallazgo sugiere una elevada probabilidad de que la llegada de personas de bajos recursos por movilidad residencial desempeñe un papel clave en el crecimiento poblacional de estas áreas durante los próximos años, sobre todo teniendo en cuenta la escalada de los precios de la vivienda en la Ciudad de México (Delgadillo, 2023). Los resultados concuerdan con las teorías de la suburbanización de la pobreza (Janoschka, 2002; Rodríguez-Vignoli y Rowe, 2017). El crecimiento poblacional de estos municipios podría suponer un incremento de la concentración geográfica de la pobreza, acompañada de problemas de hacinamiento, falta de servicios e inseguridad. Por ello, es esencial prestar especial atención al crecimiento poblacional de estos sectores en el estado de México. Por otra parte, también se espera un incremento del número de habitantes en los sectores de la ZMVM donde se han desarrollado promociones residenciales en amplias extensiones de suelo durante los últimos años (Isunza-Vizuet, 2010; Salinas-Arreortua y Pardo-Montaño, 2018). En este sentido, se debe tener en cuenta que existe una relación bidireccional entre población y vivienda, ya que el potencial aumento del número de habitantes en un área genera una demanda creciente de vivienda, pero la construcción de promociones inmobiliarias también atrae a nuevos pobladores (Mulder, 2006).

También se espera que una parte importante de los municipios de la ZMVM pierdan población durante los próximos diez años, como es el caso de Ecatepec de Morelos o Naucalpan de Juárez en el estado de México, y de Iztapalapa, Coyoacán o Álvaro Obregón en la Ciudad de México. Se trata de municipios con características muy heterogéneas en

cuanto a las épocas en que se desarrollaron, el nivel socioeconómico de la población o el grado de inseguridad. Por ello, las causas del declive poblacional, que muy probablemente están relacionadas con las dinámicas de expulsión por movilidad residencial, pueden ser varias: la salida de residentes por el aumento del costo de la vivienda y los procesos de gentrificación, la movilidad ascendente hacia sectores de mayor renta per cápita, o el abandono de determinadas zonas por el impacto de la delincuencia. Sin embargo, el estudio de estas causas queda fuera del alcance de este artículo.

Por grupos de edad, se pronostica una reducción, aunque no demasiado significativa, de la población infantil entre 2021 y 2030 en la mitad de los municipios, entre los que se incluyen Ecatepec de Morelos, Cuauhtémoc o Tlalpan. En otros municipios se espera un incremento de la población infantil, sobre todo en Tecámac y Chalco. El crecimiento o decrecimiento de este grupo etario se relaciona directamente con el tamaño del contingente de adultos jóvenes en edad reproductiva en las diferentes áreas de la ZMVM. Una mayor proporción de población en edad reproductiva contribuye al crecimiento de la población infantil, mientras que estructuras etarias más envejecidas propician una reducción. Las etapas en que se formaron los diferentes sectores del área metropolitana y las dinámicas residenciales en su diacronía desempeñan un papel clave en la presencia de adultos jóvenes. Los descensos estimados para la población infantil son, sin embargo, de poca entidad, por lo que, en principio, no se esperaría una reducción sustancial en la base de la pirámide de población de los municipios del área metropolitana.

Los resultados predicen un incremento del número de adultos jóvenes en algunos municipios, principalmente en los que presentan elevados niveles de pobreza en el estado de México y en otros de la ZMVM donde se han desarrollado promociones residenciales de manera extensiva. Estos municipios coinciden con aquellos para los que se pronostican los mayores niveles de crecimiento de la población total. Por tanto, se esperaría que el aporte de adultos jóvenes por movilidad residencial y su contribución al crecimiento natural desempeñaran un papel clave en el aumento del número de habitantes. En otros municipios, sin embargo, se predice un declive del número de adultos jóvenes. En algunos casos, no es demasiado significativo, pero en otros sí lo llega a ser, como en Atizapán de Zaragoza, Ecatepec de Morelos o Tlalnepantla de Baz. En estos casos, como ya se ha comentado, los factores causantes pueden ser varios, ya sean estructuras etarias envejecidas, condicionadas por la etapa de formación de cada sector, o flujos de salidas por movilidad residencial debidos a diferentes agentes causales. Pese al decrecimiento de este grupo etario en algunos sectores de la ZMVM, el contingente de adultos jóvenes continuará siendo muy numeroso, lo que ayudará a paliar el incremento de los niveles de envejecimiento por el aumento de las personas mayores.

Finalmente, los resultados predicen un crecimiento poblacional de las personas de mediana edad y también de la población mayor en todos los municipios de la ZMVM. Dicho incremento, como se ha comentado, responde al aumento de la esperanza de vida y al envejecimiento progresivo de cohortes cada vez más numerosas. Se espera un aumento de la población de mediana edad más o menos contenido en términos relativos al volumen de la

población en este grupo etario, aunque de gran entidad en valores absolutos por su tamaño poblacional. En cuanto a la población mayor, se pronostica un crecimiento muy importante en términos relativos, pero más contenido en valores absolutos debido al tamaño de este grupo etario, todavía reducido. En algunos municipios, como Tecámac, Cuautitlán Izcalli, Ixtapaluca y Chalco, se pronostican incrementos superiores al 50% entre la población mayor de 65 años, mientras que, en otros, como Cuauhtémoc, Naucalpan de Juárez o Benito Juárez, se registrarían cifras inferiores al 13%. En ambos grupos etarios se estima un mayor aumento de la población femenina, principalmente en el grupo de edad de 65 años y más, debido a la mayor esperanza de vida de las mujeres y a la selectividad por sexo en las migraciones internas hacia la ZMVM durante el siglo pasado. Este fenómeno se concentró en los sectores de la ciudad que se estaban urbanizando por aquel entonces y donde, por tanto, es más probable que haya una proporción más elevada de mujeres mayores y de mediana edad. En 2030, se predice que podría haber más de 14 mujeres mayores de 65 años por cada 10 hombres de la misma edad en varios municipios, como Benito Juárez, Tlalpan, Naucalpan de Juárez y Coyoacán.

Pese a la ralentización del crecimiento poblacional y al aumento de los niveles de envejecimiento, la ZMVM todavía continuaría ganando población hasta 2030 y el contingente laboral seguiría siendo muy numeroso. Más a largo plazo, sin embargo, los niveles de envejecimiento podrían alcanzar valores similares a los de las áreas metropolitanas del Norte Global, donde el saldo natural no es capaz de sostener el crecimiento poblacional (González-Leonardo, Newsham y Rowe, 2023; Newsham y Rowe, 2024). En este sentido, cabe destacar la importancia de un potencial incremento de la inmigración internacional y su contribución al crecimiento poblacional en el futuro para evitar el declive poblacional y contener el envejecimiento en las áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe.

En esta investigación se analiza, por primera vez, la trayectoria poblacional que podrían seguir las áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe en los próximos años. Los resultados podrían utilizarse para diseñar políticas de ordenación del territorio. Sin embargo, se debe tener presente que las predicciones y proyecciones de población son ejercicios de simulación donde se estima la población futura a partir de tendencias históricas o según ciertos supuestos o hipótesis. Por tanto, los resultados deben tomarse con cautela. Pese a tratarse de un estudio de caso, los hallazgos podrían extrapolarse a otras grandes áreas metropolitanas de la región que han seguido trayectorias demográficas análogas.

En futuras líneas de investigación, se podría replicar el análisis respecto de otras áreas metropolitanas y corroborar esta hipótesis. También cabe la posibilidad de realizar el mismo análisis para ámbitos urbanos de menor tamaño, como áreas urbanas medias y pequeñas. Por otra parte, aún quedan ciertos interrogantes que están fuera del alcance de este estudio y podrían ser analizados en trabajos futuros, como los factores causales de ciertas dinámicas poblacionales observadas y previstas durante los próximos años en algunos municipios de la ZMVM, principalmente las relacionadas con los procesos de movilidad residencial. Sin embargo, el análisis de estos factores es difícil de llevar a cabo debido a la falta de datos sobre movilidad residencial y de otra índole con la suficiente granularidad temporal y espacial.

Finalmente, hay que mencionar que el horizonte de las predicciones de este trabajo se sitúa en 2030. En investigaciones futuras se podría extender este límite para evaluar los cambios que podrían producirse en el tamaño y la estructura de la población más allá de 2030 en las áreas metropolitanas de América Latina y el Caribe. No obstante, se debe tener en cuenta que el nivel de error de las predicciones y proyecciones de población es más elevado a medida que se aumenta el horizonte, porque el grado de incertidumbre es mayor (Bongaarts y Bulatao, 2000; González-Leonardo y Spijker, 2023).

En el caso particular de los modelos ARIMA, los resultados suelen presentar bajos niveles de error, principalmente cuando los datos observados muestran tendencias constantes (González-Leonardo y otros, 2024a y 2024b) y en predicciones a corto y mediano plazo, mientras que la robustez y fiabilidad de los resultados disminuye de manera considerable a largo plazo (Bijak, 2012). La principal limitación de los modelos ARIMA es su incapacidad de predecir variaciones repentinas en los componentes demográficos o el envejecimiento de cohortes con diferentes tamaños que podrían producir cambios notables en la evolución de la población (González-Leonardo y otros, 2024b). Es probable que la diferencia entre las predicciones aquí utilizadas y las proyecciones del CONAPO en el grupo de más de 65 años se deba a que los modelos ARIMA subestiman la incorporación a este grupo etario de cohortes cada vez más numerosas. Las variaciones entre ambos métodos en la potencial evolución de otros estratos etarios en determinados municipios, como Ecatepec de Morelos, Álvaro Obregón o Cuauhtémoc, están muy condicionadas por las hipótesis sobre migraciones y movilidad residencial adoptadas por el CONAPO. Sin embargo, estas hipótesis se desconocen, dado que aún no se ha publicado su metodología para las proyecciones municipales.

Bibliografía

- Abramsson, M. y E. Andersson (2016), “Changing preferences with ageing–housing choices and housing plans of older people”, *Housing, Theory and Society*, vol. 33, N° 2.
- Anson, J. (2018), “Estimating local mortality tables for small areas: An application using Belgian subarrondissements”, *Quetelet Journal*, vol. 6, N° 1.
- Baker, J., D. Swanson y J. Tayman (2021), “The accuracy of Hamilton–Perry population projections for census tracts in the United States”, *Population Research and Policy Review*, vol. 4.
- Ballas, D., G.P. Clarke y E. Wiemers (2005), “Building a dynamic spatial microsimulation model for Ireland”, *Population, Space and Place*, vol. 11, N° 3.
- Bijak, J. (2012), “Migration Assumptions in the UK National Population Projections: Methodology Review”, Southampton, Universidad de Southampton [en línea] <https://www.ons.gov.uk/file?uri=/peoplepopulationandcommunity/populationandmigration/populationprojections/methodologies/nationalpopulationprojectionsmigrationassumptionsmethodologyreview/migrationassumptionsintheuknationalpopulationprojectionsmethodologyreviewwtcm77323496.pdf>.
- Boke-Olén, N. y otros (2017), “High-resolution African population projections from radiative forcing and socio-economic models, 2000 to 2100”, *Scientific Data*, vol. 4, N° 1.

- Bongaarts, J. y R. A. Bulatao (2000), *Beyond Six Billion: Projecting the World's Population*, Washington, D. C., National Academies Press.
- Booth, H. (2006), "Demographic forecasting: 1980 to 2005 in review", *International Journal of Forecasting*, vol. 22, N° 3.
- Borsdorf, A. (2003), "¿Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana?", *EURE*, vol. 29, N° 86.
- Chávez-Galindo, A.M. y otros (2016), "Migración interna y cambios metropolitanos", *Revista Latinoamericana de Población*, vol. 10, N° 18.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población) (2024), "Reconstrucción y proyecciones de la población de los municipios de México 1990-2040", Ciudad de México, Secretaría de Gobernación del Gobierno de México [en línea] <https://www.gob.mx/conapo/documentos/reconstruccion-y-proyecciones-de-la-poblacion-de-los-municipios-de-mexico-1990-2040>.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) (2014), "Pobreza urbana y de las zonas metropolitanas en México", Ciudad de México, Gobierno de México [en línea] https://www.coneval.org.mx/Informes/Pobreza/Pobreza%20urbana/Pobreza_urbana_y_de_las_zonas_metropolitanas_en_Mexico.pdf.
- Dávila-Cervantes C. A. y A. M. Pardo-Montaño (2023), "An unrelenting epidemic of violence: trends of homicide mortality in Mexico, 1998–2020", *International Journal of Social Determinants of Health and Health Services*, vol. 53, N° 2.
- de Beer, J. (2012), "Smoothing and projecting age-specific probabilities of death by TOPALS", *Demographic Research*, vol. 27, N° 20.
- Delgadillo, V. (2023), "Gentrificación y financiarización del desarrollo urbano en la ciudad de México", *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. 27, N° 2.
- De Mattos, C.A. (2001), "Metropolización y suburbanización", *EURE*, vol. 27, N° 80.
- Ding, L., J. Hwang y E. Divringi (2016), "Gentrification and residential mobility in Philadelphia", *Regional Science and Urban Economics*, vol. 61.
- Duque, J. C. y otros (2019), "Spatiotemporal dynamics of urban growth in Latin American cities: An analysis using nighttime light imagery", *Landscape and Urban Planning*, vol. 191, N° 103640.
- Gayet, C. I. y F. Juárez (2021), "Nuevo escenario de baja fecundidad en México a partir de información censal. Realidad, datos y espacio", *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, vol. 12, N° 3.
- García-Guerrero, V. M. (2014), *Proyecciones y Políticas de Población en México*, Ciudad de México, El Colegio de México.
- Gissi, N. y E. Andrade (2022), "Migración venezolana reciente en Chile: inserción socioeconómica, comercio y redes intra e interétnicas en Santiago (2018-2021)", *Si Somos Americanos*, vol. 22, N° 2.
- Gobierno de México (2024), "Data México", Ciudad de México [en línea] <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/valle-de-mexico>.
- González-Leonardo, M. (2021), "Declive demográfico y envejecimiento en las capitales de provincia", *Cuadernos Geográficos*, vol. 60, N° 3.
- González-Leonardo, M., N. Newsham y F. Rowe (2023), "Understanding population decline trajectories in Spain using sequence analysis", *Geographical Analysis*, vol. 55, N° 4.
- González-Leonardo, M. y J. Spijker (2023), "The impact of COVID-19 on demographic components in Spain, 2020–31: A scenario approach", *Population Studies*, vol. 77, N° 3.
- González-Leonardo, M. y otros (2024a), "Assessing the differentiated impacts of COVID-19 on the immigration flows to Europe", *International Migration Review*.
- ___(2024b), "Assessing the accuracy of ARIMA models to forecast population at the intraurban level in Greater Mexico City", *SocArXiv*.

- (2023), “Quantifying the impact of COVID-19 on immigration in receiving high-income countries”, *PLoS ONE*, vol. 18, N° 1.
- Grossman, I., T. Wilson y J. Temple (2023), “Forecasting small area populations with long short-term memory networks”, *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 88, N° 101658.
- Green, R. y P. H. Hendershott (1996), “Age, housing demand, and real house prices”, *Regional Science and Urban Economics*, vol. 26, N° 5.
- Hamilton, C. H. y J. Perry (1962), “A short method for projecting population by age from one decennial census to another”, *Social Forces*, vol. 41, N° 2.
- Hyndman, R.J. y G. Athanasopoulos (2018), *Forecasting: Principles and Practice*, Melbourne, OTexts.
- Isunza-Vizuet, G. (2010), “Política de vivienda y movilidad residencial en la Ciudad de México”, *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 25, N° 2.
- Janoschka, M. (2002), “El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: fragmentación y privatización”, *EURE*, vol. 28, N° 85.
- Janoschka, M. y J. Sequera (2016), “Gentrification in Latin America: addressing the politics and geographies of displacement”, *Urban Geography*, vol. 37, N° 8.
- Kanaroglou, P. S. y otros (2009), “A demographic model for small area population projections: An application to the Census Metropolitan Area of Hamilton in Ontario, Canada”, *Environment and Planning A: Economy and Space*, vol. 41, N° 4.
- Lattes, A.E., J. Rodríguez-Vignoli y M. Villa (2017), “Population dynamics and urbanization in Latin America: Concepts and data limitations”, *New forms of urbanization*, T. Champion y H. Graeme (eds.), London, Routledge.
- Makridakis, S., E. Spiliotis y V. Assimakopoulos (2018), “Statistical and machine learning forecasting methods: concerns and ways forward”, *PLoS One*, vol. 13, N° 3.
- Marois, G. y A. Bélanger (2014), “Microsimulation model projecting small area populations using contextual variables: An application to the Montreal Metropolitan area, 2006–2031”, *International Journal of Microsimulation*, vol. 7, N° 1.
- Mulder, C.H. (2006), “Population and housing: a two-sided relationship”, *Demographic Research*, vol. 15, N° 13.
- Newsham, N. y F. Rowe (2024), “The demographic causes of European sub-national population declines”, *OSF*.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2015), *Estudios Territoriales de la OCDE. Valle de México. Síntesis del Estudio*, París, OECD Publishing. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/56213/valle-de-mexico-OCDE.pdf>.
- Ordoñez-Cuenca, J.A. y P. G. García-Macías (2022), *Crisis y migración: nuevas movi- lidades ante un mundo convulso*, Londres, Transnational Press London.
- Orihuela, I. y J. Sobrino (2023), “Delimitación y trayectorias de las zonas metropolitanas en México, 1990-2020”, *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 38, N° 3.
- Páez, O. (2021), “Esperanza de vida sin limitaciones físicas ni mentales en México”, *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, vol. 13, N° 2.
- Pérez-Campuzano, E. y C. Santos-Cerquera (2013), “Tendencias recientes de la migración interna en México”, *Papeles de Población*, vol. 19, N° 76.
- Preston, S., P. Heuveline y M. Guillot (2001), *Demography: Measuring and Modeling Population Processes*, Hoboken, Blackwell Publishing.
- Riiman, V. y otros (2019), “Comparing artificial neural network and cohort-component models for population forecasts”, *Population Review*, vol. 58, N° 2.

- Rodríguez-Vignoli, J. y F. Rowe (2019), “Efectos cambiantes de la migración sobre el crecimiento, la estructura demográfica y la segregación residencial en ciudades grandes: el caso de Santiago, Chile, 1977-2017”, *serie Población y Desarrollo*, N° 125 (LC/TS.2018/110/Rev.1), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- (2017), “How is internal migration reshaping metropolitan populations in Latin America? A new method and new evidence”, *Population Studies*, vol. 72, N° 2.
- Rowe, F. y otros (2019), “Impact of internal migration on population redistribution in Europe: urbanisation, counterurbanisation or spatial equilibrium?”, *Comparative Population Studies*, N° 44.
- Salinas-Arreortua, L. A. y A. M. Pardo-Montaño (2018), “Urbanismo neoliberal en la expansión de las ciudades. El caso de Ciudad de México”, *Bitácora Urbano Territorial*, vol. 28, N° 1.
- San Juan-Bernuy, V. y J. Rodríguez-Vignoli (2023), “El descenso de la fecundidad y la maternidad adolescente en América Latina y su desigualdad socioterritorial: el caso de cinco grandes ciudades”, *Revista Latinoamericana de Población*, N° 17.
- Simpson, L. y H. Snowling (2011), “Estimation of local demographic variation in a flexible framework for population projections”, *Journal of Population Research*, vol. 28, N° 2–3.
- Sobrino, J. (2022), *Migración interna y desarrollo en México*, Ciudad de México, El Colegio de México.
- (2007), “Patrones de dispersión intrametropolitana en México”, *Estudios demográficos y urbanos*, vol. 22, N° 3.
- Vaupel, J. W., Z. Zhang y A. A. van Raalte (2011), “Life expectancy and disparity: an international comparison of life table data”, *BMJ open*, vol. 1, N° 1.
- Walters, A. y Q. Cai (2008), *Investigating the use of holt-winters time series model for forecasting population at the state and sub-state levels*, New Orleans, Population Association of America.
- Wilson, T. (2016), “Evaluation of alternative cohort-component models for local area population forecasts”, *Population Research Policy Review*, vol. 35, N° 2.
- Wilson, T. y otros (2022), “Methods for small area population forecasts: State-of-the-art and research needs”, *Population Research and Policy Review*, vol. 41, N° 3.
- Zazueta-Borboa, J. D. (2024), “De líderes a rezagados: el deterioro de la esperanza de vida en las edades avanzadas en México frente a otros países de América Latina y el Caribe, 1990-2019”, *Revista Latinoamericana de Población*, N° 18.