



CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS,  
URBANOS Y AMBIENTALES

“ANÁLISIS ESTATAL DE LOS PATRONES Y TENDENCIAS DE  
LA FECUNDIDAD EN MÉXICO DE 2000 A 2030”

Tesis presentada por  
ROSA MARÍA BAUTISTA ESPINOSA

Para optar por el grado de  
MAESTRA EN DEMOGRAFÍA

Director de tesis  
MTRO. ALEJANDRO MINA VALDÉS

MÉXICO, D.F. JULIO DE 2016

## **Agradecimientos**

A El Colegio de México por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría en tan prestigiada institución.

Al Mtro. Alejandro Mina Valdés, por guiarme durante el desarrollo de mi trabajo de tesis, por tener siempre el tiempo suficiente para asesorarme y compartir sus valiosos consejos y conocimientos; pero sobre todo por su amistad.

Al Dr. Manuel Ordorica Mellado, por su cercanía y apoyo, y por sus acertadas observaciones y sugerencias para mejorar mi trabajo.

A todos mis Profesores, por contribuir a mi formación profesional y mostrarme su solidaridad y comprensión en una de las situaciones más delicadas de mi vida, en especial al Dr. Víctor M. García Guerrero.

Al CONACyT por hacer posible mis estudios de maestría.

A mi familia, por ser el principal pilar de mi vida. Los amo.

Respetuosamente.

Rosa María.

## Resumen

Bajo el slogan de *“la familia pequeña vive mejor”*, se instauró la aún vigente Ley General de Población de 1974. A más de cuarenta años de su implementación, el nivel de la fecundidad en México se encuentra cerca al nivel de reemplazo (2.1 hijos), sin embargo, la heterogeneidad socioeconómica ha impedido que todos los estados se encuentren cercano a ello. Dada la interrelación entre la fecundidad y los aspectos socioeconómicos de la población, el análisis de la fecundidad forma parte fundamental en la planeación y desarrollo de las políticas sociales y económicas del país. Aunque la fecundidad se encuentra ampliamente estudiada, en años recientes no se cuenta con estudios nacionales o estatales. Por ello, el objetivo general de esta investigación se centra en analizar la dinámica de la fecundidad en un periodo más reciente 2000, 2010 y 2015, así como en los tres quinquenios futuros inmediatos 2020, 2025 y 2030, respecto al nivel y estructura de la fecundidad, tanto a nivel nacional como estatal. Para cumplir con ello 1) se evalúa la calidad de la información 2) se emplean seis indicadores demográficos para analizar los niveles y patrones de la fecundidad de los estados y 3) se ajustan la estructura por edad de la fecundidad, se proyecta el patrón a 2030 y se evalúan las proyecciones realizadas por el Consejo Nacional de Población mediante el método del doble logaritmo de la función Gompertz.. Entre los principales hallazgos se tiene que, el patrón de la fecundidad en la mayor parte de los estados continúa tendiendo hacia el rejuvenecimiento, sólo que con un repunte de la fecundidad adolescente. Hay evidencia de que debe replantearse inmediatamente la cota inferior en el nivel de fecundidad que utiliza el CONAPO en las proyecciones por estado. Si bien, las proyecciones muestran un posible descenso generalizado de la fecundidad en los próximos quince años, el incremento de la fecundidad adolescente podría incidir directamente en un repunte del nivel de la fecundidad como ocurrió en 2015. Los encargados de formular y desarrollar las políticas públicas en el país deben tomar acciones inmediatas, al parecer *“la familia pequeña no vive mejor”*.

## Índice

Introducción .....	1
1. ANTECEDENTES.....	5
1.1 La Teoría de la Transición Demográfica .....	5
1.1.1. La Transición Demográfica en América Latina.....	6
1.2 La Transición Demográfica en México.....	8
2. METODOLOGÍA .....	10
2.1. Calidad de la información .....	10
2.1.1. Índice de Whipple .....	11
2.1.2. Índice de Myers.....	12
2.1.3. Índice de Naciones Unidas.....	15
2.2. Estructura Poblacional .....	18
2.2.1. Corrección de la población mediante el método de 1/16.....	20
2.2.2. Prorratio de los datos no especificados .....	22
2.3. Análisis demográfico de la fecundidad .....	23
2.4. Modelo de la fecundidad basado en la relación Gompertz propuesto por Brass .....	26
2.4.1. Desarrollo del modelo.....	27
2.4.2. Aplicación del modelo .....	31
2.4.3. Interpretación de los parámetros .....	33
2.4.4. Ajuste de la estructura de la fecundidad .....	35
2.5. Proyección de la fecundidad .....	37
2.6. Evaluación de las proyecciones de fecundidad realizadas por el CONAPO .....	41
3. RESULTADOS .....	43
3.1. Calidad de la información censal .....	43
3.2. Estructura poblacional.....	47

3.2.1. Corrección de la información.....	47
3.2.2. Prorrates de los datos no especificados .....	49
3.2.3. Análisis de la estructura poblacional .....	49
3.3. Análisis demográfico de la fecundidad.....	55
3.3.1. Tasa Bruta de Natalidad.....	55
3.3.2. Las tasas específicas de fecundidad.....	56
3.3.3. Edad Media de Fecundidad.....	61
3.3.4. Tasa Global de Fecundidad.....	62
3.3.5. Tasa Bruta de Reproducción .....	67
3.3.1. Tasa Neta de Reproducción .....	69
3.4. Evaluación de las proyecciones realizadas por el CONAPO.....	71
3.5. Proyecciones de fecundidad a 2030 .....	73
4. CONCLUSIONES .....	85
5. APÉNDICE .....	89
A. Calidad de la información censal.....	89
B. Estructura poblacional .....	93
C. Análisis demográfico de la fecundidad.....	98
D. Evaluación de las proyecciones realizadas por el CONAPO .....	104
E. Proyecciones de fecundidad a 2030.....	112
6. BIBLIOGRAFÍA.....	116

---

---

## Introducción

La natalidad es uno de los principales factores que determinan el crecimiento natural de una población. En demografía, el término “natalidad” alude al número de nacimientos en un determinado territorio y “fecundidad” a la capacidad de una pareja o mujer para producir un nacimiento, es decir, se refiere al número de hijos que una mujer tiene durante todo su período reproductivo, usualmente contabilizado entre los 15 y 49 años.

Durante mucho tiempo la fecundidad natural<sup>1</sup> prevaleció en el mundo, sin embargo, con la industrialización del siglo XIX comenzaron a generarse las prácticas antinatalistas. Cuando la explosión demográfica se produjo en las sociedades industrializadas, surgió el debate sobre las implicaciones desfavorables que tendría el crecimiento poblacional en el desarrollo de los países, principalmente en los no desarrollados, así como el establecimiento de los mecanismos necesarios para controlar la fecundidad.

En México, dos etapas fueron cruciales para promover la regulación de la fecundidad, el milagro mexicano y el agotamiento del modelo de desarrollo estabilizador. En un principio, los presidentes reconocían el reto que implicaba el alto crecimiento poblacional pero se negaban a actuar de otra manera que no fuera a través del desarrollo y del mejoramiento general de las condiciones de vida, debido en gran parte al crecimiento económico sostenido que se tenía hasta los años sesentas, bajo una política de población pronatalista. Sin embargo, el progresivo agotamiento del modelo de desarrollo estabilizador, las primeras proyecciones de población y otros factores, ocasionaron un cambio drástico en la política de población. El cambio en el discurso de la política de población fue muy claro en el expresidente Luis Echeverría, quien aún como candidato presidencial reafirmaba el principio de que “gobernar es poblar”, mientras que en 1972, ya como presidente reconoció que frenar el incremento de la población era favorable para el pueblo (Sandoval, 2014).

Bajo esta nueva perspectiva, en 1974 se promulga la aún vigente Ley General de Población y se establece al Consejo Nacional de Población (CONAPO) como la institución responsable de la planeación demográfica del país. Si bien, la fecundidad en México comenzó a descender antes de la implementación de esta nueva política de población, gran parte del rápido descenso se le

---

<sup>1</sup> Se refiere a la fecundidad espontánea o fisiológica en donde no interviene ningún elemento para reducir o controlar su magnitud.

## INTRODUCCIÓN

---

atribuye a las acciones en materia de población implementadas por el CONAPO, bajo la estrategia “*la familia pequeña vive mejor*”.

Después de más de cuarenta años de esfuerzos realizados en el control de la natalidad, la tasa global de fecundidad no ha logrado llegar al nivel del reemplazo (2.1 hijos) y aunque a nivel nacional se encuentra cerca de conseguirlo, la gran heterogeneidad socioeconómica en el país ha impedido resultados similares en todos los estados.

Si bien, el énfasis en el crecimiento poblacional descuida las dimensiones sociodemográficas restantes y origina un panorama incompleto y sesgado de las interrelaciones entre la población y el desarrollo (Bajraj Reynaldo, Villa y Rodríguez, 2000:7), dada la interrelación entre la fecundidad y los aspectos socioeconómicos de la población, su estudio continúa siendo trascendente, así se encuentre a nivel de reemplazo o por debajo de él. Además, la natalidad es uno de los principales factores que define la estructura poblacional de un país y de ésta dependerá la planeación de políticas públicas hacia la población joven, adulta y adulta mayor, como por ejemplo: los servicios de salud y educación necesarios para la población joven en los estados, la generación de empleos necesarios para la población o aprovechamiento del bono demográfico, el envejecimiento inminente de la población, entre otros.

De esta manera, el análisis de la fecundidad forma parte fundamental en la planeación y desarrollo de las políticas sociales y económicas del país. En los estudios más recientes sobre la evolución del nivel y la estructura de la fecundidad en México y en sus entidades se encuentran el de Ordorica (1984) y Zavala de Cosío (2014). Ordorica analiza la evolución de la natalidad y fecundidad mexicana de 1940 a 1977, a nivel nacional y estatal, relacionando la fecundidad a las condiciones socioeconómicas de cada estado como la educación y alfabetismo, el ingreso, las diferencias entre zonas urbanas y rurales y la participación de la mujer en la actividad productiva. Mientras que Zavala de Cosío examina la transición demográfica en México de 1895 a 2010 a nivel nacional, caracterizando la transición demográfica mexicana y contrastándola contra 19 países latinoamericanos, proporcionando series históricas de los principales indicadores demográficos.

En cuanto al nivel de la fecundidad, Ordorica (1984) encuentra que en 1977 los estados con un nivel de fecundidad muy bajo eran el Estado de México y el Distrito Federal; con un nivel relativamente bajo se encontraba Baja California Norte, Chihuahua, Nuevo León y Tamaulipas; los que tenían un nivel de fecundidad medio eran Baja California Sur, Campeche, Coahuila,

## INTRODUCCIÓN

---

Colima, Chiapas, Jalisco, Morelos, Quintana Roo, Sonora, Veracruz y Yucatán; mientras que con un nivel de fecundidad elevado se encontraba Sinaloa, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Nayarit, Hidalgo, Puebla, Guerrero, Tlaxcala, Oaxaca y Tabasco.

Mientras que respecto a los cambios en la estructura, Zavala de Cosío (2014) halla que el patrón de fecundidad mexicano (hasta 2008) tiende hacia el rejuvenecimiento, con una cúspide entre los 20-24 años de edad, y una reducción generalizada a partir de los 25 años compensada por una disminución moderada de la fecundidad temprana entre los 15 y 24 años.

Sin embargo, en años más recientes no hay estudios sobre dinámica de la fecundidad en México y mucho menos en las entidades federativas. Independientemente del nivel de fecundidad actual, ¿la distribución de los estados respecto al nivel de fecundidad continua siendo similar al de 1977?, ¿las diferencias entre los niveles de fecundidad de los estados se mantienen?, ¿el patrón de la fecundidad continúa tendiendo hacia el rejuvenecimiento?, ¿hay el mismo patrón en todas las entidades federativas?, ¿continúa el descenso generalizado de la fecundidad a partir de los 25 años?, ¿la fecundidad continúa descendiendo entre los 15 y 24 años?, ¿cuál será el panorama en un futuro cercano?

Dada la falta de estudios recientes sobre la evolución de la fecundidad en la República Mexicana, el objetivo general de esta investigación se centra en analizar la dinámica de la fecundidad en un periodo más reciente 2000, 2010 y 2015, así como en los tres quinquenios futuros inmediatos 2020, 2025 y 2030, respecto al nivel y estructura de la fecundidad, tanto a nivel nacional como estatal.

Para cumplir con este objetivo se plantea: 1) realizar un análisis demográfico de la fecundidad para 2000, 2010 y 2015 a nivel nacional y en las 32 entidades federativas del país, mediante indicadores que permitan examinar el nivel y la estructura de la fecundidad, posterior a la evaluación y corrección de la información censal y de conteos; y 2) proyectar el nivel y la estructura de la fecundidad empleando el método del doble logaritmo de la función Gompertz, una vez que ha sido evaluado el grado de armonía y consistencia de las proyecciones de fecundidad de 2015 realizadas por el CONAPO, por este mismo método. Este trabajo se encuentra conformado esencialmente por tres apartados.

El primer apartado se encuentra destinado a los antecedentes del tema. Se presenta básicamente una breve descripción de la principal teoría bajo la cual se ha explicado el descenso

## INTRODUCCIÓN

---

---

de la fecundidad “la teoría de la transición demográfica”. En esta sección se pretende que el lector se familiarice con esta teoría y con la discusión que gira en torno a ella, primordialmente en lo que se refiere al descenso de la fecundidad, tanto en América Latina como en México.

En el segundo apartado se concentran todas las herramientas metodológicas necesarias para cumplir con los objetivos correspondientes. Con la descripción de cada una de las técnicas empleadas el lector podrá reproducir, si es de su interés, cada uno de los resultados obtenidos en la calidad de la información, la corrección de la población, el análisis demográfico de la fecundidad, las proyecciones de fecundidad utilizando el modelo del doble logaritmo de la función Gompertz, etcétera.

Finalmente, en el tercer apartado se presentan todos los resultados obtenidos mediante cuadros y gráficas necesarias. Aunque el estudio es exhaustivo, los resultados se muestran en sentido comparativo, ya que si se analizara estado por estado sería demasiado extenso. Debido a la gran cantidad de información generada, se anexa la mayor cantidad de información posible para que el lector pueda analizar y comparar los indicadores del o los estados de su interés.

---

---

## 1. ANTECEDENTES

La base inicial en que se fundamentan las investigaciones para explicar los cambios en la fecundidad de una población, es la teoría de la transición demográfica. Si bien, se ha cuestionado su validez como teoría, también se ha reconocido su importancia y enriquecido con la incorporación de otras variables a las variables iniciales de análisis. Asimismo, cuando el nivel de la fecundidad se encuentra por debajo del reemplazo la teoría de la segunda transición demográfica cobra importancia.

Actualmente, en algunos países de América Latina y entidades de la República Mexicana la tasa global de fecundidad se encuentra por debajo del nivel de reemplazo, sin embargo, no es viable hablar de una segunda transición demográfica. Para América Latina, "convendría ser cuidadosos antes de afirmar lo que aparentemente los datos nos indican, que estamos en la segunda transición demográfica"(Quilodrán, 2008:18). En México, "aún en presencia de un tipo moderno de unión libre, hay otros aspectos característicos de la segunda transición demográfica que no sobresalen en el ámbito nacional" (Pérez, 2008:508).

Dadas algunas diferencias y similitudes entre la transición demográfica europea, latinoamericana y mexicana, en los siguientes apartados se describe en qué consiste la teoría de la transición demográfica y cómo se ha presentado.

### 1.1 La Teoría de la Transición Demográfica

La teoría de la transición demográfica "consiste esencialmente en el paso de los niveles de natalidad y fecundidad altos y sin control, a niveles bajos y controlados, a través de un período intermedio dentro del cual el descenso de la mortalidad antecede al de la natalidad, generando un crecimiento rápido de población" (Patarra, 1973:86). Cuando las tasas de mortalidad y fecundidad son altas, la población se encuentra en equilibrio; posteriormente, con el desbalance de las tasas surge la llamada *explosión demográfica*; y finalmente cuando los individuos comienzan a controlar su fecundidad, la tasa de natalidad disminuye y junto a la baja tasa de mortalidad el tamaño de la población tiende nuevamente al equilibrio.

Para otros, la transición demográfica consta de cuatro etapas, la primera y la segunda son similares a las anteriores; la tercera surge cuando inicia el descenso de la fecundidad y el ritmo de crecimiento de la población joven desciende gradualmente; y la cuarta se logra cuando la natalidad

## ANTECEDENTES

---

y mortalidad son bajas, con un crecimiento bajo o nulo e incluso negativo por momentos, provocando el envejecimiento gradual de la población (Benítez, 2004:240).

De acuerdo a la opinión de los expertos encargados de hacer proyecciones, la fase final de la transición demográfica se logrará cuando la población mundial alcance el crecimiento nulo, quienes estiman que será alcanzado cerca de la mitad del presente siglo (Pichat, 1981:483)

La transición demográfica constituye una descripción de las transformaciones económicas y sociales que tuvieron lugar en Europa en el siglo XIX. Para Thompson (1929), primero en presentar dicha teoría, los países pasarían de una etapa a otra como producto de los cambios en la industrialización, el mejoramiento de la sanidad, el mejoramiento laboral y el excedente agrícola; mientras que para Notestein (1945), quien al parecer desconocía los trabajos de Thompson, dependería de los niveles de modernización y de los factores económicos, sociales y culturales.

La formulación de la transición demográfica como teoría, se ha discutido. Desde los años setentas, Patarra (1973) cuestionó si es posible su generalización a cualquier país, desarrollado o no desarrollado, que atravesase por un proceso de desarrollo urbano industrial. Aunque el autor no encontró consenso entre los especialistas respecto al tema, concluye que el desarrollo urbano-industrial es un factor importante que influye en el comportamiento reproductivo de manera específica. En años posteriores Chenesais (1986), citado en Zavala de Cosio (2014), refutó la hipótesis de que las transiciones demográficas se expliquen con los mismos factores que en Europa, ya que muchas de éstas se han dado sin todas estas transformaciones, como en el caso de América Latina.

### **1.1.1. La Transición Demográfica en América Latina**

A pesar de lo anterior, en América Latina se han identificado la coexistencia dos tipos de transición demográfica. Uno similar al europeo, en donde los cambios en los patrones de reproducción se le atribuyen a modificaciones en las estructuras familiares, la urbanización, la escolarización, el mercado de trabajo y condición femenina; en este sector de la población se utilizaban los métodos modernos de anticoncepción e incluso los tradicionales. Y el otro observado en las capas más pobres de la sociedad, donde la fecundidad comienza a descender debido a la introducción de programas de planificación familiar y a la gran oferta y alcance de métodos anticonceptivos modernos, sin que se debiera necesariamente al mejoramiento de los niveles de vida (Zavala de Cosio, 1992a).

## ANTECEDENTES

---

Por lo tanto, en América Latina el descenso de la fecundidad también se ha atribuido a otras variables, además de la escolarización, urbanización e industrialización. Como indica Zavala de Cosío (2014:4), "algunos autores suman la influencia de las instituciones (McNicoll, 1981), las consecuencias de la laicización, las dinámicas familiares, los valores, las normas sociales (Coale, 1973; Lesthaeghe, 1983)". Además, la transición en América Latina fue más rápida a la europea.

Mientras que en los países europeos duró dos siglos, en la región está ocurriendo en menos de uno (Quilodrán, 2008). La transición en América Latina empieza a fines del siglo XIX, con el descenso de la mortalidad (Zavala de Cosío, 1992a), como producto de ello, de 1950 a 2000 la esperanza de vida al nacer pasó de 50 a cerca de 70 años. Por su parte, la fecundidad comenzó a descender hasta mediados de los sesentas, reduciendo en treinta y cinco años el número de hijos promedio de 6 a 2.8 (Chackiel, 2004:10). Para 2015 el número de hijos promedio en la región se aproximó al nivel de reemplazo llegando a 2.15 hijos y se prevé que para 2030 se tengan 1.9 hijos (United Nations, 2015).

A pesar del declive de la fecundidad en América Latina, los cambios en los países que conforman la región han sido heterogéneos. La transición demográfica de los países que conforman la región se inició en diferente época, con diferente duración y velocidad (Rodríguez, Carvalho y Aguirre, 1997), además, aunque la mayoría de los países se encontraban en pleno cambio, hay algunos que se encontraban a inicios del proceso y otros en fase avanzada (Chackiel, 2004).

Independientemente del nivel de fecundidad, el descenso de las tasas de fecundidad por edades puede variar. Los nacimientos pueden planificarse de distintas maneras: 1) postergando el nacimiento del primer hijo, 2) después de lograr el tamaño de familia deseado o 3) mediante el espaciamiento entre un hijo y otro. Al controlar la fecundidad de esta forma, resultará un patrón de fecundidad tardío, un patrón de fecundidad temprana y una estructura de la fecundidad por edades dilatada, con valores similares en las edades centrales; respectivamente (Chackiel, 2004).

Para países de Europa Occidental, Ferrando (2003), citado en Chackiel (2004), encuentra que en general la estructura de la fecundidad es tardía, presentando la tasa máxima en el grupo de 30-34 años, con una edad a la unión muy tardía y probablemente con un amplio intervalo protogenésico, aunque al parecer la postergación a la unión no es requisito para lograr el nivel bajo de fecundidad. Mientras que para América Latina, Chackiel (2004) muestra que la tendencia prevaleciente ha sido mantener una fecundidad temprana, es decir, hay una propensión hacia el

## ANTECEDENTES

---

rejuvenecimiento de las tasas de fecundidad por edad (salvo quizá Uruguay y Argentina), especialmente en las edades posteriores a los 30 años, lo cual podría indicar que las parejas están optando por tener hijos en un menor tiempo después del matrimonio o unión y controlar los nacimientos posteriormente.

### 1.2 La Transición Demográfica en México

En el caso de México, la transición demográfica se ha caracterizado por ser tardía y muy veloz. En 1910, la esperanza de vida era muy reducida (27.6 años) debido a la presencia de enfermedades infecciosas, y los brotes epidémicos de viruela, tifo, peste, cólera, fiebre amarilla y gripe española; que azotaron la región a lo largo del siglo XIX, bajo un contexto de crisis económica, inestabilidad política y guerras. De esta manera, la primera etapa de la transición demográfica surge como producto del avance de la medicina moderna, las campañas de salud, el mejoramiento de los servicios públicos y el retorno de la paz en el país. A partir de 1930, la mortalidad comienza a descender rápidamente, mientras la tasa de natalidad permanecía elevada (Zavala de Cosío, 1992b).

El rápido crecimiento de la población mexicana, impulsado por la reducción de la mortalidad y las altas fecundidad (*baby boom posrevolucionario*), coincidió con el periodo de bonanza económica en el país. Por ello, las preocupaciones desarrolladas en el ámbito internacional a partir de 1950, acerca del crecimiento demográfico como uno de los principales problemas de población, no hicieron efecto inmediato en la política aún poblacionista de México. Sin embargo, el progresivo agotamiento del modelo de desarrollo estabilizador y las primeras proyecciones de población del país, entre otros factores, propiciaron a que en 1972 se establecieran los primeros programas públicos de paternidad responsable y planificación familiar, y promulgar a finales de 1973, la aún vigente Ley General de Población (Sandoval, 2014).

El programa de planificación familiar en México favoreció el rápido descenso de la fecundidad (segunda etapa de la transición), que inició desde la segunda mitad de los años sesentas con el descenso de la fecundidad de las mujeres en los sectores privilegiados, urbanos y educados; de esta manera, también coexisten dos tipos de transición en nuestro país. El primero, en los sectores más avanzados que se beneficiaron de los procesos de desarrollo económico y social, y el segundo en las áreas rurales, en las que el descenso se presentó de manera tardía bajo el modelo

## ANTECEDENTES

---

de "imposición", con la implementación del programa de planificación familiar (Zavala de Cosío, 1992b).

La continuación en la aplicación sistemática de este tipo de política favoreció a que en las siguientes décadas se redujese la tasa global de fecundidad de 6.83 hijos por mujer en 1970<sup>2</sup> a 2.29 en 2015<sup>3</sup>. De acuerdo a Partida (2005), la tercera etapa de la transición demográfica tendrá lugar durante la primera mitad del presente siglo.

Cuando la fecundidad se aproximan al nivel de reemplazo, las variaciones en su nivel dependen estrechamente del calendario de la fecundidad. En México, la cúspide en el patrón de fecundidad pasó de ser tardía (1976-1977) a temprana (después de 1989), donde las tres cuartas partes de los nacimientos se producen antes de los 30 años de edad con una cúspide a los 20-24 años (Zavala de Cosío, 2014). Por lo tanto, como Zavala de Cosío (2014:15) menciona, el esquema *general mexicano* "es de un rejuvenecimiento de la fecundidad, con una reducción generalizada después de los 25 años de edad, compensada por una disminución moderada de la fecundidad temprana, entre los 15 y los 24 años".

---

<sup>2</sup> 69-71 ROWE. Sistema para la consulta de las estadísticas históricas de México 2014. INEGI.

<sup>3</sup> Encuesta Intercensal 2015. INEGI.

---

---

## 2. METODOLOGÍA

La profundidad de análisis de la fecundidad en una población, depende en gran medida de los datos con que se disponga. En el estudio de la fecundidad las principales fuentes de información son: las estadísticas vitales de nacimiento, los datos censales de población y las encuestas. Las principales fuentes utilizadas en el presente trabajo son el Censo General de Población y Vivienda 2000, el Censo de Población y Vivienda 2010 y la Encuesta Intercensal 2015, que provee el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); así como de las Estimaciones y Proyecciones de Población 1990-2010 y 2010-2030 del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

La información debe ser analizada cuidadosamente. A pesar de que se cuente con un instrumento de captación bien diseñado, si el informante no declara bien los datos o se duplican u omiten algunos individuos, la calidad de los datos se verá mermada, por lo que es importante emplear las técnicas necesarias que nos ayuden a evaluar y corregir dicha información. Si bien, el análisis de la fecundidad se realiza para 2000, 2010 y 2015, para evaluar la calidad de la información se incorpora a los censos de 1990, 2000 y 2010, los conteos de población de 1995 y 2005 y a la encuesta intercensal 2015, con la finalidad de tener un panorama más amplio del mejoramiento o deterioro de dicha información. Es importante mencionar que la desagregación de la información en la encuesta intercensal 2015 sólo permite evaluar la calidad de la información mediante el índice de Naciones Unidas.

Por lo tanto, considerando la evaluación y corrección de la información, en este apartado se describen las técnicas empleadas para analizar la dinámica de la fecundidad de México, tanto a nivel nacional como a nivel estatal, para 2000, 2010 y 2015; así como el uso del modelo del doble logaritmo de Gompertz para corregir la estructura de la fecundidad por edad y proyectarla a 2020, 2025 y 2030, además de este método permite evaluar de alguna manera las proyecciones oficiales que se tienen.

### 2.1. Calidad de la información

Las distorsiones en la distribución de la edad pueden ser reales, causadas por los cambios pasados en los niveles o patrones de mortalidad, fecundidad o migración; o por errores. Los errores pueden ser de cobertura o de contenido, aunado a los errores propios de muestreo en el caso de las

## METODOLOGÍA

---

encuestas. Los errores de cobertura se presentan cuando se omiten o duplican indebidamente a los individuos, mientras que en los de contenido se capta a las personas pero se cambia alguno de sus atributos como es la edad, ya sea porque no la saben, porque prefieren redondearla o simplemente optan por no decir la verdad.

Por lo tanto, la mala declaración de la edad puede deberse a la "preferencia de dígitos"<sup>4</sup> o "declaración de edad hacia arriba o abajo"<sup>5</sup>. Por ejemplo, es más frecuente que las personas reporten que su edad termina en 0 o 5, y menos frecuente que reporten edades con terminación en 9,1,4 o 6. Un error más grave al anterior, es cuando las personas declaran su edad en un grupo de edad hacia arriba o abajo, del grupo que correspondería a su edad verdadera, porque éste es más difícil de detectar y ajustar que el primero (Newell, 1986).

En demografía existen diferentes técnicas para identificar el grado de preferencia de dígitos, como el índice de Whipple, el índice de Myers, el índice de Naciones Unidas, entre otras; así como técnicas para corregir la distribución de las edades como lo hace el método de 1/16.

### 2.1.1. Índice de Whipple

El índice de Whipple ( $I_W$ ) mide el grado de preferencia de edades que terminan en 0 ó 5 de la población que declaró su edad entre los 23 y 62 años cumplidos, éste índice sólo utiliza este rango de edades porque fuera de él existen otros problemas que tienden a confundir el patrón normal de la preferencia de dígitos.

El supuesto en que se basa es la distribución uniforme en cada una de las edades individuales y para cada grupo de edad asociado, por ejemplo, se supone que 5 veces la población que declaró tener 25 años cumplidos es aproximadamente igual a la población que declaró tener 23, 24, 25, 26 o 27 años cumplidos. De esta manera,  $I_W$  es igual a 100 cuando no hay preferencia de edades que terminan en 0 ó 5, y a 500 cuando sólo se reportaron edades con esta terminación. Por lo tanto, el índice de Whipple está definido como:

$$I_W = \frac{5 \sum_{i=5}^{12} P_{5i}}{\sum_{i=23}^{62} P_i} * 100 = \frac{5 * (P_{25} + P_{30} + \dots + P_{60})}{P_{23} + P_{24} + \dots + P_{61} + P_{62}} * 100$$

donde  $P_{5i}$  y  $P_i$  son las poblaciones censadas que declararon tener las edades cumplidas  $5i$  e  $i$ , respectivamente.

---

<sup>4</sup> Heaping

<sup>5</sup> Shifting

## METODOLOGÍA

Para conocer la calidad de la información, Naciones Unidas publicó la siguiente escala:

Clasificación	Rango del $I_W$
Información muy precisa	$100 \leq I_W < 105$
Información precisa	$105 \leq I_W < 110$
Información aproximada	$110 \leq I_W < 125$
Información deficiente	$125 \leq I_W < 175$
Información muy deficiente	Mayor que 175

**Ejemplo.** Utilizando los datos de Censo de Población y Vivienda 2010, el índice de Whipple para México en 2010 es:

$$I_W = \frac{5 * (P_{25} + P_{30} + \dots + P_{60})}{P_{23} + P_{24} + P_{25} + \dots + P_{61} + P_{62}} * 100$$

$$I_W = \frac{5 * (12,139,572)}{53,245,253} * 100$$

$$I_W = 114$$

Lo cual quiere decir que a nivel nacional, la información de población del censo de 2010 en México es aproximada.

### 2.1.2. Índice de Myers

A diferencia del índice de Whipple, este índice sirve para estimar la preferencia al declarar la edad en cada dígito. El índice de Myers ( $I_M$ ) es un índice resumen, conformado por la suma de los valores absolutos de los índices individuales ( $M_j$ ) para cada dígito ( $j = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  y  $9$ ), que determinan la preferencia o rechazo de cada uno de los dígitos en la declaración de la edad.

Para medir la atracción o repulsión de cada uno de los diez dígitos, la idea consiste en comparar las edades declaradas en los censos, conteos o encuestas con las verdaderas, sin embargo, conocer las verdaderas casi nunca es posible, por lo que se obtienen estimaciones de los valores verdaderos.

Sea:

$P_x$  = Número de personas que declaran tener la edad  $x$ .

$V_x$  = Número verdadero de personas que declaran tener la edad  $x$ .

$P$  = Población total.

## METODOLOGÍA

---

Tomando como límite hasta 100 años, la edad  $x$  puede escribirse como  $x = 10i + j$ , donde  $i$  es el dígito de las decenas y  $j$  el de las unidades. Sólo se consideran las edades de 10 años y más y 20 años y más, porque generalmente existen irregularidades en las primeras edades. De esta manera,

$P_j = \sum_{i \geq 1} P_{10i+j}$  es el número de personas que han declarado su edad terminada en el dígito  $j$ , que se encuentran dentro de la población de 10 años y más cumplidos.

$P'_j = \sum_{i \geq 2} P_{10i+j}$  es el número de personas que han declarado su edad terminada en el dígito  $j$ , que se encuentran dentro de la población de 20 años y más cumplidos.

$V_j = \sum_{i \geq 1} V_{10i+j}$  es el número teórico de personas con edad terminada en el dígito  $j$ , que se encuentran dentro de la población de 10 años y más cumplidos.

$V'_j = \sum_{i \geq 1} V_{10i+j}$  es el número teórico de personas con edad terminada en el dígito  $j$ , que se encuentran dentro de la población de 20 años y más cumplidos.

Así, para calcular el índice individual del dígito  $j$  se establece la relación,

$$\frac{(P_j + P'_j) - (V_j + V'_j)}{\sum_{j \geq 0} (P_j + P'_j)}$$

no obstante, como no se conocen los valores de  $V_j$  y  $V'_j$ , se supone linealidad en la tendencia de los valores  $V_j$  y  $V'_j$ , ponderándolos y suponiendo que en cada uno de los diez dígitos debe haber un 10% de la población. Es decir, se encuentran los valores de  $a_j$  y  $a'_j$  tales que,

$$\frac{a_j V_j + a'_j V'_j}{\sum (a_j V_j + a'_j V'_j)} = 0.10 \quad \text{y} \quad \sum_{j \geq 0} (a_j V_j + a'_j V'_j) = \sum_{j \geq 0} (a_j P_j + a'_j P'_j)$$

ya que se supone que en cada uno de los 10 dígitos debe haber un 10% de la población y que el total de la población es correcto. Donde,  $a_j$  y  $a'_j$  toman los valores:

$j$	$a_j$	$a'_j$
0	1	9
1	2	8
2	3	7
3	4	6
4	5	5
5	6	4
6	7	3
7	8	2
8	9	1
9	10	0

Por lo que se puede construir un índice,

$$\begin{aligned}
 M_j &= \frac{(a_j P_j + a'_j P'_j) - (a_j V_j + a'_j V'_j)}{\sum_{j \geq 0} (a_j P_j + a'_j P'_j)} * 100 \\
 &= \frac{(a_j P_j + a'_j P'_j)}{\sum_{j \geq 0} (a_j P_j + a'_j P'_j)} - \frac{(a_j V_j + a'_j V'_j)}{\sum_{j \geq 0} (a_j P_j + a'_j P'_j)} * 100 \\
 &= \left( \frac{a_j P_j + a'_j P'_j}{\sum (a_j P_j + a'_j P'_j)} - 0.10 \right) * 100
 \end{aligned}$$

Donde, si  $M_j > 0$  el dígito es preferido, mientras que si  $M_j < 0$  el dígito es rechazado. Finalmente, el índice resumen de Myers es la suma de los valores absolutos de los 10 índices individuales.

$$I_M = \sum_{j \geq 0} |M_j|$$

Para el  $I_M$  la escala de clasificación es la siguiente:

Clasificación	Rango del $I_M$
Concentración baja en algún dígito	$0 \leq I_M \leq 5$
Concentración intermedia en algún dígito	$5 \leq I_M \leq 15$
Concentración alta en algún dígito	$15 \leq I_M \leq 30$
Concentración muy alta en algún dígito	Mayor que 30

## METODOLOGÍA

**Ejemplo.** Utilizando los datos de Censo de Población y Vivienda 2010, el índice de Myers para México en 2010 se construye de como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro1. Construcción del índice de Myers, México 2010

Dígito	$P_j$	$P'_j$	$a_j$	$a'_j$	$a_j P_j$	$a'_j P'_j$	$a_j P_j + a'_j P'_j$	$\frac{a_j P_j + a'_j P'_j}{\sum (a_j P_j + a'_j P'_j)}$	$M_j$	$ M_j $
0	11,509,936	9,169,904	1	9	11,509,936	82,529,136	94,039,072	0.1184	1.84%	1.84%
1	8,098,212	6,002,439	2	8	16,196,424	48,019,512	64,215,936	0.0809	-1.91%	1.91%
2	9,881,154	7,682,828	3	7	29,643,462	53,779,796	83,423,258	0.1050	0.50%	0.50%
3	9,035,342	6,917,955	4	6	36,141,368	41,507,730	77,649,098	0.0978	-0.22%	0.22%
4	8,806,139	6,617,720	5	5	44,030,695	33,088,600	77,119,295	0.0971	-0.29%	0.29%
5	9,363,566	7,099,228	6	4	56,181,396	28,396,912	84,578,308	0.1065	0.65%	0.65%
6	8,435,710	6,271,432	7	3	59,049,970	18,814,296	77,864,266	0.0980	-0.20%	0.20%
7	8,150,620	5,868,288	8	2	65,204,960	11,736,576	76,941,536	0.0969	-0.31%	0.31%
8	8,610,094	6,294,450	9	1	77,490,846	6,294,450	83,785,296	0.1055	0.55%	0.55%
9	7,454,025	5,454,505	10	0	74,540,250	0	74,540,250	0.0939	-0.61%	0.61%

$$I_M = \sum_{j=0}^9 |M_j| = 7.09\%$$

Donde, por ejemplo:

$$\begin{aligned} P_1 &= \sum_{i \geq 1} P_{10i+1} = P_{11} + P_{21} + P_{31} + \dots + P_{91} \\ &= 2,095,773 + 1,852,751 + 1376746 + \dots + 23,769 \\ &= 8,098,212 \\ P'_1 &= \sum_{i \geq 2} P_{10i+1} = P_{21} + P_{31} + \dots + P_{91} \\ &= 1,852,751 + 1376746 + \dots + 23,769 \\ &= 6,002,439 \end{aligned}$$

El índice de Myers obtenido indica que hay concentración intermedia en algún dígito de las edades declaradas en el censo de 2010 en México. Además los indicadores individuales nos muestran que las personas censadas tuvieron preferencia por los dígitos 0, 2, 5 y 8 al declarar su edad.

### 2.1.3. Índice de Naciones Unidas

"Cuando los datos poblacionales aparecen agregados de forma quinquenal, los errores cometidos en la declaración de la edad quedan eliminados en parte. Los índices de exactitud habrán

## METODOLOGÍA

de tener distintas características de los empleados para medir la atracción de cada dígito" (Leguina, 1973:339).

El Índice de Naciones Unidas (INU) además de considerar la regularidad de los grupos como lo hacen el de Whipple y Myers, considera la regularidad de los sexos. Por lo tanto, el INU es una combinación del índice de regularidad de los grupos de edad (para hombres y mujeres) y el índice de regularidad de sexos. El INU se construye para los grupos quinquenales desde 0-4 años hasta el grupo de 70-74 años, ya que después de estos las irregularidades pueden deberse a otras causas aparte de la mala declaración.

Para construir los índices de regularidad de los grupos de edad para hombres ( $I^H(G)$ ) y mujeres ( $I^M(G)$ ) se supone linealidad, es decir, se asume que los efectivos de los grupos van decreciendo linealmente. Por ejemplo, el cociente entre la población de 5-9 años y el promedio de la población de 0-4 años y 10-14 años, debe tender a la unidad, ya que bajo linealidad, la población de 0-4 años cumplidos más la población de 10-14 años cumplidos censada dividida entre dos debe ser aproximadamente igual a la población que declaró tener entre 5-9 años cumplidos. De esta manera,

$$I^H(G) = \frac{1}{13} * \sum_{i=1}^{13} \left| \frac{P_{[5i-(5i+4)]}^H}{0.5 * [P_{[(5i-5)-(5i-1)]}^H + P_{[(5i+5)-(5i+9)]}^H]} - 1 \right|$$

$$I^M(G) = \frac{1}{13} * \sum_{i=1}^{13} \left| \frac{P_{[5i-(5i+4)]}^M}{0.5 * [P_{[(5i-5)-(5i-1)]}^M + P_{[(5i+5)-(5i+9)]}^M]} - 1 \right|$$

Por otra parte, el índice de regularidad de sexo se define a partir de los índices de masculinidad, esperando que no existan variaciones substanciales de grupo a grupo. Por ejemplo, si se consideran los índices de masculinidad de 20-24 y 25-29 años cumplidos, se espera que la diferencia sea cercana a cero.

$$\left| \frac{P_{20-24}^H}{P_{20-24}^M} - \frac{P_{25-29}^H}{P_{25-29}^M} \right| \cong 0$$

Por lo tanto, el índice de regularidad de ambos sexos esta dado de la siguiente manera:

$$I(S) = \frac{1}{13} * \sum_{i=0}^{12} \left| \frac{P_{[5i-(5i+4)]}^H}{P_{[5i-(5i+4)]}^M} - \frac{P_{[(5i+5)-(5i+9)]}^H}{P_{[(5i+5)-(5i+9)]}^M} \right|$$

Así,

$$I_{NU} = [I^H(G) + I^M(G) + 3 * I(S)] * 100$$

## METODOLOGÍA

En este caso, la información se considera precisa si el índice se encuentra cercano a 9 y a medida que se aleja de este número, en esa medida se acentúa la mala declaración de la edad.

**Ejemplo.** Utilizando los datos de Censo de Población y Vivienda 2010, el índice de Naciones Unidas para México en 2010 se construye de como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Construcción del índice de Naciones Unidas, México 2010

Edad	(1) Hombres	(2) Mujeres	(3)	(4)	(1)/(2) $P^H/P^M$	(5)
0-4	5,346,943	5,181,379	-	-	1.032	-
5-9	5,604,175	5,443,362	0.0288	0.0296	1.030	0.0024
10-14	5,547,613	5,392,324	0.0026	0.0150	1.029	0.0007
15-19	5,520,121	5,505,991	0.0656	0.0516	1.003	0.0262
20-24	4,813,204	5,079,067	0.0102	0.0069	0.948	0.0549
25-30	4,205,975	4,582,202	0.0483	0.0377	0.918	0.0298
30-34	4,026,031	4,444,767	0.0145	0.0023	0.906	0.0121
35-39	3,964,738	4,328,249	0.0750	0.0682	0.916	0.0102
40-44	3,350,322	3,658,904	0.0130	0.0154	0.916	0.0004
45-49	2,824,364	3,104,366	0.0181	0.0177	0.910	0.0059
50-54	2,402,451	2,661,840	0.0236	0.0377	0.903	0.0073
55-59	1,869,537	2,025,828	0.0361	0.0581	0.923	0.0203
60-64	1,476,667	1,639,799	0.0039	0.0098	0.901	0.0223
65-69	1,095,273	1,221,992	0.0681	0.0742	0.896	0.0042
70-74	873,893	1,000,041	-	-	-	-
		Suma	0.4079	0.4245		0.1967
		1/13*suma	0.0314	0.0327		0.0151

Por lo que,

$$I_{NU} = [0.0314 + 0.0327 + 3 * 0.0151] * 100 = 10.9$$

Donde:

$$(3) = \left| \frac{P_{[5i-(5i+4)]}^H}{0.5 * [P_{[(5i-5)-(5i-1)]}^H + P_{[(5i+5)-(5i+9)]}^H]} - 1 \right|$$

$$(4) = \left| \frac{P_{[5i-(5i+4)]}^M}{0.5 * [P_{[(5i-5)-(5i-1)]}^M + P_{[(5i+5)-(5i+9)]}^M]} - 1 \right|$$

$$(5) = \left| \frac{P_{[5i-(5i+4)]}^H}{P_{[5i-(5i+4)]}^M} - \frac{P_{[(5i+5)-(5i+9)]}^H}{P_{[(5i+5)-(5i+9)]}^M} \right|$$

Por ejemplo, para el grupo de 10-14 (i=2)

$$(3) = \left| \frac{P_{[10-14]}^H}{0.5 * [P_{[5-9]}^H + P_{[15-19]}^H]} - 1 \right|$$

$$(4) = \left| \frac{P_{[10-14]}^M}{0.5 * [P_{[5-9]}^M + P_{[15-19]}^H]} - 1 \right|$$

$$(5) = \left| \frac{P_{[5-9]}^H}{P_{[5-9]}^M} - \frac{P_{[10-14]}^H}{P_{[10-14]}^M} \right| \quad (i = 1)$$

## 2.2. Estructura Poblacional

"El censo demográfico proporciona la imagen, en un instante dado, de una población en evolución constante bajo la influencia de los hechos demográficos que en ella se producen: especialmente nacimientos, matrimonios[, migraciones] y defunciones" (Pressat, 1967:16).

El crecimiento de una población se encuentra condicionado por su estructura, ya que la fecundidad y mortalidad, se encuentran relacionadas con la edad y el sexo de los individuos. Un método sencillo para analizar la estructura de una población en un momento dado, son las pirámides poblacionales. Mediante su análisis es posible inferir sobre la historia demográfica de un lugar, ya que la composición por edad de un país depende de la evolución de la natalidad y la mortalidad en los últimos 100 años y de las migraciones internacionales.

Una pirámide poblacional es un doble histograma simétrico, donde la población masculina van en la izquierda y la femenina en la derecha, el grupo más joven abajo y el de mayor edad arriba. Como se trata de un histograma, se debe cuidar que las superficies sean igual a los efectivos poblacionales. El eje de las abscisas puede estar dado en números absolutos o en porcentajes, ya que no afecta la forma de la pirámide, sólo debe cuidarse que los porcentajes se calculen respecto al total de la población (hombres más mujeres), ya que de lo contrario, la pirámide podría presentar una falsa figura.

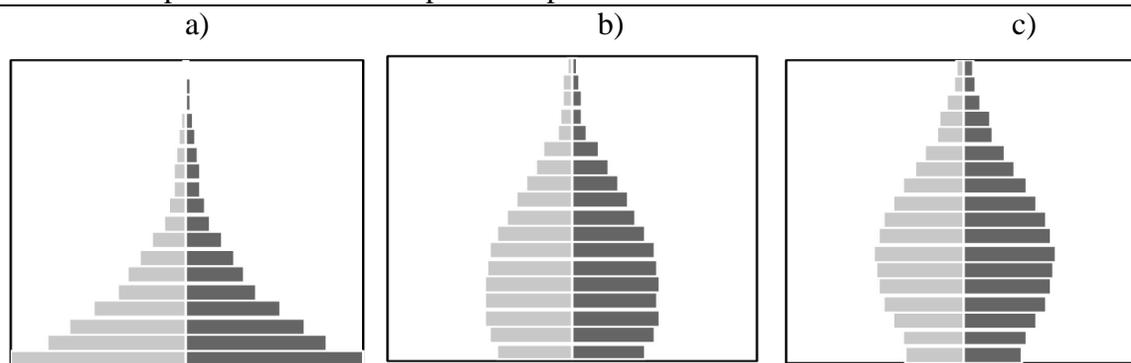
Las principales formas de una pirámide poblacional son:

- **Pirámide Triangular (población joven).** Una pirámide de una población con alta natalidad y alta mortalidad, muestra una base ancha y un rápida disminución hacia la cúspide. En estas poblaciones, el efectivo total varía poco, ya que la alta mortalidad y fecundidad se compensan (gráfica 1.a).
- **Pirámide en forma de campana (población adulta).** La pirámide descansa sobre una base más estrecha y una lenta disminución hacia la cúspide, ya que la fecundidad y la mortalidad han empezado a descender, y la población ha logrado una mayor esperanza de vida (gráfica 1.b).

## METODOLOGÍA

- **Pirámide en forma de bulbo (población envejecida).** La pirámide descansa sobre una base muy estrecha debido a la natalidad baja y en descenso, que se ve desbordada por las generaciones de edad avanzada, la población ha alcanzado una esperanza de vida alta (gráfica 1.c)

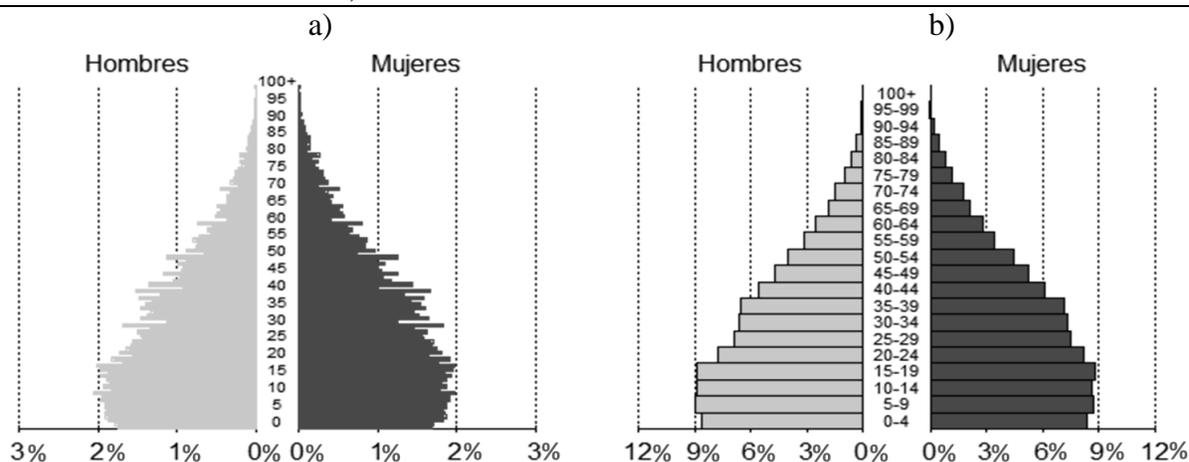
Gráfica 1. Principales formas de una pirámide poblacional



Fuente: Elaboración propia.

Las pirámides poblacionales pueden ser construidas con edades individuales (gráfica 2.a) o con grupos quinquenales (gráfica 2.b), ya que cada una tienden a revelar diferentes características de la edad y sexo. Por ejemplo, la pirámide poblacional a edades individuales nos ayuda de manera simple a detectar irregularidades en la estructura por edad de la población y visualizar el redondeo o la preferencia de dígitos en la declaración de la edad.

Gráfica 2. Población censada, México 2010



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo de población y Vivienda 2010.

Cuando se detectan problemas en la distribución por edad de la población, se utilizan métodos de corrección.

### 2.2.1. Corrección de la población mediante el método de 1/16

El método de un dieciseisavo o fórmula de graduación de un dieciseisavo, corrige y suaviza la distribución por edad de una población. El insumo necesario para emplear este método es la población observada por grupos quinquenales de 0-4, 5-9, ... , 95-99 años; aunque sólo se podrá corregir la población de 10-14, 15-19, ..., 85-89 años.

Este método consiste en un promedio ponderado, que asigna diferente peso a las poblaciones de cada grupo de edad contiguo al que se desea corregir, es positivo si se trata de un grupo inmediato y negativo de otra manera. Se parte del supuesto de que es más probable que una persona declare su edad en un grupo contiguo, ya sea hacia arriba o hacia abajo, que en un grupo de edad más distante (Hobcraft, 1977). Por lo tanto, al grupo de edad que se desea corregir se le asigna un peso de 10, a sus grupos contiguos 4 y a los dos siguientes -1, obteniendo un total de 16.

$$\hat{S}_j = \frac{1}{16} \{-\hat{S}_{j-2} + 4\hat{S}_{j-1} + 10\hat{S}_j + 4\hat{S}_{j+1} - \hat{S}_{j+2}\}$$

	Grupo quinquenal	Población observada
	$j-2$	$S_{j-2}$
Grupo que	$j-1$	$S_{j-1}$
se va a $\Rightarrow$	$j$	$S_j$
corregir	$j+1$	$S_{j+1}$
	$j+2$	$S_{j+2}$

El método se basa en *dos hipótesis principales*:

1. Supone que cada cinco grupos de edades sucesivos estimados se distribuyen como un polinomio de tercer grado.
2. Supone que la población observada por grupos de edad contienen un error ( $e$ ), de magnitud constante, y que éstos son alternos, es decir:

$$\hat{S}_{j-2} = S_{j-2} + e$$

$$\hat{S}_{j-1} = S_{j-1} - e$$

$$\hat{S}_j = S_j + e$$

---



---

**METODOLOGÍA**


---



---

$$\hat{S}_{j+1} = S_{j+1} - e$$

$$\hat{S}_{j+2} = S_{j+2} + e$$

donde:

$\hat{S}_j$  es el efectivo de la población estimado en el grupo de edad  $j$

$S_j$  es el efectivo de la población observada en el grupo de edad  $j$ .

Matemáticamente, se tiene que para un polinomio de grado  $n$ , la  $n$ -ésima diferencia es constante, por lo que la  $n+1$ -ésima diferencia será igual a cero. En este caso, para un polinomio de tercer grado  $Y_i = ax_i^3 + bx_i^2 + cx_i + d$ , la cuarta diferencia será igual a cero, como se muestra en seguida:

$x_i$	$y_i$	$\Delta y_i$	$\Delta^2 y_i$	$\Delta^3 y_i$	$\Delta^4 y_i$
0	D				
1	a+b+c+d	a+b+c			
2	8a+4b+2c+d	7a+3b+c	6a+2b		
3	27a+9b+3c+d	19a+5b+c	12a+2b	6a	
4	64a+16b+4c+d	37a+7b+c	18a+2b	6a	0

Procediendo de manera análoga para los efectivos poblacionales en cada grupo de edad.

$j$	$\hat{S}_j$	$\Delta \hat{S}_j$	$\Delta^2 \hat{S}_j$	$\Delta^3 \hat{S}_j$
$j-2$	$\hat{S}_{j-2}$			
$j-1$	$\hat{S}_{j-1}$	$\hat{S}_{j-1} - \hat{S}_{j-2}$		
$j$	$\hat{S}_j$	$\hat{S}_j - \hat{S}_{j-1}$	$\hat{S}_j - 2\hat{S}_{j-1} + \hat{S}_{j-2}$	
$j+1$	$\hat{S}_{j+1}$	$\hat{S}_{j+1} - \hat{S}_j$	$\hat{S}_{j+1} - 2\hat{S}_j + \hat{S}_{j-1}$	$\hat{S}_{j+1} - 3\hat{S}_j + 3\hat{S}_{j-1} - \hat{S}_{j-2}$
$j+2$	$\hat{S}_{j+2}$	$\hat{S}_{j+2} - \hat{S}_{j+1}$	$\hat{S}_{j+2} - 2\hat{S}_{j+1} + \hat{S}_j$	$\hat{S}_{j+2} - 3\hat{S}_{j+1} + 3\hat{S}_j - \hat{S}_{j-1}$

por lo que,

$$\Delta^4 \hat{S}_j = \hat{S}_{j+2} - 3\hat{S}_{j+1} + 3\hat{S}_j - \hat{S}_{j-1} - \hat{S}_{j+1} + 3\hat{S}_j - 3\hat{S}_{j-1} + \hat{S}_{j-2}$$

$$\Rightarrow 0 = \hat{S}_{j+2} - 4\hat{S}_{j+1} + 6\hat{S}_j - 4\hat{S}_{j-1} + \hat{S}_{j-2}, \quad \text{y con los errores alternos}$$

$$\Rightarrow 0 = (\hat{S}_{j+2} + e) - 4(\hat{S}_{j+1} - e) + 6(\hat{S}_j + e) - 4(\hat{S}_{j-1} - e) + (\hat{S}_{j-2} + e)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow 0 &= 16e + \widehat{S}_{j+2} - 4\widehat{S}_{j+1} + 6\widehat{S}_j - 4\widehat{S}_{j-1} + \widehat{S}_{j-2} \\ \Rightarrow e &= \frac{-\widehat{S}_{j+2} + 4\widehat{S}_{j+1} - 6\widehat{S}_j + 4\widehat{S}_{j-1} - \widehat{S}_{j-2}}{16} \end{aligned}$$

Entonces, si el grupo a corregir es  $\widehat{S}_j = S_j + e$

$$\begin{aligned} \widehat{S}_j &= S_j + \left\{ \frac{-\widehat{S}_{j+2} + 4\widehat{S}_{j+1} - 6\widehat{S}_j + 4\widehat{S}_{j-1} - \widehat{S}_{j-2}}{16} \right\} \\ \Rightarrow \widehat{S}_j &= \frac{16S_j - \widehat{S}_{j+2} + 4\widehat{S}_{j+1} - 6\widehat{S}_j + 4\widehat{S}_{j-1} - \widehat{S}_{j-2}}{16} \\ \Rightarrow \widehat{S}_j &= \frac{1}{16} \{-\widehat{S}_{j-2} + 4\widehat{S}_{j-1} + 10\widehat{S}_j + 4\widehat{S}_{j+1} - \widehat{S}_{j+2}\} \end{aligned}$$

**Ejemplo.** Para corregir la población mexicana masculina de 10-14 años de edad del Censo de Población y Vivienda 2010, se requiere la población observada de los grupos de 0-4, 5-9, 10-14, 15-19 y 20-24 años.

$$\begin{aligned} \widehat{P}_{10-14} &= \frac{1}{16} \{-P_{0-4} + 4P_{5-9} + 10P_{10-14} + 4P_{15-19} - P_{20-24}\} \\ &= \frac{1}{16} \{-5,346,943 + 4(5,604,175) + 10(5,547,613) + 4(5,520,121) - 4,813,204\} \\ &= 5,613,323 \end{aligned}$$

### 2.2.2. Prorrato de los datos no especificados

Además de la preferencia de dígitos, hay problemas de no respuesta en la información censal. Cuando no se logra obtener información precisa de alguno de los atributos de las personas como lo es la edad, estos datos se concentran en el grupo de los *no especificados*. Para contabilizar a estas personas, una vez corregida la distribución por edades de las personas, se prorratea a dicho grupo, es decir se distribuyen proporcionalmente a los *no especificados* en los demás grupos de edad, de la siguiente manera:

$$P_{P(x,x+4)} = P_{(X,X+4)}^c + \left( \frac{P_{(x,x+4)}}{P_T} \right) (P_{NE}), \text{ para } x = 10, 15, \dots, 85$$

$$P_{P(x,x+4)} = P_{(x,x+4)} + \left( \frac{P_{(x,x+4)}}{P_T} \right) (P_{NE}), \text{ para } x = 0, 5, 90, 95 \text{ y } 100 +$$

donde:

$P_{P(x,x+4)}$  es la población prorrateada entre la edad  $x$  y  $x+4$ .

$P_{(x,x+4)}^c$  es la población corregida entre la edad  $x$  y  $x+4$ .

$P_{(x,x+4)}$  es la población observada entre la edad  $x$  y  $x+4$ .

$P_T$  es la población total de los grupos de edad a considerar.

$P_{NE}$  son los no especificados.

### 2.3. Análisis demográfico de la fecundidad

El estudio demográfico de la fecundidad es muy complejo, ya que existe una gran cantidad de factores que se pueden considerar al describir y analizar su dinámica. Sin embargo, como menciona Corona (1986:13), a pesar de que no se ha logrado la consolidación una teoría que explique el comportamiento poblacional y su vinculación con los fenómenos de naturalezas económicas, social y política, se han conseguido avances significativos en el campo metodológico, es decir, cada vez se dispone de mayor instrumental estadístico-matemático adecuado para el análisis de la población, de su situación numérica y sus cambios en el espacio y tiempo.

Como se ha mencionado, se cuenta con una gran diversidad de indicadores para la medición de la fecundidad, donde cada uno de ellos permiten analizar diferentes aspectos del fenómeno. Para el análisis demográfico de la fecundidad en este trabajo se utilizan seis indicadores: la tasa bruta de natalidad, la tasa específica de fecundidad, la edad media de la fecundidad, la tasa global de fecundidad, la tasa bruta de reproducción y la tasa neta de reproducción.

Además, se emplean las tasas específicas y globales de fecundidad estimadas por el INEGI en 2000, 2010 y 2015, y a partir de estos datos se derivan las demás tasas. Los nacimientos se obtuvieron al multiplicar la TEF por la población femenina de 15 a 49 años a mitad de año.

- *La Tasa Bruta de Natalidad (b)*, se refiere al número de nacidos vivos por cada mil habitantes. Este indicador es el más empleado para determinar el nivel general de la fecundidad, el cual se obtiene al dividir el número de nacimientos ocurridos en un año

( $k=1$ ) y la población media<sup>6</sup> del territorio considerado de ese mismo año, multiplicándolo al resultado por 1000.

$$b = \frac{B(t, t + k)}{k * \bar{P}(t, t + k)} * 1000$$

Como menciona Mattelart (1964:394), la tasa de natalidad que corresponde a la fecundidad fisiológica es de 50 o 60 por mil, donde las tasas más altas alcanzan un valor alrededor de 40 a 45 por mil y las más bajas un 15 por mil.

Si bien es cierto que no es muy buen indicador debido a que está fuertemente afectado por la estructura por edad y el sexo de la población, sí da indicios de una tendencia en cuestión de fecundidad.

- *La Tasa Específica de Fecundidad (TEF) por edad ( $f_x$ ) o grupo de edad ( ${}_n f_x$ ), representa la frecuencia con que ocurren los nacimientos para una determinada edad o grupo de edad, respecto a la población femenina en esta edad o grupo. Es decir, es el cociente del total de nacimientos nacidos vivos de las mujeres en edad  $x$  (o entre  $x$  y  $x+n$ ) en un año específico( $k=1$ ), entre el número total de mujeres de edad  $x$  (o entre  $x$  y  $x+n$ ) a mitad de año ( ${}_n \bar{P}_x^F$ ).*

$$TEF = {}_n f_x = \frac{{}_n B_x(t, t + k)}{k * {}_n \bar{P}_x^F(t, t + k)}$$

Aunque es posible determinar 35 tasas por edad (15-49 años), generalmente se trabaja con siete grupos quinquenales de edad (como es el caso). Cuando se grafican las  ${}_n f_x$  por grupo de edad, se pueden encontrar tres curvas básicas que muestran el patrón de la fecundidad (donde la edad modal es independientemente al nivel general de fecundidad): una *curva con cúspide temprana*, en donde la máxima fecundidad se alcanza entre los 20 y 24 años de edad; con *cúspide dilatada*, cuando la edad modal se localiza en dos grupos de edades 20-24 y 25-29; y de *cúspide tardía*, cuando la máxima fecundidad se presenta en grupo de 25-29 años.

Este indicador de la fecundidad es más sofisticado, ya que permite obtener información más detallada y precisa acerca de la actividad reproductiva de una población,

<sup>6</sup> Entendiéndose como población media la población existente al 30 de junio del año considerado.

además de que al controlar el efecto de la estructura por edad, se pueden realizar comparaciones entre poblaciones.

- *La Edad media de la fecundidad (EMF), se refiere a la edad promedio de la madre al nacer sus hijos. Es decir, si todas las mujeres tuvieran sus hijos a una sola edad, lo harían en promedio a esa edad. Este indicador se obtiene del cociente, de la suma del producto entre el punto medio de grupo de edad ( ${}_n\bar{X}_x$ ) y la tasa específica de fecundidad de dicho grupo, entre, la suma de las tasas específicas de fecundidad de los siete grupos quinquenales.*

$$EMF = \frac{\sum {}_n\bar{X}_x * {}_n f_x}{\sum {}_n f_x}$$

- *La Tasa Global de Fecundidad (TGF), estima al número de hijos promedio que una mujer tiene a lo largo de su vida reproductiva, suponiendo que sobrevive hasta los 49 años de edad y que se encuentra expuesta al patrón de fecundidad de la población de interés ( ${}_n f_x$ ) en el momento específico de su cálculo. La TGF se obtiene al sumar las tasas específicas de fecundidad y multiplicarlas por 5 cuando se trabaja con grupos quinquenales.*

$$TGF = n \sum {}_n f_x$$

Esta es una de las principales medidas resumen de la fecundidad, y permite realizar comparaciones entre poblaciones y analizar su niveles y tendencias. A diferencia de la tasa bruta de natalidad, la TGF corrige en parte lo que la natalidad de un país debe a la estructura por edad de su población. Por lo regular, se utiliza para el estudio y comparación de pequeñas unidades geográficas o de poblaciones con estructuras muy variables.

- *La Tasa Bruta de Reproducción (TBR), es el número de hijas nacidas vivas que en promedio tendría una mujer (de una cohorte hipotética de mujeres), suponiendo que sobrevive a los 49 años (no esta sujeta al patrón de mortalidad) y que esta expuesta al comportamiento reproductivo de la población de interés, en el momento específico de su cálculo. Por lo tanto, la TBR es similar a la TGF sólo que se considera únicamente a los nacimientos femeninos. Debido a que la razón de nacimientos dentro de una población se puede considerar como una constante que esta dada por 100 nacimientos femeninos por*

cada 105 masculinos, la proporción de nacimientos femeninos también puede considerarse como tal, siendo igual a 0.488 (100/205). De esta manera, la TBR se puede aproximar como:

$$TBN = 0.488 * TGF$$

- *Tasa Neta de Reproducción (TNR)*. Al igual que el indicador anterior, la TNR se refiere al número promedio de hijas nacidas vivas que tiene una mujer, sujeta al patrón de fecundidad del lugar en cuestión en un determinado momento. A diferencia de la TBR, esta tasa considera que, para apreciar la medida en que una generación asegura su reemplazo, conviene seguirla desde el nacimiento hasta el momento en que termine su ciclo reproductivo, por lo que sí se considera el riesgo de mortalidad que experimentan las mujeres desde su nacimiento. La TNR se obtiene al multiplicar la proporción de nacimientos femeninos por el número total de nacimientos que tuvieron mujeres sobrevivientes entre la edad  $x$  y  $x+n$ , es decir:

$$TNR = 0.488 * \left( n f_x * \frac{n L_x}{l_0} \right)$$

En el presente trabajo, las probabilidades de sobrevivencia hasta la edad media a la fecundidad se consideran tres hipótesis para cada entidad: alta mortalidad, mediana mortalidad y baja mortalidad.

Para el año 2000: 0.9960 (alta), 0.9970 (mediana) y 0.9980 (baja).

Para el año 2010: 0.9965 (alta), 0.9975 (mediana) y 0.9985 (baja).

Para el año 2015: 0.9970 (alta), 0.9980 (mediana) y 0.9990 (baja).

#### **2.4. Modelo de la fecundidad basado en la relación Gompertz propuesto por Brass**

Se ha visto que la calidad de la información juega un papel importante en el análisis de la fecundidad. Cuando se aplican los métodos tradicionales de estimación sin considerar este aspecto, los resultados revelarán una situación errada del fenómeno en estudio. Las irregularidades en la información, ya sea por carencia de ella o calidad, ha conducido al desarrollo de técnicas indirectas diseñadas para corregir estos errores.

### 2.4.1. Desarrollo del modelo

El modelo del doble logaritmo de la función de Gompertz sirve para ajustar la estructura por edad de la fecundidad, desagregar la estructura a edades individuales y proyectar la estructura por edad de la fecundidad. El éxito que se tenga en el ajuste de la estructura por edad dependerá de la estructura *standard* que se utilice (Mina, 1982:41). La función de Gompertz es de gran utilidad porque permite una interpretación demográfica de sus parámetros.

William Brass se basó en la función de Gompertz ( $Y(x) = KA^{B^x}$ ) para encontrar una relación lineal entre la edad y alguna transformación de la proporción de la fecundidad a la edad  $x$ . Observó que cuando  $x$  crece infinitamente,  $B^x$  tiende a cero (ya que  $0 < B < 1$ ), por lo que  $K$  es la asíntota superior de la función Gompertz y puede interpretarse como si fuera la tasa global de fecundidad de una cohorte real o hipotética; mientras que cuando  $x$  tiende a cero,  $Y(x)$  se aproxima a  $K \cdot A$ , por lo que  $A$  representa una proporción de la tasa total ya obtenida.

De esta manera, partiendo de que la fecundidad acumulada mediante la función Gompertz está dada por:

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

donde:

$x$ : es la edad.

$F(x)$ : es la fecundidad acumulada hasta la edad  $x$ .

$TGF$ : es la tasa global de fecundidad.

$A$  y  $B$ : son parámetros a determinar.

La proporción de la fecundidad global experimentada hasta la edad  $x$  ( $F(x)/TGF$ ),

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

Así, para obtener una posible relación lineal de  $x$ , se aplica el doble logaritmo natural,

$$\ln\left(\frac{F(x)}{TGF}\right) = B^x * \ln A$$

considerándose que como  $F(x)/TGF$  es menor que uno, al aplicar el primer logaritmo [ $\ln(F(x)/TGF)$ ] se obtiene un valor negativo, por lo que es necesario multiplicar a la igualdad por -1 para que se encuentre nuevamente en el dominio de la función y se puede aplicar nuevamente el logaritmo natural.

$$\ln(-\ln(F(x)/TGF)) = \ln(-B^x * \ln A)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \ln(-\ln(F(x)/TGF)) &= \ln(B^x) + \ln(\ln(-A)) \\ \Rightarrow \ln(-\ln(F(x)/TGF)) &= x \ln(B) + \ln(\ln(-A)) \\ \Rightarrow Vo(x) &= \alpha_o + \beta_o x \end{aligned} \quad (1)$$

donde:

$$Vo(x) = \ln(-\ln(F(x)/TGF))$$

$$\alpha_o = \ln(\ln(-A))$$

$$\beta_o = \ln(B)$$

*La ecuación anterior es de gran utilidad cuando se requiere desagregar las tasas específicas de fecundidad por edades individuales<sup>7</sup>.*

En la ecuación (1)  $Vo(x)$  es una función lineal de la edad que se aproxima adecuadamente a los cocientes observados  $F(x)/TGF$  en las edades reproductivas centrales, sin embargo, su ajuste se deteriora en los extremos. Para solucionar este problema, Brass encontró que si se reemplaza la edad  $x$  por una función  $x$  que pueda interpretarse como una transformación  $V_s(x)$  de un patrón *standard* de la fecundidad, se obtendría un mejor ajuste.

Es decir, considerando una distribución *standard*  $F_s(x)/TGF_s$ ,

$$V_s(x) = \alpha_s + \beta_s x \quad (2)$$

y suponiendo que si  $Vo(x)$  y  $V_s(x)$  se comportan linealmente con respecto a la edad  $x$ , entonces existirá una relación lineal entre ellos (3). Al despejar  $x$  de la ecuación (2) se tiene que,

$$x = \frac{1}{\beta_s} V_s(x) - \frac{\alpha_s}{\beta_s}$$

y sustituyendo en la ecuación (1),

$$\begin{aligned} Vo(x) &= \alpha_o + \beta_o \left( \frac{1}{\beta_s} V_s(x) - \frac{\alpha_s}{\beta_s} \right) \\ \Rightarrow Vo(x) &= \alpha_o - \alpha_s \left( \frac{\beta_o}{\beta_s} \right) + \frac{\beta_o}{\beta_s} V_s(x) \\ \Rightarrow \hat{V}(x) &= \alpha + \beta V_s(x) \end{aligned} \quad (3)$$

<sup>7</sup> Los valores de  $\alpha_o$  y  $\beta_o$ , se obtienen por el método de promedios móviles, en donde  $y1 = (Vo(20) + Vo(25) + Vo(30))/3$ ;  $y2 = (Vo(35) + Vo(40) + Vo(45))/3$ ;  $x1 = (20 + 25 + 30)/3$  y  $x2 = (35 + 40 + 45)/3$ . De esta manera,  $\beta_o = (y2 - y1)/(x2 - x1)$  y  $\alpha_o = y1 + (x1 * -m)$ .

donde:

$$\alpha = \alpha_o - \alpha_s \left( \frac{\beta_o}{\beta_s} \right) + \frac{\beta_o}{\beta_s}$$

$$\beta = \frac{\beta_o}{\beta_s}$$

$$\hat{V}(x) = V_o(x) \text{ ajustada}$$

### ¿Qué patrón *standard de fecundidad* utilizar?

Brass obtuvo un patrón *standard* a partir de los patrones modelo de Coale y Trusell que puede ser útil para fines de simulación y proyección (Naciones Unidas, 1986), llegando a los siguientes valores:

Edad (x)	$V_s(x)$
20	0.69130
25	-0.02564
30	-0.70000
35	-1.47872
40	-2.62602
45	-4.80970

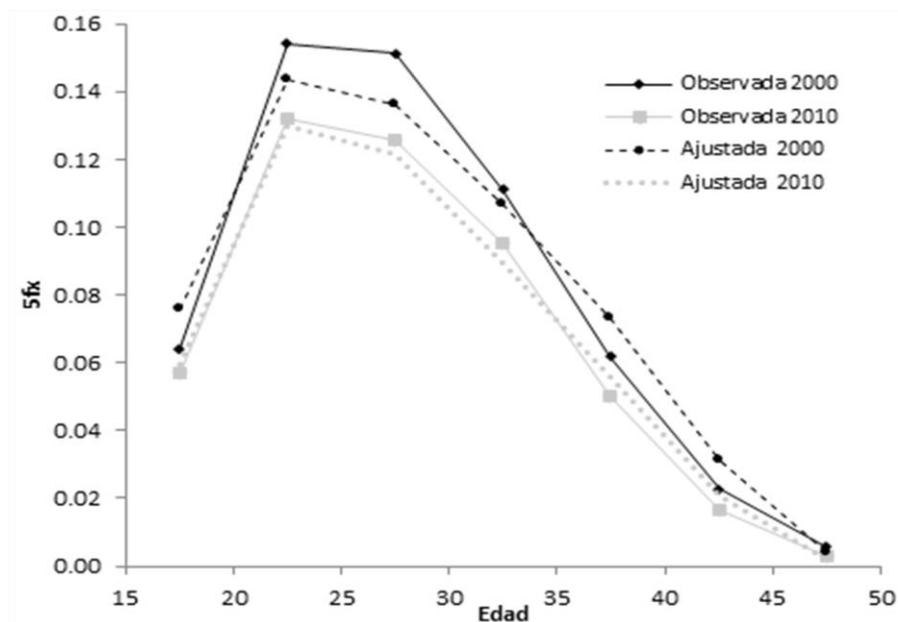
Fuente: Manual X. Naciones Unidas, 1987.

Sin embargo, como menciona Chackiel (1979) *es probable éste standard conduzca a valores no satisfactorios, pero queda siempre la posibilidad de realizar pruebas con otras estructuras que parezcan apropiadas*. Por lo anterior, una estructura reciente de la fecundidad mexicana puede ser más apropiada para describir los cambios de la fecundidad en nuestro país que el patrón *standard* de Brass.

En las gráficas 3 y 4 se muestran los ajustes obtenidos al aplicar el doble logaritmo de la función de Gompertz, utilizando diferentes *standard*. En donde se observa un mejor ajuste al utilizar como *standard* la estructura de fecundidad mexicana de 2015, que al emplear el patrón de Brass, tanto en edades centrales como en los extremos. Además, hay un mejor ajuste a la estructura de fecundidad de 2010 que en la de 2000, lo cual es lo esperado, ya que la estructura *standard* que se emplea (2015) se asemeja más a la de 2010.

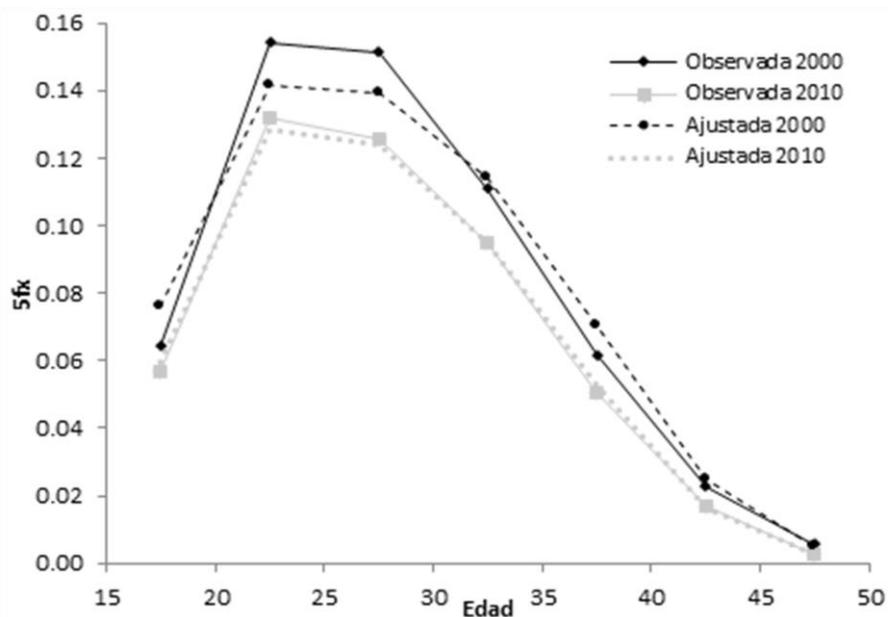
## METODOLOGÍA

Gráfica 3. Estructura de la fecundidad mexicana observada y ajustada, empleando como estructura *standard* la propuesta por W. Brass.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010.

Gráfica 4. Estructura de la fecundidad mexicana observada y ajustada, empleando como estructura *standard* la estructura de la fecundidad mexicana en 2015.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010.

### 2.4.2. Aplicación del modelo

#### *Verificación del supuesto de linealidad*

Dadas las tasas específicas de fecundidad mexicanas para 2000, 2010 y 2015, en el cuadro 3 se muestran los cálculos de las funciones  $Vo(x)$  y  $V_s(x)$ , utilizando como *standard* a la estructura de la fecundidad de 2015 para ajustar las estructuras de 2000 y 2010.

En donde:

$$Vo(x) = \ln(-\ln(F(x)/TGF)) \quad y,$$

$$F_{15}(x) = 0$$

$$F_{20}(x) = 5 * {}_5f_{15}$$

$$F_{25}(x) = 5({}_5f_{15} + {}_5f_{20})$$

$$F_{30}(x) = 5({}_5f_{15} + {}_5f_{20} + {}_5f_{25})$$

$$F_{35}(x) = 5({}_5f_{15} + {}_5f_{20} + {}_5f_{25} + {}_5f_{30})$$

$$F_{40}(x) = 5({}_5f_{15} + {}_5f_{20} + {}_5f_{25} + {}_5f_{30} + {}_5f_{35})$$

$$F_{45}(x) = 5({}_5f_{15} + {}_5f_{20} + {}_5f_{25} + {}_5f_{30} + {}_5f_{35} + {}_5f_{40})$$

$$TGF = 5({}_5f_{15} + {}_5f_{20} + {}_5f_{25} + {}_5f_{30} + {}_5f_{35} + {}_5f_{40} + {}_5f_{45})$$

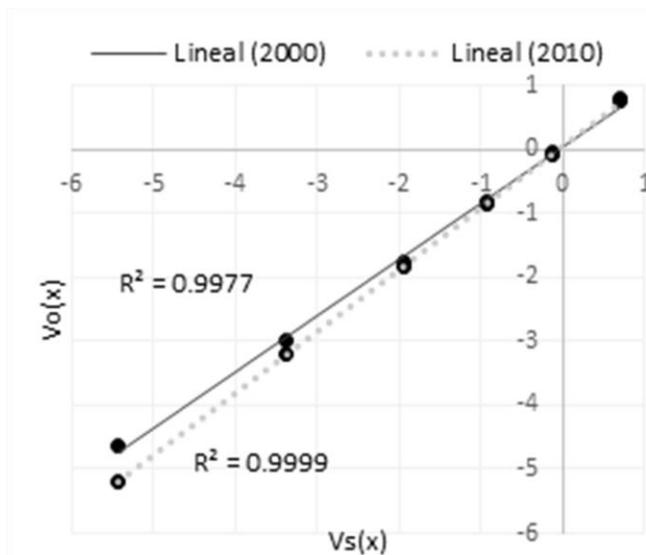
Una vez obtenidas las funciones  $Vo(x)$  y  $V_s(x)$ , es importante verificar que se cumpla el supuesto del modelo, es decir, que exista una relación lineal entre ellas (gráfica 5).

## METODOLOGÍA

Cuadro 3. Cálculo del doble logaritmo de la estructura de fecundidad acumulada, México 2000, 2010 y 2015.

Grupo de edad	x	2000			2010			2015		
		${}_5f_x$	F(x)	Vo(x)	${}_5f_x$	F(x)	Vo(x)	5fx	F(x)	V <sub>s</sub> (x)
15-19	15	0.0642	0	-	0.0569	0	-	0.0625	0	-
20-24	20	0.1542	0.3210	0.7818	0.1318	0.2843	0.7565	0.1286	0.3127	0.6876
25-29	25	0.1514	1.0920	-0.0397	0.1255	0.9431	-0.0708	0.1182	0.9557	-0.1372
30-34	30	0.1111	1.8490	-0.8337	0.0950	1.5709	-0.8640	0.0864	1.5469	-0.9411
35-39	35	0.0617	2.4045	-1.7618	0.0503	2.0459	-1.8499	0.0459	1.9790	-1.9388
40-44	40	0.0228	2.7130	-2.9756	0.0167	2.2975	-3.1877	0.0134	2.2084	-3.3765
45-49	45	0.0056	2.8270	-4.6197	0.0026	2.3811	-5.1948	0.0020	2.2752	-5.4332
<b>TGF</b>			<b>2.86</b>			<b>2.39</b>			<b>2.29</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010, Encuesta Intercensal 2015.

Gráfica 5. Doble logaritmo de la estructura de fecundidad acumulada en México 2000 y 2010, respecto a la estructura de fecundidad en México 2015 considerada como *standard*.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010, Encuesta Intercensal 2015.

**Obtención de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$** 

La obtención o estimación de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  se realiza mediante el método de promedios, en donde,

$$y1 = \frac{Vo(20) + Vo(25) + Vo(30)}{3}$$

$$y2 = \frac{Vo(35) + Vo(40) + Vo(45)}{3}$$

$$x1 = \frac{Vs(20) + Vs(25) + Vs(30)}{3}$$

$$x2 = \frac{Vs(35) + Vs(40) + Vs(45)}{3}$$

de esta forma,

$$\hat{\beta} = \frac{y2 - y1}{x2 - x1}$$

$$\hat{\alpha} = y1 + (x1 * -m)$$

En el cuadro 4 se muestran los parámetros obtenidos para el ejemplo anterior,

Cuadro 4. Obtención de parámetros

<i>Standard: estructura 2015</i>			
	2000	2010	2015
y1	-0.0306	-0.0595	-0.1302
y2	-3.1190	-3.4108	-3.5828
x1	-0.1302	-0.1302	-0.1302
x2	-3.5828	-3.5828	-3.5828
$\hat{\beta}$	0.8945	0.9707	1.0000
$\hat{\alpha}$	0.0860	0.06670	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010, Encuesta Intercensal 2015.

### 2.4.3. Interpretación de los parámetros

En el modelo  $\hat{V}(x) = \alpha + \beta V_s(x)$ ,  $\alpha$  y  $\beta$  son los parámetros que se encargan de diferenciar la estructura observada de la *standard*. Como Chackiel (1979:18) menciona,

$\alpha$ : Representa fundamentalmente la diferencia en la edad media a la fecundidad.

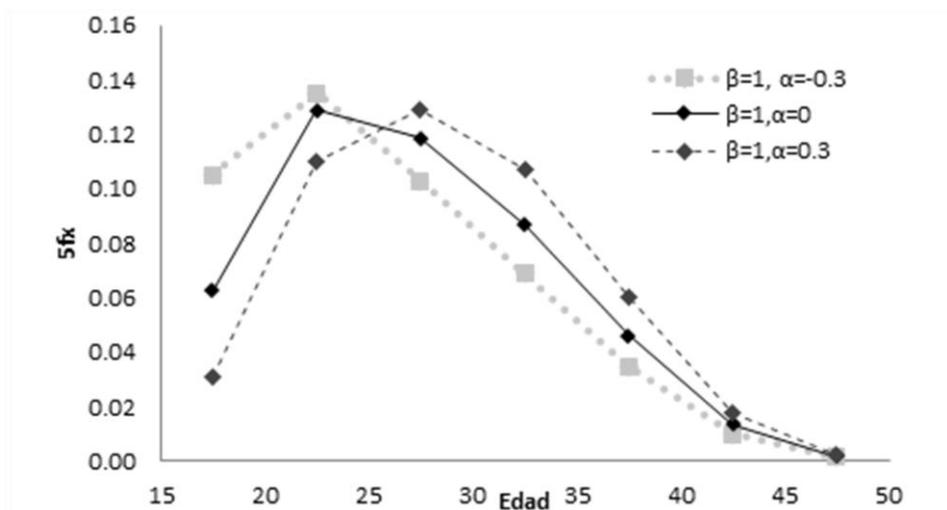
$\beta$ : Refleja el grado de dispersión o concentración de las tasas específicas de fecundidad.

Lo anterior se puede comprobar gráficamente. Tomando el nivel (TGF=2.39) y la estructura de fecundidad de México en 2015, dejando  $\beta = 1$  constante y variando  $\alpha$ , la gráfica 6 muestra que para  $\alpha < 0$  la curva se traslada hacia la izquierda, implicando menor edad media a la

## METODOLOGÍA

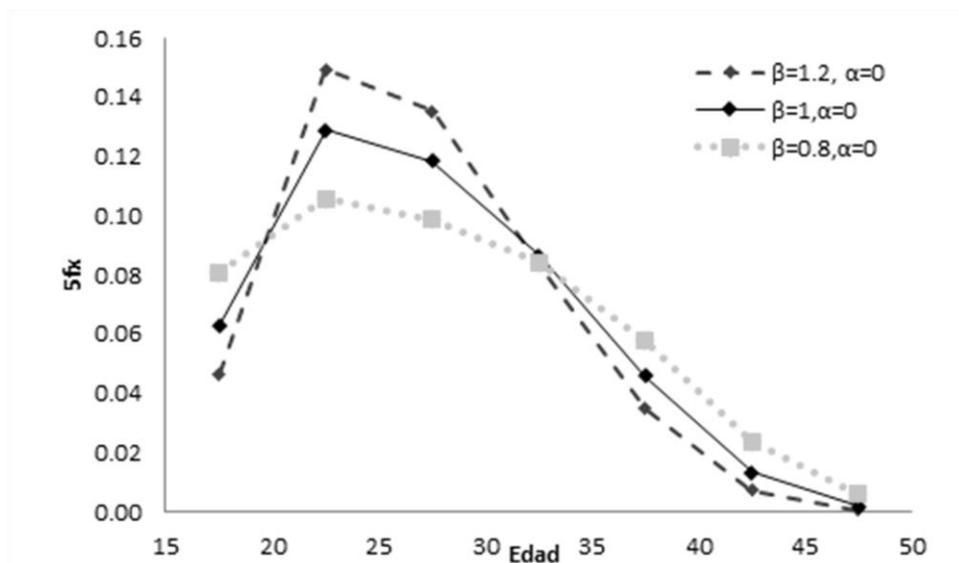
fecundidad, mientras que para  $\alpha > 0$  la edad media a la fecundidad es mayor a la estructura *standard* ( $\beta = 1$  y  $\alpha = 0$ ).

Gráfica 6. Modificaciones a la estructura por edad de la fecundidad, México 2015.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

Gráfica 7. Modificaciones a la estructura por edad de la fecundidad, México 2015.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

De otra manera, si se mantiene constante  $\alpha = 0$  y se deja variar  $\beta$ , se observa que para  $\beta > 1$  hay una menor dispersión de las tasas con respecto a la *standard* y para un  $\beta < 1$  es mayor (gráfica 7).

*En resumen:*

Si  $\alpha < 0$  la edad media de la fecundidad es *menor* a la *standard*.

Si  $\alpha > 0$  la edad media de la fecundidad es *mayor* a la *standard*.

Si  $\beta > 1$  hay *menor* dispersión (o mayor concentración) de las tasas específicas de fecundidad que en la *standard*.

Si  $\beta < 1$  hay *mayor* dispersión de las tasas específicas de fecundidad que en la *standard*.

Dado que existe una asociación entre el nivel de fecundidad y su estructura definida por los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , se esperaría que si la fecundidad es más baja, en relación a la estructura *standard*, se dé la combinación de un  $\alpha < 0$  con  $\beta > 1$ ; mientras que si es más alta se esperaría un  $\alpha > 0$  con un  $\beta < 1$ . ". Esto sería una regla general que permita estudiar la coherencia de la información de un país que experimenta cambios en sus niveles de fecundidad, pero si se considera que la realidad es mucho más compleja es posible que se den combinaciones distintas de las escritas" Chackiel (1979:21).

Los parámetros obtenidos en el ejemplo anterior (cuadro 4) indican que la edad media de fecundidad en México en 2000 (27.9) y 2010 (27.6) fue mayor a la de 2015 (27.2), es decir, que la edad media de la fecundidad ha disminuido a través del tiempo y que la estructura de fecundidad cada vez es menos dispersa, pues hay mayor dispersión en las tasas de 2000 y 2010 respecto a 2015.

#### 2.4.4. Ajuste de la estructura de la fecundidad

Como se ha mencionado, el modelo de la fecundidad basado en la relación de Gompertz o el modelo bilogístico de Brass sirve para ajustar la estructura por edad de la fecundidad observada, mediante la relación (3).

#### *¿Cómo obtener los valores de $\hat{V}(x)$ ?*

Una vez definida la estructura *standard*  $V_s(x)$  (en nuestro ejemplo, la estructura de la fecundidad acumulada en México 2015) y obtenidos los parámetros ( $\hat{\alpha}$  y  $\hat{\beta}$ ) se pueden estimar los  $V_o(x)$  ajustados ( $\hat{V}(x)$ ) como se muestra en el cuadro 5.

$$\hat{V}(x) = \hat{\alpha} + \hat{\beta}V_s(x)$$

## METODOLOGÍA

Cuadro 5. Cálculo del doble logaritmo de la estructura de fecundidad acumulada ajustada, para México 2000 y 2010.

Edad exacta	Vs(x)	$\hat{V}(x) - 2000$	$\hat{V}(x) - 2010$
		$\hat{\alpha} = 0.0860, \hat{\beta} = 0.8945$	$\hat{\alpha} = 0.0670, \hat{\beta} = 0.9707$
15	-	-	-
20	0.6876	0.7011	0.7344
25	-0.1372	-0.0368	-0.0662
30	-0.9411	-0.7559	-0.8465
35	-1.9388	-1.6484	-1.8150
40	-3.3765	-2.9345	-3.2105
45	-5.4332	-4.7743	-5.2069

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010, Encuesta Intercensal 2015.

Al obtener los  $\hat{V}(x)$ , se pueden calcular las tasas específicas de fecundidad ajustadas, a través de la desacumulación de la estructura ajustada (cuadro 6) como se muestra en seguida.

$$\begin{aligned}
 Vc(x) &= \ln(-\ln(\hat{F}(x)/TGF)) \\
 \Rightarrow e^{Vc(x)} &= -\ln(\hat{F}(x)/TGF) \\
 \Rightarrow -e^{Vc(x)} &= \ln(\hat{F}(x)/TGF) \\
 \Rightarrow e^{-e^{Vc(x)}} &= \hat{F}(x)/TGF \\
 \Rightarrow \hat{F}(x) &= e^{-e^{Vc(x)}} * TGF
 \end{aligned}$$

donde:

$${}_5\hat{f}_x = \hat{F}(x + 5) - \hat{F}(x) \text{ para } x = 15, 20, \dots, 40$$

$$\text{y } {}_5\hat{f}_{45} = TGF - \hat{F}(45)$$

Cuadro 6. Tasas específicas de fecundidad ajustadas, México 2000 y 2010.

Edad exacta	$\hat{F}(x) - 2000$	$\hat{F}(x) - 2010$	${}_5\hat{f}_x - 2000$	${}_5\hat{f}_x - 2010$
15	0	0	0.0761	0.060
20	0.3803	0.2978	0.1417	0.128
25	1.0890	0.9391	0.1392	0.124
30	1.7851	1.5592	0.1141	0.095
35	2.3554	2.0345	0.0704	0.053
40	2.7072	2.2997	0.0248	0.016
45	2.8310	2.3812	0.0048	0.003

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010, Encuesta Intercensal 2015.

Las diferencias entre las tasas específicas de fecundidad observadas y ajustadas han sido analizadas en la gráfica 4.

## 2.5. Proyección de la fecundidad

El método del doble logaritmo de la función Gompertz también sirve para proyectar la fecundidad. Un método simple para proyectar con datos limitados consiste en el uso de un polinomio de grado  $n$  (o de grado menor) ajustado por el método de mínimos cuadrados. Si se ajusta un polinomio de grado  $n$  a los parámetros  $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_t$ ,<sup>8</sup> derivados del método del doble logaritmo de la función Gompertz hasta el tiempo  $t$ , se tiene que,

$$\alpha_{t+i} = a + b(t+i) + c(t+i)^2 + \dots + k(t+i)^n, \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

donde:

$\alpha_{t+i}$  es el parámetro  $\alpha$  estimado al tiempo  $t+i$ .

$t+i$  es la fecha o período de proyección.

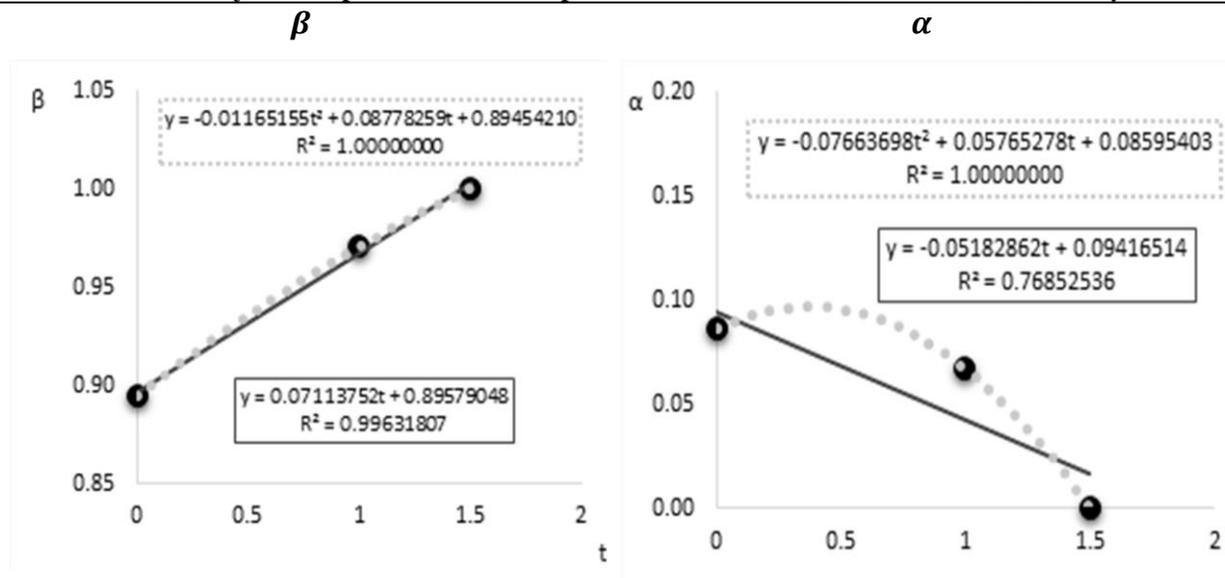
Por lo tanto, dados  $n+1$  puntos en el tiempo se puede ajustar un polinomio de grado menor o igual que  $n$ . Por ejemplo, para los parámetros estimados en el cuadro 4 es posible ajustar un polinomio de primer o de segundo grado (gráfica 8), ya que sólo se dispone de los parámetros estimados en tres momentos diferentes en el tiempo.

En la gráfica 8 se muestra que el polinomio de segundo grado se ajusta perfectamente a las betas, no obstante, la diferencia entre el polinomio de primer y segundo grado es insignificante. Por ello, considerando el principio de parsimonia es preferible elegir al polinomio de primer grado.

En el caso de las alphas, la diferencia entre el porcentaje de ajuste entre el polinomio de primer y segundo grado es más importante (30%), siendo mejor el segundo. *¿Qué implica ajustar un polinomio de segundo grado a este parámetro?* Si se ajusta una parábola de segundo grado cuando la constante  $c$  es negativa, se obtendrá una curva cóncava, esto implica que la tasa de cambio de la edad media a la fecundidad es más suave a la lineal y decreciente. Dada la gran sensibilidad del parámetro  $\alpha$ , mientras más negativo sea menor edad media a la fecundidad se tendrá, lo cual implicará una mayor tasa de fecundidad en las mujeres de 15-19 años.

<sup>8</sup> Obteniendo a  $\beta_{t+i}$  de manera análoga.

Gráfica 8. Ajuste de polinomios a los parámetros estimados, México 2000, 2010 y 2015.

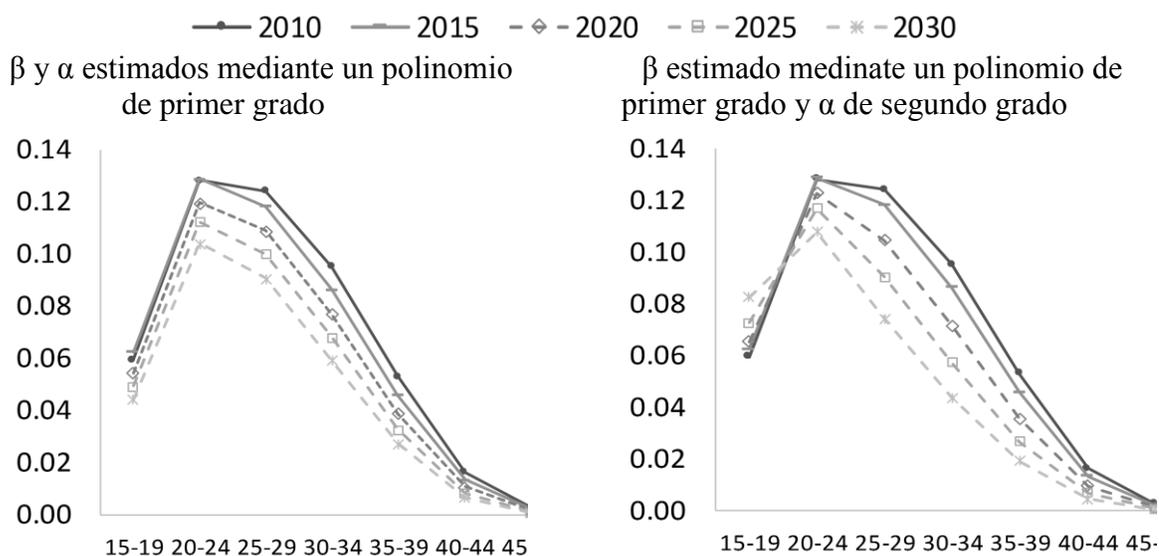


Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010, Encuesta Intercensal 2015.

Por lo tanto, para proyectar los parámetros de la gráfica 8 es posible ajustar dos modelos: el primero con un ajuste lineal para  $\beta$  y  $\alpha$ , y el segundo con un ajuste lineal para  $\beta$  y cuadrático para  $\alpha$ . Aunque ambos modelos son viables, los resultados finales de la proyección de la estructura de fecundidad serán diferentes (gráfica 9). De acuerdo al primer modelo, el patrón de fecundidad a 2030 será semejante al *standard*, mientras que de acuerdo al segundo habrá un incremento en la tasa de fecundidad adolescente, como ocurrió de 2010 a 2015. Dado que ambos modelos son válidos podrían plantearse ambas proyecciones como posibles escenarios.

Si ninguna combinación posible en el ajuste de los parámetros permitiera proyectar la estructura de la fecundidad congruentemente, debido a cambios *abruptos* en la dispersión del patrón o en la edad media a la fecundidad en 2000, 2010 y 2015 y a la sensibilidad de los parámetros, entonces de manera alternativa se optará por mantener la estructura de fecundidad *standard* en la proyección de la estructura.

Gráfica 9. Proyección de la estructura de fecundidad, México 2020, 2025 y 2030.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

De esta manera, si se desea estimar los parámetros para 2020, 2025 y 2030 considerando un polinomio de primer grado para  $\alpha$  y  $\beta$  (gráfica 8), se tendrá:

$$\beta_{2020} = 0.07113752(2) + 0.89579048 = 1.0381$$

$$\beta_{2025} = 0.07113752(2.5) + 0.89579048 = 1.0736$$

$$\beta_{2030} = 0.07113752(3) + 0.89579048 = 1.1092$$

$$\alpha_{2020} = -0.05182862(2) + 0.09416514 = -0.0095$$

$$\alpha_{2025} = -0.05182862(2.5) + 0.09416514 = -0.0354$$

$$\alpha_{2030} = -0.05182862(3) + 0.09416514 = -0.0613$$

Así, una vez que se han estimado los parámetros en el tiempo  $t+i$  es posible obtener las estructuras proyectadas, haciendo uso de las  $V_s(x)$ .

$$\widehat{V}(x)_{t+i} = \widehat{\alpha}_{t+i} + \widehat{\beta}_{t+i} V_s(x), \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n$$

desacumulando,

$$\widehat{V}(x)_{t+i} = \ln(-\ln(\widehat{F}(x)_{t+i}/TGF_{t+i}))$$

$$\Rightarrow e^{\widehat{V}(x)_{t+i}} = -\ln(\widehat{F}(x)_{t+i}/TGF_{t+i})$$

$$\Rightarrow -e^{\widehat{V}(x)_{t+i}} = \ln(\widehat{F}(x)_{t+i}/TGF_{t+i})$$

$$\Rightarrow e^{-e^{\hat{V}(x)_{t+i}}} = \hat{F}(x)_{t+i} / TGF_{t+i}$$

$$\Rightarrow \hat{F}(x)_{t+i} = e^{-e^{\hat{V}(x)_{t+i}}} * TGF_{t+i}$$

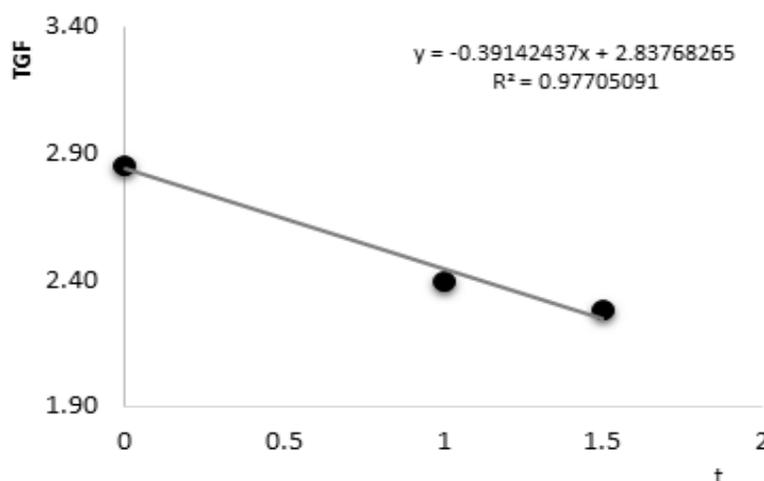
Con la fecundidad acumulada ajustada, es posible estimar las tasas específicas de fecundidad para el año  $t+i$ , no obstante, las tasas globales de fecundidad al momento  $t+i$ , aún son desconocidas hasta este momento.

### ¿Cómo estimar la TGF en el tiempo $t+i$ ?

Existen diferentes métodos para proyectar la TGF. En México el CONAPO, institución oficial encargada de proveer las proyecciones de población, utiliza la función logística para ajustar el nivel de la fecundidad, sin embargo, al ser asintótica esta función requiere de una cota superior e inferior, es decir, se requiere especular y definir la TGF a la que se llegará en el último año que se desea proyectar. El CONAPO ha fijado como límite inferior a 2050 una TGF de 2.05 hijos para todos los estados, a excepción del Distrito Federal (1.85) quien ya se encuentra por debajo del reemplazo.

Para evitar determinar alguna hipótesis sobre el nivel futuro de la fecundidad en las entidades federativas del país, se propone estimar la TGF para 2020, 2025 y 2030 considerando su tendencia histórica lineal, dado que este modelo simple ajusta el nivel apropiadamente (gráfica 10).

Gráfica 10. Ajuste lineal a la TGF, México 2000, 2010 y 2015.



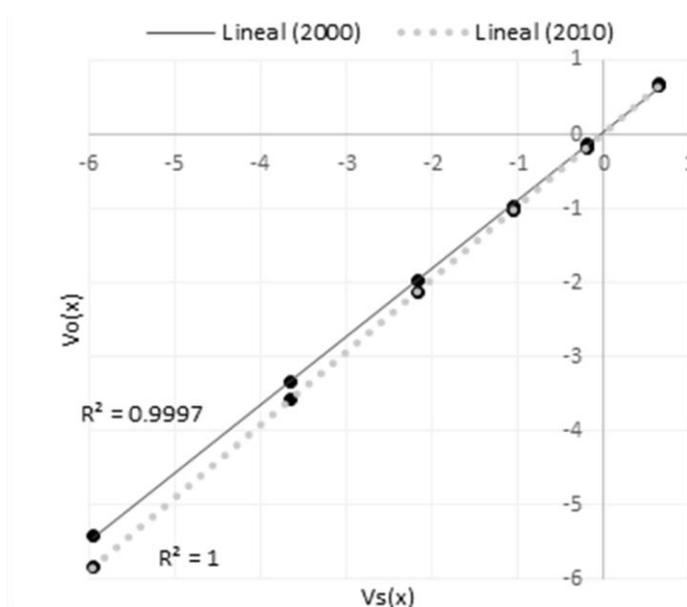
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010, Encuesta Intercensal 2015.

## 2.6. Evaluación de las proyecciones de fecundidad realizadas por el CONAPO

El modelo del doble logaritmo de la función Gompertz también puede ser utilizado para evaluar las proyecciones realizadas de fecundidad, mediante la revisión del grado de armonía de los parámetros estimados ( $\alpha$  y  $\beta$ ) del modelo, con lo cual es posible examinar la consistencia de las proyecciones. Una evaluación detallada de las proyecciones de fecundidad escapan a los objetivos del presente trabajo, en el cual sólo se pretende mostrar el uso del modelo del doble logaritmo de Gompertz en la evaluación de las proyecciones.

En primer lugar, para poder aplicar este método es necesario verificar que existe una relación lineal entre las  $Vs(x)$  y  $Vo(x)$ . Por ejemplo, en la gráfica 11 se muestra que para las tasas de fecundidad estimadas(2000) y proyectadas (2010, 2015) por el CONAPO este supuesto se cumple, por lo que este método es un medio válido para evaluar las proyecciones.

Gráfica 11. Doble logaritmo de la estructura de fecundidad acumulada en México 2000 y 2010, respecto a la estructura de fecundidad en México 2015 considerada como *standard*.



Fuente: Elaboración propia con datos del CONAPO. Estimaciones y Proyecciones de Población 1990-2010 y 2010-2030.

En los parámetros obtenidos (cuadro 7), se observa armonía en los parámetros ya que reflejan el descenso de la edad media a la fecundidad con una estructura cada vez menos dispersa. No obstante, el patrón cuadrático del parámetro  $\alpha$  implica (cuando la constante  $c$  es positiva)

## METODOLOGÍA

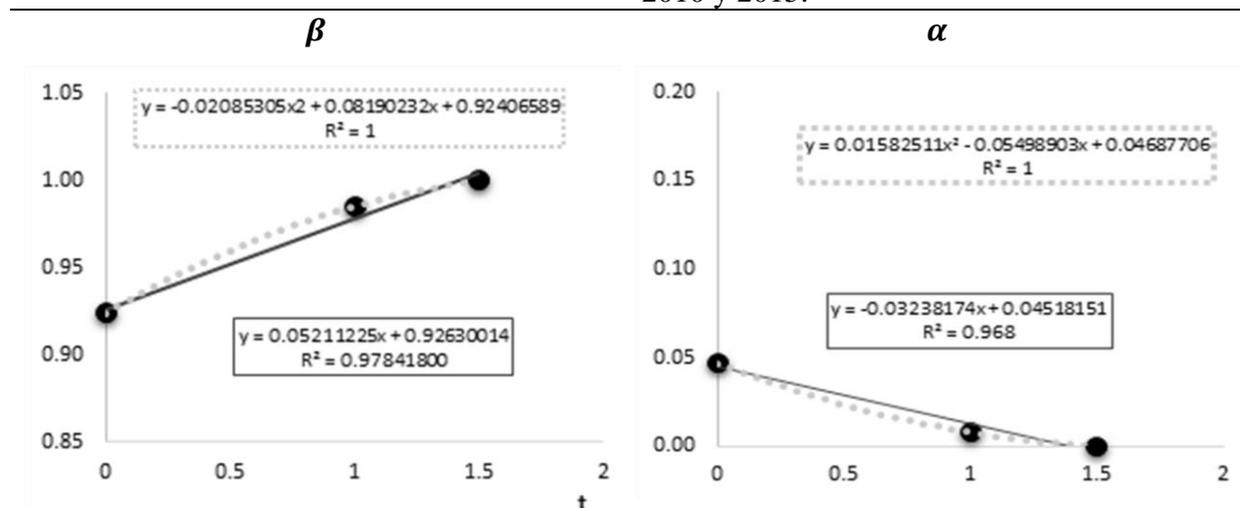
incrementos en la edad media a la fecundidad en un futuro inmediato, lo cual se ha visto que no se cumple para el caso mexicano (gráfica 12). Por lo tanto, aunque los parámetros obtenidos mantienen cierta armonía, su comportamiento en un futuro inmediato es incongruente.

Cuadro 7. Cálculo del doble logaritmo de la estructura de fecundidad acumulada, México 2000, 2010 y 2015.

Grupo de edad	$x$	2000			2010			2015		
		${}_5f_x$	$F(x)$	$V_0(x)$	${}_5f_x$	$F(x)$	$V_0(x)$	${}_5f_x$	$F(x)$	$V_s(x)$
15-19	15	0.0714	0	-	0.0668	0	-	0.0655	0	-
20-24	20	0.1505	0.3571	0.6951	0.1313	0.3342	0.6526	0.1260	0.3277	0.6415
25-29	25	0.1404	1.1099	-0.1391	0.1218	0.9907	-0.1816	0.1170	0.9578	-0.1899
30-34	30	0.0984	1.8117	-0.9673	0.0846	1.5997	-1.0363	0.0814	1.5427	-1.0489
35-39	35	0.0507	2.3036	-1.9669	0.0392	2.0226	-2.1184	0.0367	1.9496	-2.1521
40-44	40	0.0162	2.5569	-3.3358	0.0112	2.2185	-3.5830	0.0102	2.1332	-3.6396
45-49	45	0.0024	2.6377	-5.4079	0.0013	2.2744	-5.8436	0.0011	2.1843	-5.9514
TGF			2.65			2.28			2.19	
$\hat{\beta}$			0.9241			0.9851			1.0000	
$\hat{\alpha}$			0.0469			0.0077			0.0000	

Fuente: Elaboración propia con datos del CONAPO. Estimaciones y Proyecciones de Población 1990-2010 y 2010-2030.

Gráfica 12. Parámetros estimados del doble logaritmo de la función de Gompertz, México 2000, 2010 y 2015.



Fuente: Elaboración propia con datos del CONAPO. Estimaciones y Proyecciones de Población 1990-2010 y 2010-2030.

---

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Calidad de la información censal

En general, el índice de Whipple, Myers y Naciones Unidas indican que de 1990 a 2015 la calidad de la información en México mejoró, aunque la calidad de los conteos continúa siendo inferior a la de los censos. A nivel nacional, la información del conteo de 1995 ha sido la peor calidad y la de 2015<sup>9</sup> la mejor, sin embargo, a nivel estatal se tiene que en la mayoría de los estados la información de la encuesta intercensal fue menos precisa a la del censo de 2010 (apéndice A).

De manera particular, el índice de Whipple muestra que la preferencia de las personas por los dígitos 0 y 5 al declarar su edad ha disminuido a lo largo y ancho del país. En 1990, la calidad de la información en Campeche, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán era deficiente, mientras que en el resto (57%) se contaba con información aproximada. De 1990 a 1995 la calidad no mejoró, incluso la información aproximada de Distrito Federal, Estado de México, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas retrocedió a la categoría “deficiente”. Los mayores avances en el mejoramiento de la calidad de la información se presentaron hacia el año 2000 y 2010, ya que en todos los estados (a excepción de Chiapas, Guerrero y Oaxaca) se obtuvo información aproximada, incluso en 2010 la información en Aguascalientes, Nayarit y Sonora fue precisa.

Por su parte, el índice de Myers indica que de 1990 a 2010, la concentración de la información en cualquier dígito fue intermedia con tendencia hacia valores cada vez más bajos, aunque en 1990 y 1995 la preferencia de dígitos en Chiapas, Guerrero, Hidalgo y Oaxaca fue alta<sup>10</sup>. En 2010 se lograron los mejores resultados, en Aguascalientes, Nayarit y Sonora se logró obtener bajas concentraciones en cualquier dígito.

*¿Cuáles son los dígitos que prefieren los mexicanos al declarar su edad?* La preferencia de los individuos al declarar su edad no ha cambiado, además del 0 y 5 las personas en todas las entidades federativas tienden a declarar su edad en terminación 2 y 8. Pese a que se encontraron preferencias de los dígitos 3 y 4, éstas no han perdurado.

---

<sup>9</sup> Sólo fue posible calcular el índice de Naciones Unidas para 2015, debido a la segregación de los resultados de la encuesta intercensal.

En 1995 la calidad de la información en Campeche, Michoacán, Puebla y Tabasco se deterioró, alcanzando concentraciones altas cuando en 1990 era intermedia.

## RESULTADOS

---

En 1990 las personas de Aguascalientes, Durango y Zacatecas tendían a preferir edades terminadas en dígito 4 al declarar su edad, lo cual no sucedió en el conteo de 1995. Para el censo de 2000 esta preferencia volvió a presentarse en los mismos estados además de Nayarit y San Luis Potosí. En cuanto a la preferencia por el dígito 3 sólo se presentó en 1995 en Aguascalientes y en 2000 en Zacatecas, pero en 2005 ocurrió en el 53% de los estados (Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, México, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas).

Finalmente, el índice de Naciones Unidas concuerda con la mejora en la calidad de la información. De 1990 a 2015 la precisión de la información a nivel nacional mejoró, sin embargo, no ocurrió en todos los estados. La tendencia sostenida hacia la mejora que se tenía en Aguascalientes, Baja California Sur, Guerrero, Michoacán, Sinaloa y Tlaxcala desde 1990 se perdió en el último año, mientras que para los demás estados el comportamiento fue diverso.

Al analizar sólo los cambios en la precisión de la información de los censos, es posible identificar tres casos: 1) estados donde la información censal es cada vez más precisa (59%), 2) con mejor precisión en 2000 y peor en 1990 (16%), y 3) con peor precisión en 2000 y mejor en 2010 (25%). En el primer grupo se encuentra Aguascalientes, Baja California Sur, Campeche, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa y Zacatecas; en el segundo Coahuila, Estado de México, Nayarit, Puebla y Yucatán; y en el tercero Baja California, Distrito Federal, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz.

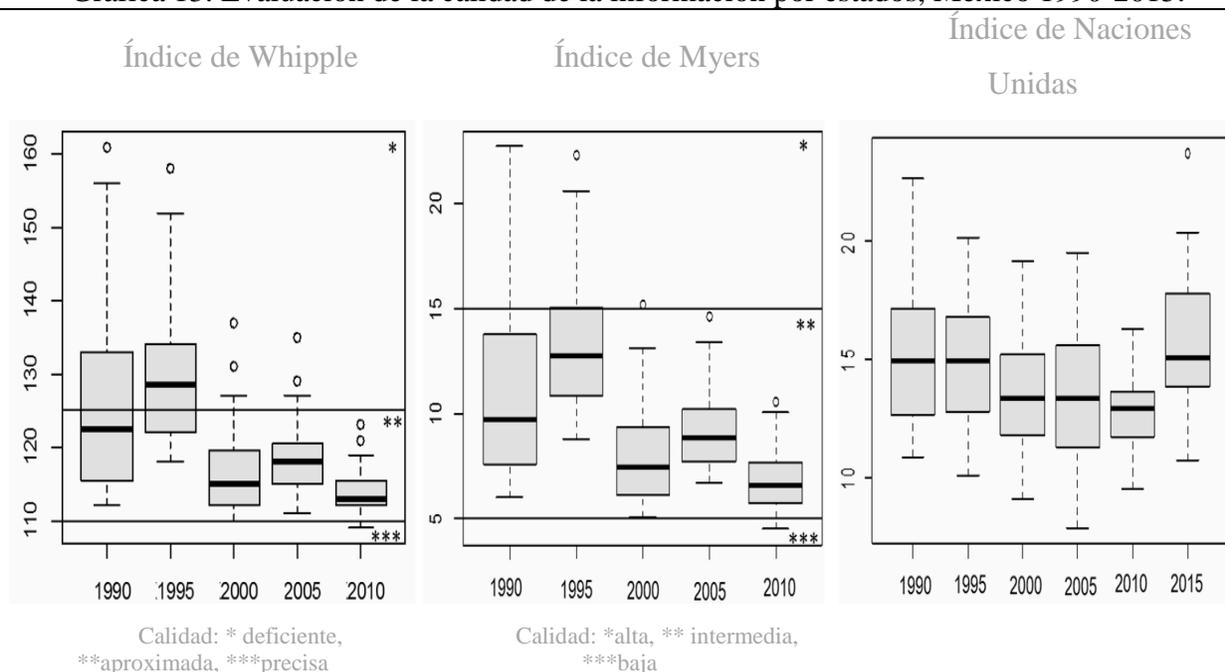
Por lo que respecta a la información intercensal (1995, 2005 y 2015), la precisión en la información de la encuesta intercensal 2015 fue mejor a la de los conteos en Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Veracruz y Zacatecas (28% de los estados), pero en 21 de los estados (66%) la de 2005 fue más precisa a la de 2015. Los retrocesos más pronunciados en la precisión de la información se dieron en Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Quintana Roo y Sinaloa, alcanzando índices peores a los de 1995. En las pirámides poblacionales por edad que muestran en el apéndice B1, se puede apreciar las preferencias de dígito de las personas al declarar su edad en los diferentes estados de la República Mexicana en 2010, así como su corrección.

Además de resumir los resultados anteriores, la gráfica 13 muestra que la calidad de la información en las 32 entidades federativas cada vez es más homogénea, por la reducción en su

## RESULTADOS

variabilidad. También se observa que Chiapas presenta un valor atípico en los índices de Whipple y Myers en todos los años, así como el índice de Whipple en Guerrero en 2000, 2005 y 2010, lo cual sugiere que aunque en todas las entidades hay preferencia de dígitos, la de estos estados son mayores y se encuentran numéricamente distantes a los demás.

Gráfica 13. Evaluación de la calidad de la información por estados, México 1990-2015.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990, Censo de Población y Vivienda 1995, Censo General de Población y Vivienda 2000, II Censo de Población y Vivienda, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

Como se ha mencionado, el índice de Naciones Unidas es un indicador de la precisión en la información, ya que, además de comparar los efectivos poblacionales entre los grupos quinquenales por edad considera la regularidad por sexo. En la gráfica 13 se observa mayor simetría y dispersión en el  $I_{NU}$  que en las distribuciones del  $I_W$  e  $I_M$ , lo que significa que aunque la precisión en la información ha mejorado aún hay diferencias marcadas entre los estados del país; los resultados más homogéneos se lograron en 2010. La distribución del  $I_{NU}$  en 2015 parece asemejarse más a la de 1995.

Los resultados muestran que a diferencia del índice de Whipple y Myers, el índice de Naciones Unidas a nivel nacional no refleja la situación promedio de la calidad de la información de los estados. Para ello, una comparación de medias es un método estadístico que ayudaría a

## RESULTADOS

conocer cuales poblaciones tienen medias estadísticamente iguales, siempre y cuando se cumplan con los principales supuestos: independencia entre las poblaciones y distribución normal. La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indica al 95% de confianza que ningún índice cumple con el supuesto de normalidad (cuadro 8), cuando esto ocurre la prueba de Kruskal Wallis es la adecuada (cuadro 9). Esta prueba compara las distribuciones de cada uno de los índices empleados en los diferentes periodos y determina cuales son estadísticamente iguales.

Cuadro 8. Prueba de normalidad, Shapiro-Wilk

```
> shapiro.test(IW)
shapiro-wilk normality test
data: IW
W = 0.83758, p-value = 4.827e-12
> shapiro.test(IM)
shapiro-wilk normality test
data: IM
W = 0.89105, p-value = 1.782e-09
> shapiro.test(INU)
shapiro-wilk normality test
data: INU
W = 0.9813, p-value = 0.01149
```

Hipótesis nula: la población se distribuye normalmente. Como el *p value* es menor a 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, los datos no se distribuyen normalmente.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Cuadro 9. Prueba de Kruskal Wallis

Índice de Whipple				Índice de Myers				Índice de Naciones Unidas			
<b>\$statistics</b>				<b>\$statistics</b>				<b>\$statistics</b>			
chisq	p.chisq	LSD		chisq	p.chisq	LSD		chisq	p.chisq	LSD	
69.10504	3.508305e-14	17.39928		73.29118	4.551914e-15	17.01172		30.72454	1.061639e-05	25.44127	
<b>\$parameters</b>				<b>\$parameters</b>				<b>\$parameters</b>			
df	ntr	t.value	alpha	test	df	ntr	t.value	alpha	test	name	t
4	5	1.975387	0.05	Kruskal-wallis	4	5	1.975387	0.05	Kruskal-wallis	yearNU	
<b>\$groups</b>				<b>\$groups</b>				<b>\$groups</b>			
trt	means	M		trt	means	M		trt	means	M	
1	1995	125.00000	a	1	1995	128.39062	a	1	2015	127.03125	a
2	1990	100.78125	b	2	1990	95.95312	b	2	1990	114.40625	a
3	2005	78.95312	c	3	2005	83.39062	b	3	1995	109.84375	a
4	2000	59.57812	d	4	2000	56.89062	c	4	2000	83.96875	b
5	2010	38.18750	e	5	2010	37.87500	d	5	2005	80.93750	b
								6	2010	62.81250	b

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

## RESULTADOS

---

De la prueba de Kruskal Wallis (cuadro 9) se puede concluir lo siguiente:

- Hay diferencias en al menos dos distribuciones de cada uno de los tres índices empleados para medir la calidad de la información.
- Las distribuciones del índice de Whipple en todos los periodos de estudio *son diferentes*, donde ordenadas de peor a menor calidad son 1995, 1990, 2005, 2000 y 2010.
- Las distribuciones del índice de Myers de 1990 y 2005 son estadísticamente iguales. Ordenando de mayor a menor concentración en la preferencia de algún dígito por año se tiene 1995, 1990 y 2005, 2000, y 2010.
- Las distribuciones del índice de Naciones Unidas en 1990, 1995 y 2015 son estadísticamente iguales, así como las de 2000, 2005 y 2010; en donde el primer grupo tiene peor precisión en la información que el último.

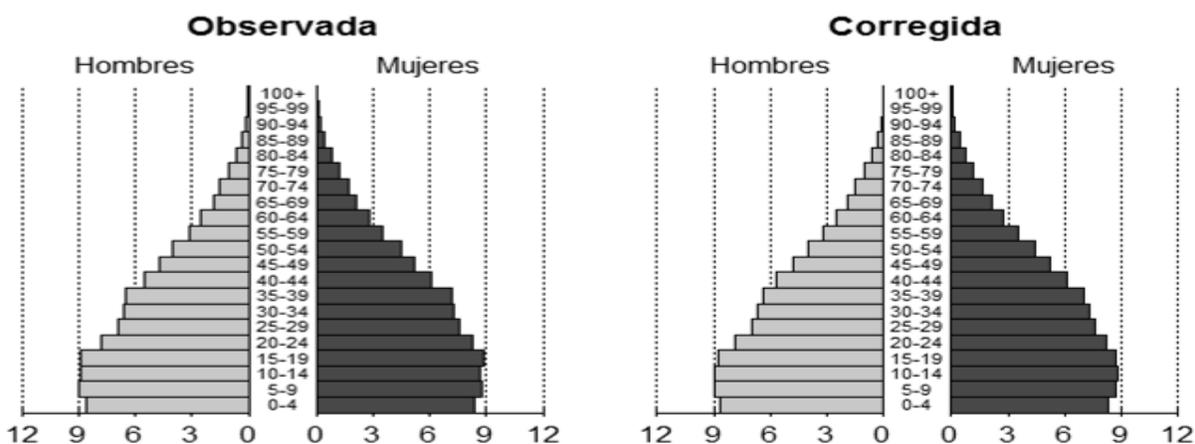
### **3.2. Estructura poblacional**

#### **3.2.1. Corrección de la información**

Previo al análisis de la estructura poblacional, se corrigió la información mediante el método de 1/16, el cual ayuda a suavizar la distribución por edad de la población observada como se muestra en la gráfica 14. Sin embargo, cuando se agrupa la población por grupos quinquenales tanto la mala declaración de la edad como la corrección y suavización es menos perceptible que cuando se tiene por edades individuales, como se observa en la gráfica 15. En general, la preferencia de dígito en ambos sexos es más notoria en las edades terminadas en 0 y empieza con mayor frecuencia a partir de los 30 años de edad. Aunque la preferencia de dígitos se ha visto a detalle el apartado anterior, en el apéndice B1 se presentan las pirámides poblacionales por edad observadas para cada uno de los estados, así como su corrección.

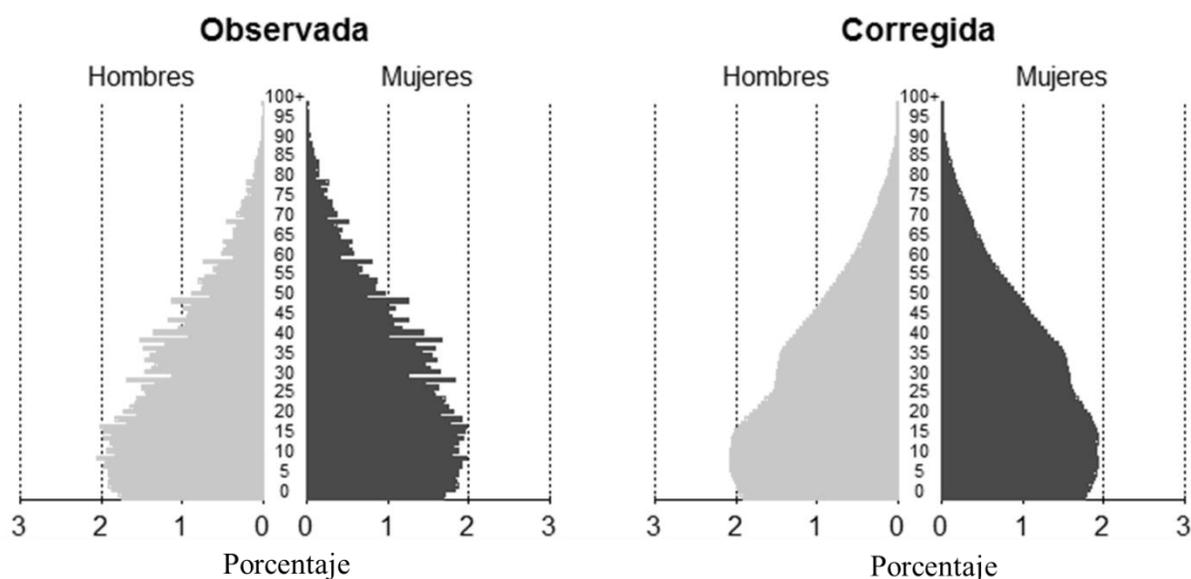
## RESULTADOS

Gráfica 14. Corrección de la población mediante el método de 1/16, República Mexicana 2010



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Gráfica 15. Pirámides poblacionales por edad, República Mexicana 2010



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Para observar la desagregación de la población corregida de los grupos quinquenales a edades individuales se usaron los factores de Beers, ya que este método sólo distribuye a edades simples respetando el efectivo total de cada grupo quinquenal.

### 3.2.2. Prorrateo de los datos no especificados

Posterior a la corrección y suavización de la distribución de la población observada por la preferencia de dígito, se corrigió el problema de no respuesta de los ciudadanos al declarar su edad, prorrateando los datos *no especificados*. El prorrateo de los *no especificados* permitió contabilizar y distribuir al efectivo total de la población censada, sin embargo, *no debe extralimitarse del uso de esta técnica*. ¿Qué confianza se podría tener de los indicadores cuando se prorratean altos porcentajes de información?

Para no obtener resultados sesgados, serían recomendable no prorratear más allá del 5% de la información total. En el caso de México, la información dentro de los *no especificado* en los censos de 1990 y 2010, el conteo de 1995 y encuesta intercensal 2015, es menor o cercana al 3%. En cuanto a la información de 2000 y 2005, los porcentajes fueron mayores en algunos estados pero continuaron siendo inferiores al 5%. Sólo en 2000 Baja California (8.4%) y Colima (5.8%) tuvieron porcentajes más elevados, mientras que en 2005 únicamente fueron Baja California (7.3%) y Quintana Roo (12.1%), como se muestra en el apéndice A4. Por lo tanto, el prorrateo los datos no especificados en los estados de la República Mexicana es una técnica permitida.

A grandes rasgos, el conteo de 1995 y encuesta intercensal 2015 tiene información no especificada menor o igual al 0.5%; los censo de 1990 y 2010 tienen 3% o menos; y el censo de 2000 y el conteos de 2005 alrededor del 5%, sin contemplar a los estados anteriormente mencionados.

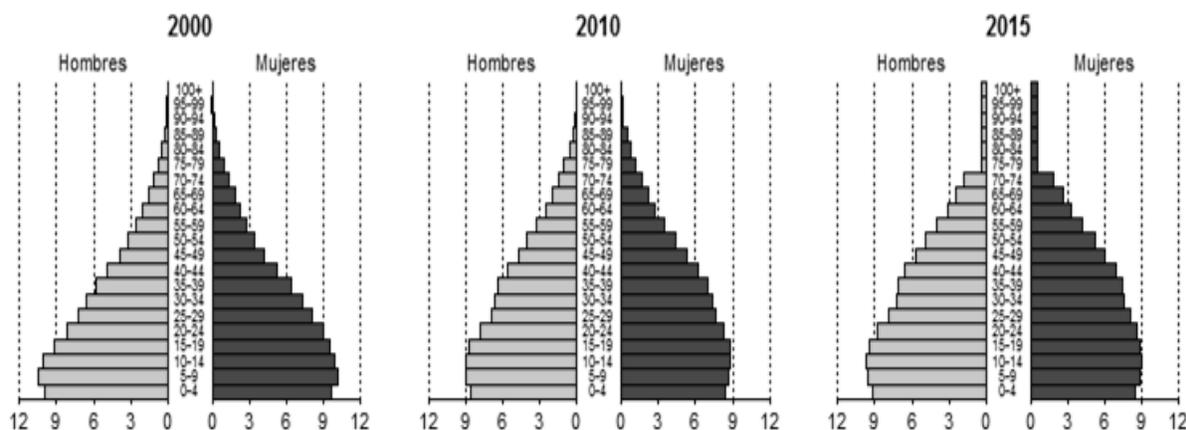
### 3.2.3. Análisis de la estructura poblacional

El descenso de la fecundidad y mortalidad en México ha ocasionado cambios en la estructura poblacional, mientras que en 2000 el 34% de la población era menor a 15 años, el 61% tenía de 15-65 años y el 5% era mayor a 65 años; en 2015 la población joven disminuyó a 27%, se incrementó la población adulta a 65% y la adulta mayor a 7%. En la gráfica 14 se puede observar como la población mexicana está pasando de ser una población joven a una adulta, si el descenso de la fecundidad y mortalidad continúa, la población envejecerá un futuro no tan lejano. La base de las tres pirámides poblacionales indica que la fecundidad continúa en descenso, ya que el efectivo de la población de 0-4 años es menor al de 5-9 años.

## RESULTADOS

En el año 2000 se aprecia una reducción rápida de la población masculina a partir de los 15 años de edad, mientras que para 2010 y 2015 se presenta a partir de los 20 años, probablemente a consecuencia de las emigraciones internacionales. En 2010 hay mayor pérdida de la población en los grupos de 25-29 y 30-34, en tanto que en 2015 ocurre en el grupo de 30-34 años.

Gráfica 14. Pirámides poblacionales porcentuales, República Mexicana.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

Asimismo, el descenso de la mortalidad se puede observar en la parte superior de las pirámides. Aunque para 2015 las estimaciones de la población en la encuesta intercensal no se encuentran desagregadas por grupos quinquenales más allá de los 75 años y más, en la gráfica anterior se aprecia que en 2000 la reducción de la población hacia la cúspide es más rápida que en 2010 y 2015, debido a la mejora en la esperanza de vida de los mexicanos.

En los tres años la distribución de la población mexicana por sexo es la misma, el 49% de los ciudadanos son hombres y el 51% mujeres. Pese a que estos porcentajes se invierten en la población joven (0-14 años), en la población adulta (15-64 años) el 48% son hombres y 52% mujeres, y en la personas de 65 años o más son el 46 y 54%, respectivamente. En los estados esta distribución es bastante similar, sin embargo, los porcentajes de la población joven, adulta y adulta mayor entre ellos es diversa.

En la gráfica 15 se muestran las estructuras poblacionales de las 32 entidades federativas y la nacional, para 2000 y 2015. Las estructuras más jóvenes en ambos años son la de Chiapas, Guerrero y Oaxaca con casi la tercera parte de su población joven (33, 31 y 29%, respectivamente);

## RESULTADOS

---

mientras que los estados con menor porcentaje son Distrito Federal con el 20% y con el 26% Colima, Estado de México, Morelos, Veracruz y Yucatán. Los estados que cuentan con mayor proporción de su población adulta en 2015 son el Distrito Federal (70%), Quintana Roo (69%), Baja California y Baja California Sur (68%); y los de menor son Chiapas, Guerrero y Oaxaca (61%). Las estructuras con más población de 65 años o más es el Distrito Federal (10%), Oaxaca (9%) Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa, Veracruz, Yucatán y Zacatecas con el 8%; y con menor Quintana Roo (4%), Baja California y Baja California Sur (5%).

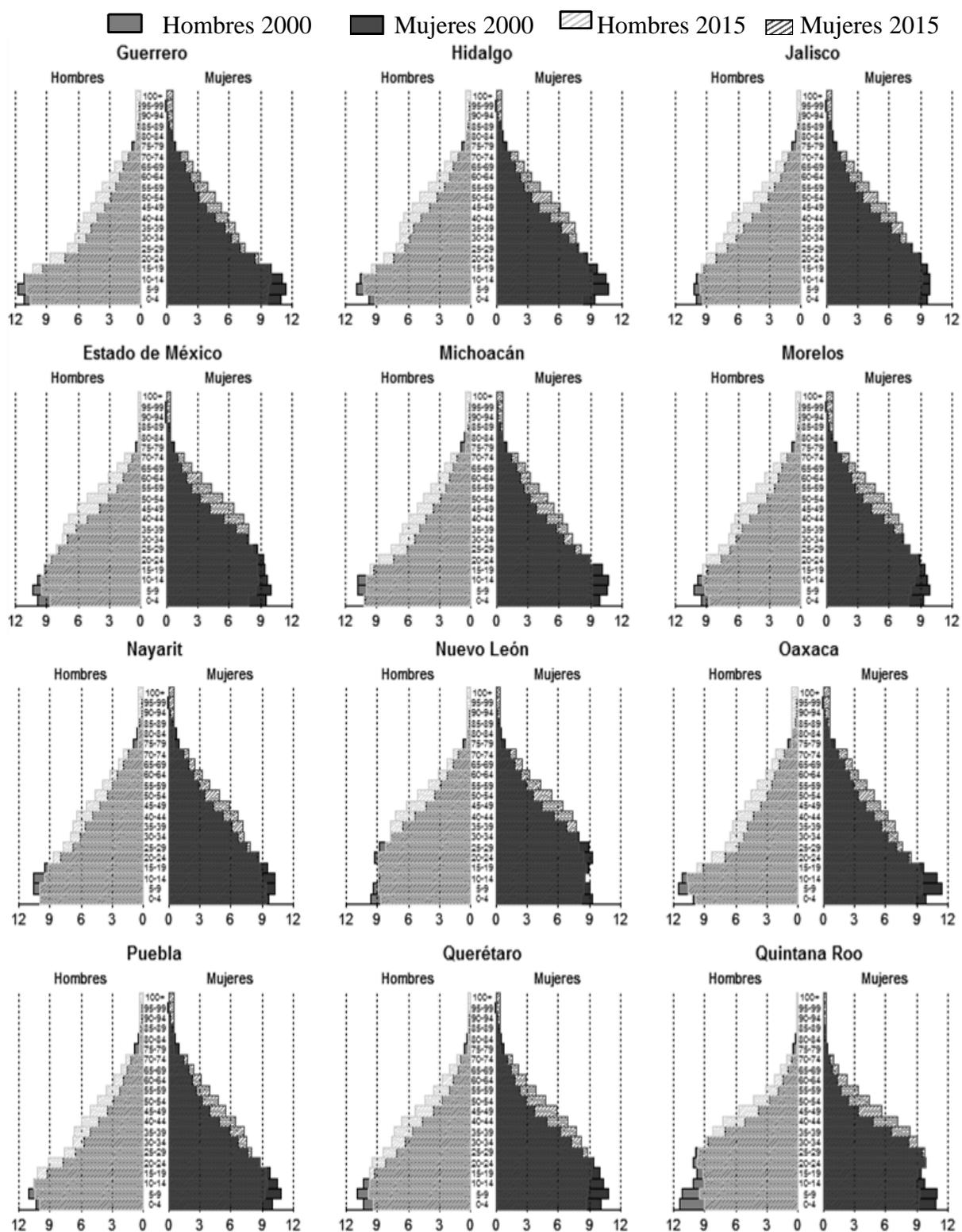
Como se puede ver, aunque en la gráfica 15 se aprecien estructuras diferentes, la mayor parte de la poblacional en todos los estados se encuentra entre los 15 y 64 años, es decir, todos los estados cuentan con el llamado “bono demográfico”. Además, aunque el porcentaje de la población de 0-14 años ha estado disminuyendo se requiere mayor atención, en cuanto a servicios educativos y de salud, en Chiapas, Guerrero y Oaxaca ya que son los estados tienen mayor población joven. Pese a que Oaxaca tiene una de las estructuras más jóvenes y el Distrito Federal tiene mayor proporción de su población mayor a 64 años, el Distrito Federal es un caso particular, su pirámide poblacional es totalmente diferente a la estructura de los demás debido al rápido y prolongado descenso de la fecundidad en al menos 25 años, que otros estados no han experimentado.

Por lo que respecta a los cambios en la fecundidad, en un primer acercamiento, la gráfica 15 muestra que en 2000 la fecundidad se encontraba en declive en todos los estados de la República Mexicana, a excepción de Baja California, Nuevo León, Quintana Roo, Sonora y Tamaulipas, ya que la barra de 0-4 años es más estrecha a la del grupo de 5-9 años, las estructuras de Baja California y Nuevo León son muy similares, en este año la fecundidad no sólo se estancó sino hubo un ligero repunte.

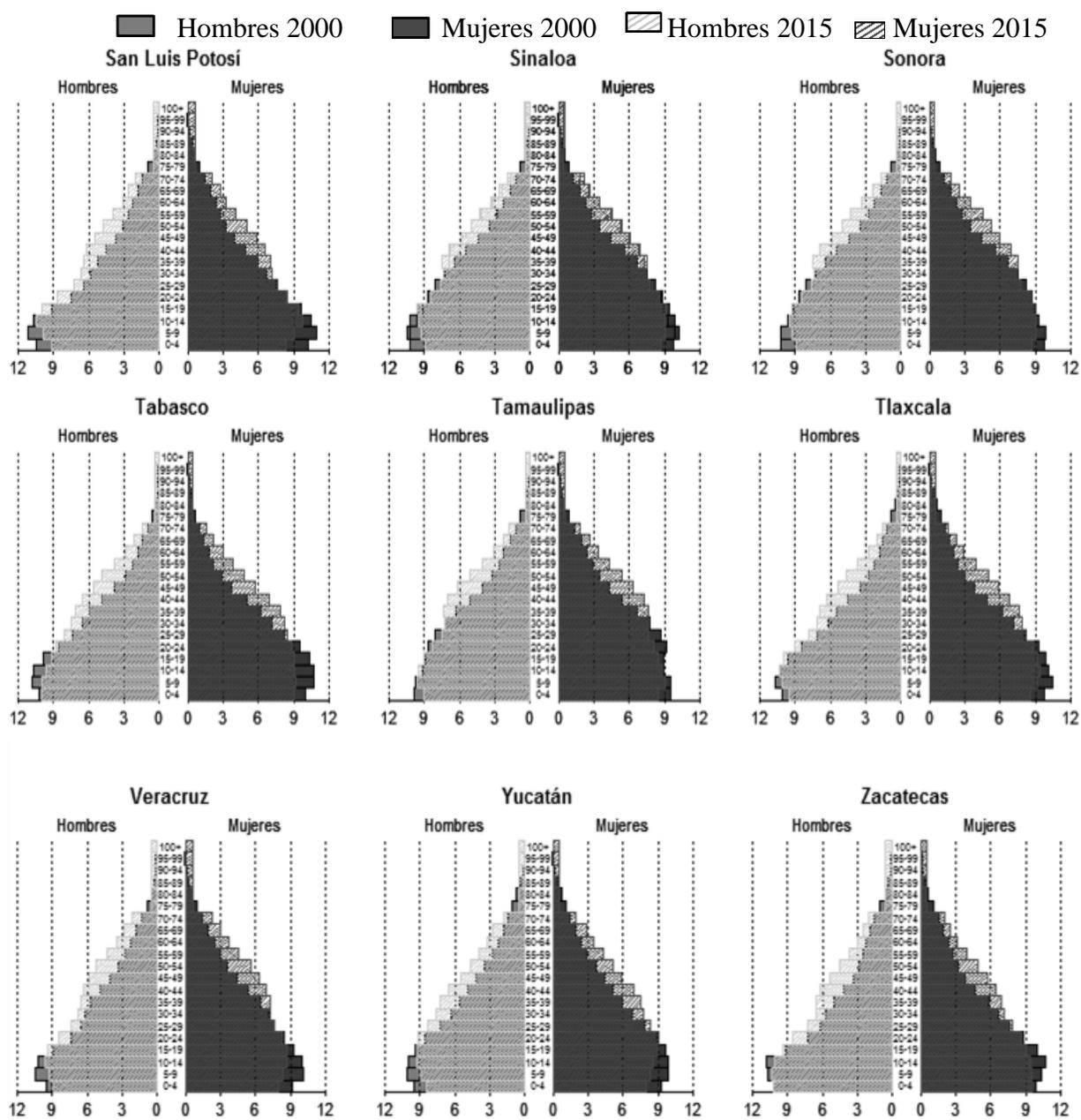
En 2015, la base de las pirámides muestran que en más estados se interrumpió el descenso de la fecundidad como en Aguascalientes, Campeche, Coahuila, Chiapas, Durango, Michoacán, Nayarit, Quintana Roo, Tabasco y Zacatecas; contrario a Hidalgo, Estado de México, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala y Yucatán, en donde se observa una mayor reducción de la población de 0 a 4 años.



Gráfica15  
(continúa)



## RESULTADOS

Gráfica 15  
(concluye)

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000 y Encuesta Intercensal 2015.

### 3.3. Análisis demográfico de la fecundidad

#### 3.3.1. Tasa Bruta de Natalidad

La tasa bruta de natalidad (TBN) proporciona un panorama general del nivel de la fecundidad en la República Mexicana y en sus entidades federativas. A nivel nacional, de 2000 a 2010 el número de nacimientos por cada mil habitantes se redujo en 5, mientras que de 2010 a 2015 sólo en uno. A nivel estatal el comportamiento fue similar, en el primer período se obtuvo un mayor descenso que en el segundo e incluso en este último el nivel de la natalidad en Campeche, Jalisco, Nayarit, Veracruz y Yucatán se mantuvo y en otros como Coahuila y Michoacán se registró un nacimiento por cada mil habitantes adicional (apéndice C1).

En 2000, el nivel de la natalidad en los estados oscilaba entre 19 y 29 nacimientos por cada mil habitantes, para 2010 entre 14 y 26, y entre 13 y 25 en 2015. Como se puede ver, la variación entre los niveles de la fecundidad en los estados se ha conservado en los tres periodos de estudio, pero se debe a que el Distrito Federal y Chiapas tienen un valor (bajo y alto, respectivamente) distante al resto de los demás estados. Sin considerarlos, el número de nacimientos por cada mil habitantes en los tres años, oscilan de 23 a 29, 19 a 25, y 17 a 22, respectivamente. Aunque en los dos primeros años el rango es el mismo, en 2015 es menor.

De 2000 a 2010 Baja California, Guanajuato, Guerrero y Jalisco fueron los estados que redujeron en mayor medida el número de nacimientos por cada mil habitantes (de 6 a 7), mientras que de 2010 a 2015 fueron Baja California Sur, Quintana Roo y Durango (de 3 a 4), en éste último estado el nivel de natalidad se redujo más en el segundo período que en el primero, mientras que en Quintana Roo se redujeron 4 nacimientos por cada mil habitantes en ambos periodos.

En el año más reciente (2015), la tasa de natalidad en el Distrito Federal es la que ha alcanzado el nivel más bajo, 13 nacimientos por cada mil habitantes; en Baja California, Baja California Sur, Colima, Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán ocurrieron de 17 a 20 nacimientos por cada mil habitantes; mientras que en Aguascalientes, Campeche, Coahuila, Chiapas, Durango, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Quintana Roo y Zacatecas entre 21 y 25.

Aunque la tasa de natalidad se encuentra afectada por la estructura poblacional por edad y sexo, los resultados muestran que, en general, el nivel de la natalidad disminuyó en los estados,

## RESULTADOS

---

principalmente durante el primer periodo, sólo en Baja California Sur y Durango tuvieron un mayor descenso en el segundo periodo (considerando además que en el primero son 10 años y en el segundo 5).

Si bien, el número de nacimientos por cada mil habitantes ha disminuido, ¿a quién se le atribuye?, a los cambios en la fecundidad de las mujeres más jóvenes, de las mujeres en edades intermedias, de las mujeres en las edades cercanas al final del ciclo reproductivo o a un descenso generalizado en todas las edades. Para responder ello, en seguida se analizan los cambios en el patrón de fecundidad de las mujeres en los diferentes estados, mediante las tasas de fecundidad por grupos de edad.

Además, las tasas específicas de fecundidad son indispensables para la construcción de otros indicadores que miden el nivel de la fecundidad controlando el efecto de la estructura poblacional, como la tasa global de fecundidad, la tasa bruta de reproducción y la tasa neta de reproducción.

### **3.3.2. Las tasas específicas de fecundidad**

Los datos de los censos de población 2000 y 2010 así como de la encuesta intercensal 2015, muestran que el rejuvenecimiento de la fecundidad mexicana continúa, con una disminución generalizada después de los 25 años de edad, sin embargo, a diferencia del esquema general mexicano de 1976 a 2008 mostrado por Zavala de Cosío (2014), de 2010 a 2015 no hubo alguna disminución moderada de los 15-19 años, sino al contrario, se presentó un incremento de la fecundidad adolescente (gráfica 16 y apéndice C2).

Como es de esperarse, el incremento de la fecundidad adolescente a nivel nacional es producto de la presencia de este fenómeno en los estados. Aunque el repunte de la fecundidad adolescente en nuestro país es reciente, desde 2010 ya había indicios en Aguascalientes, Coahuila, Durango y Nuevo León donde la tasa de fecundidad entre 15 y 19 años se incrementaron en un 8, 2, 11 y 4%, respectivamente. El incremento de 11% en Durango representó 8 nacimientos adicionales por cada mil adolescentes.

Para 2015, el incremento de la fecundidad adolescente se presentó en 23 de los 32 estados de la República Mexicana, siendo más acentuado en Michoacán (34%), Tlaxcala (32%), Oaxaca (27%), Colima (28%), Campeche (25%), Jalisco (24%) y Puebla (21%), en donde se produjeron de 12 a 18 nacimientos adicionales por cada mil mujeres de 15-19 años; sólo Baja California, Baja

## RESULTADOS

---

California Sur, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas estuvieron exentos de dicho evento.

Además del repunte de la fecundidad adolescente, el rejuvenecimiento del patrón de fecundidad se ha dado prácticamente en todos los estados, a excepción de Baja California, Campeche, Sinaloa y Sonora, donde el patrón de fecundidad se ha dilatado, ocasionando un ligero incremento en la edad media de fecundidad (gráfica 16 y apéndice C3). El rejuvenecimiento ha sido resultado de constantes cambios de su estructura en la mayoría de los estados, sólo Guanajuato, Nuevo León, Oaxaca, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas parecen conservar su estructura, aunque en un nivel inferior. Incluso algunos estados que en 2000 y 2010 tenían una cúspide dilatada entre los 20-24 y 25-29 años (Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Puebla y Tamaulipas) cambiaron su cúspide a temprana en 2015.

Lo anterior indica que hay cambios en el comportamiento de las mujeres respecto a la planeación de sus hijos. Por ejemplo, mientras que de 2000 a 2010 el descenso de la fecundidad pudo haber sido producto de un mayor espaciamiento entre hijos, característico de las curvas con cúspide dilatada; en 2015 podría deberse en mayor medida a la planificación familiar después de lograr el tamaño de la familia deseado, ya que la fecundidad disminuyó principalmente en las edades posteriores a los 20-24 años.

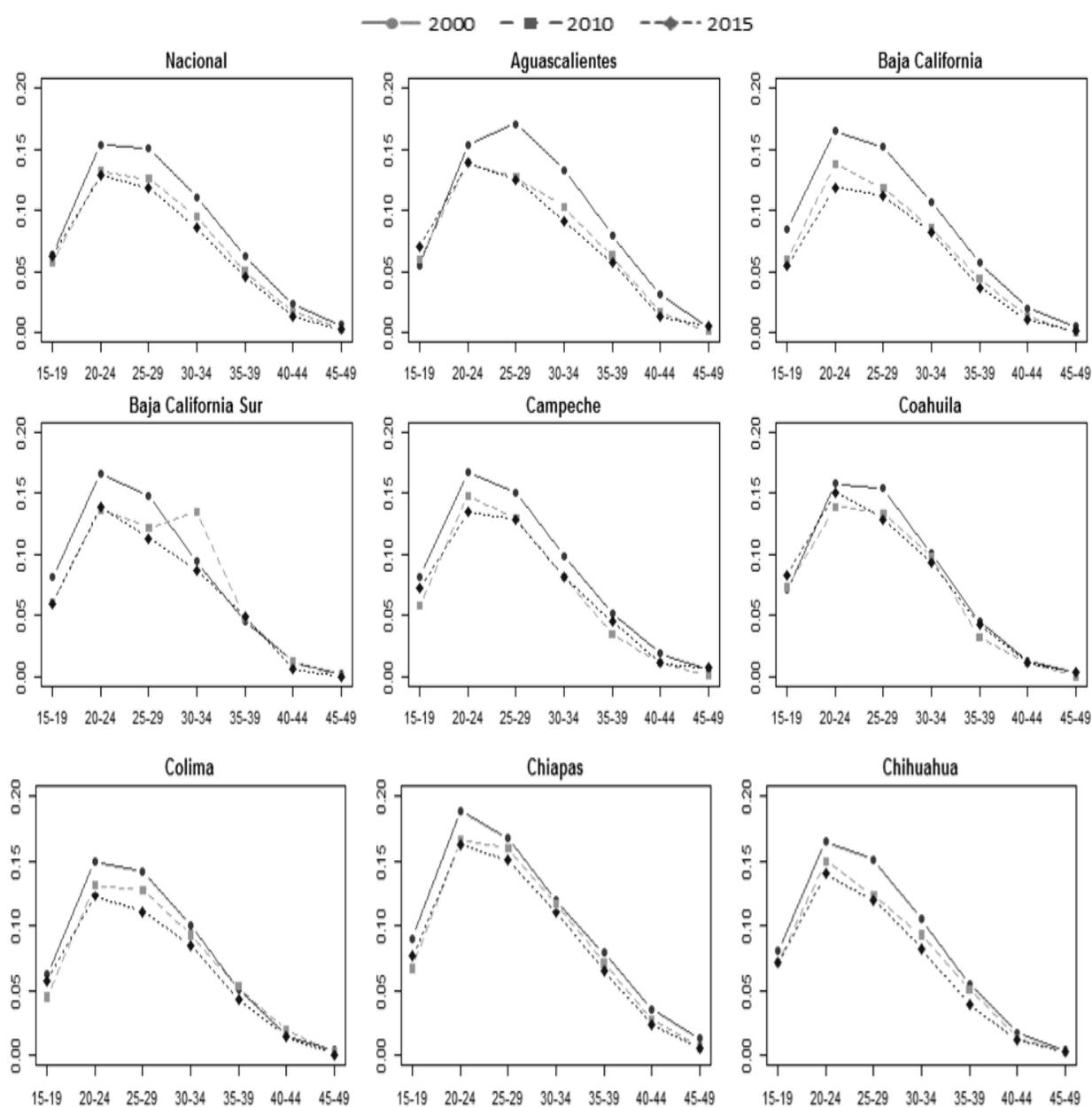
Coahuila es un caso particular, la cúspide pasó de ser dilatada a temprana debido a un incremento de la fecundidad en los grupos de 15-19 y 20-24 años y no por un descenso significativo en los grupos posteriores, ocasionando que de 2010 a 2015 repuntará el número de hijos promedio por mujer. Al igual que en Coahuila, la fecundidad también se incrementó en Michoacán, Campeche y Jalisco, en el último período aunque en menor medida; en los dos primeros estados se debió primordialmente a los cambios en la fecundidad adolescente y en el último al aumento de la fecundidad en las mujeres de 15-19 y 20-24 años (apéndice C2).

Sonora tuvo un comportamiento diferente a los demás estados, de 2000 a 2010 se rejuveneció su patrón de fecundidad, pero de 2010 a 2015 cambio totalmente su patrón a tardío, con una moda en los 25-29 años. El máximo en la curva de fecundidad en Zacatecas también se alcanza en los 25-29 años, pero la diferencia es que este estado ha mantenido este patrón desde el año 2000 (gráfica 16). Probablemente estos dos estados sean los únicos en donde se ha postergado en mayor medida la edad a la unión o matrimonio.

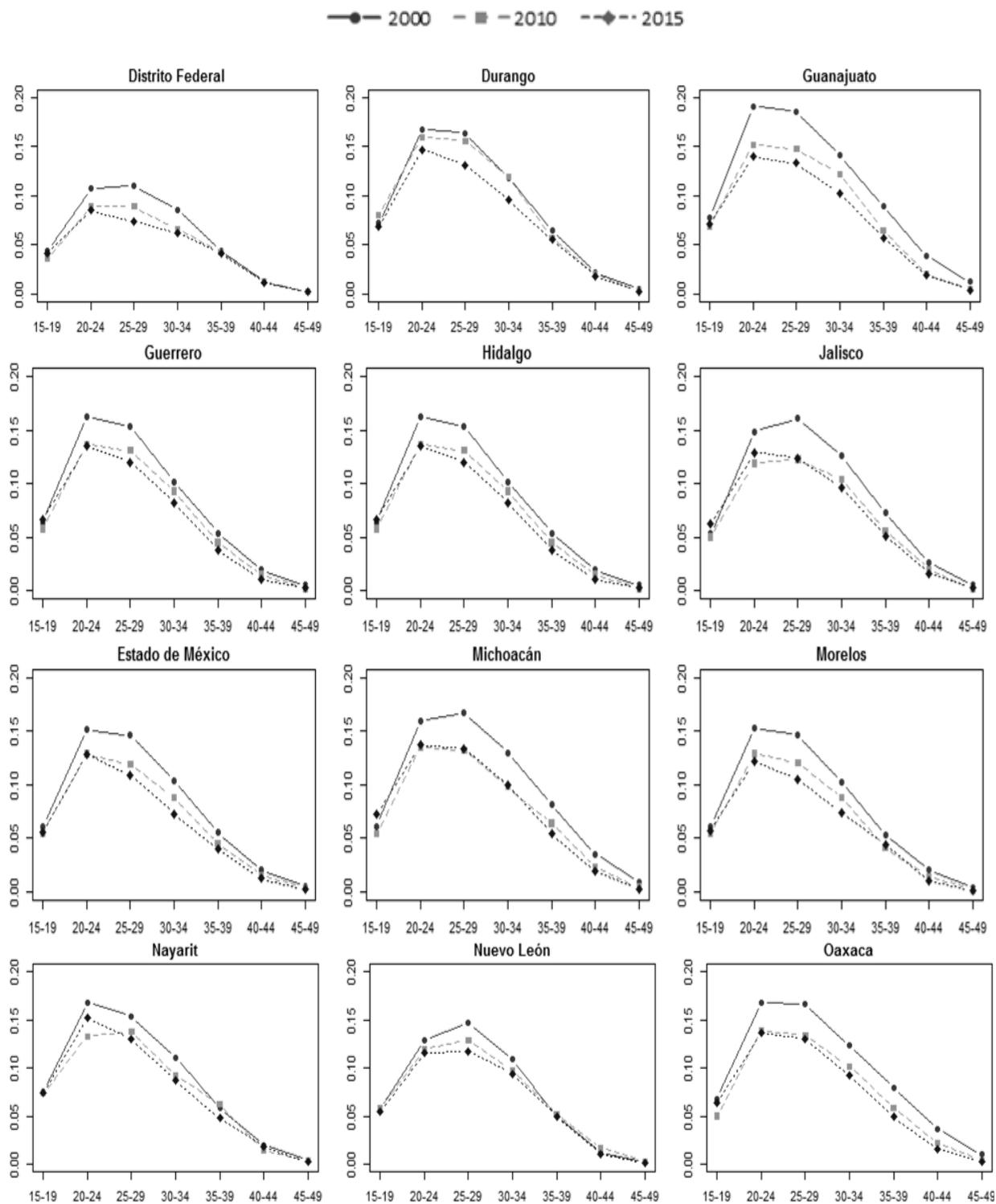
## RESULTADOS

A grandes rasgos, de 2000 a 2010 se observa un descenso de la fecundidad en todas las mujeres en edad reproductiva, principalmente en las de 20 a 29 años, reduciéndose hasta 41 y 47 nacimientos por cada mil mujeres entre 20-24 y 25-29 años, respectivamente. En cambio, de 2010 a 2015 no se presentó el descenso de la fecundidad en las mujeres de 15-19 años, y en los demás grupos el decremento fue menor al alcanzado en el primer periodo (apéndice C2).

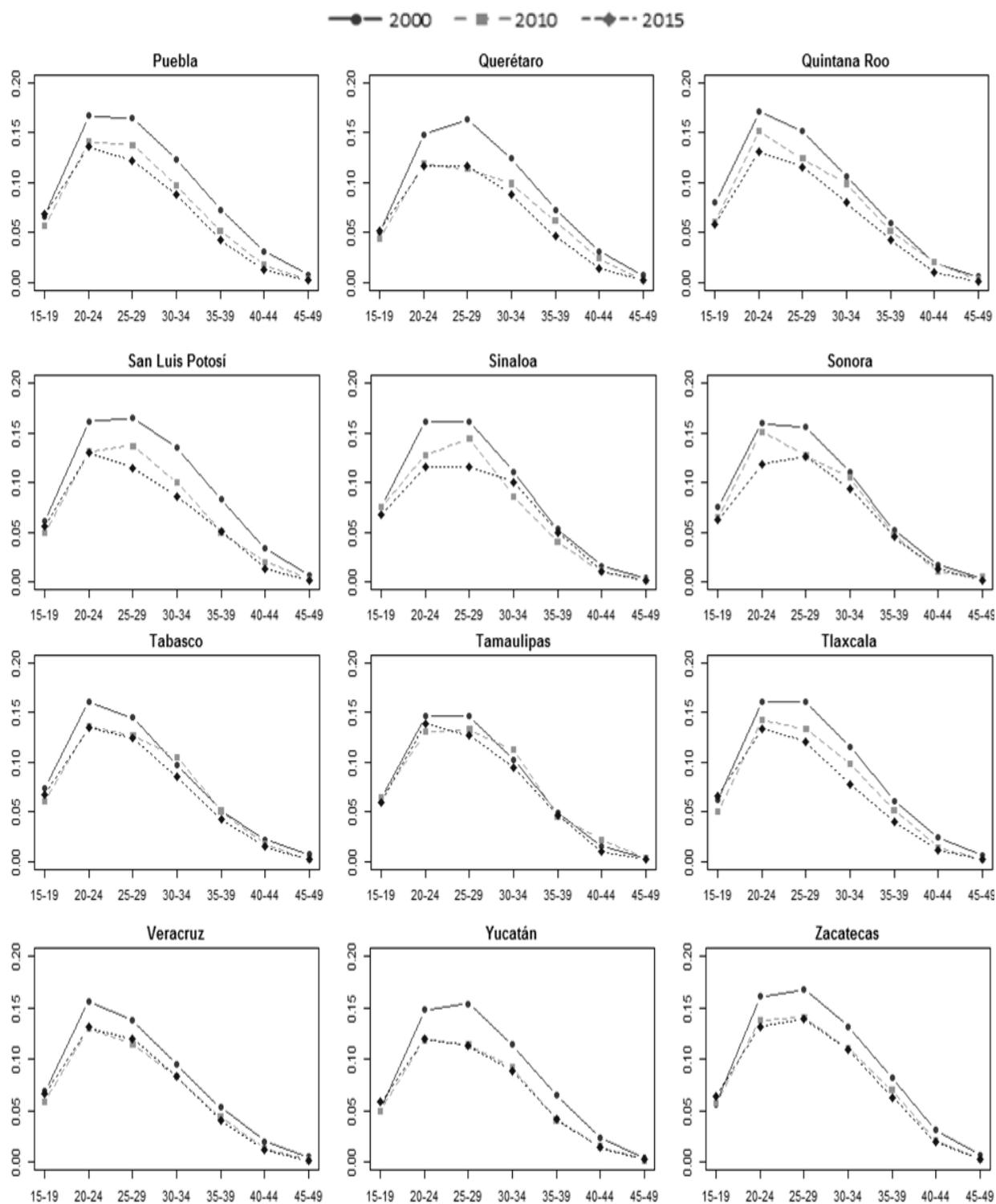
Gráfica 16. Tasas específicas de fecundidad por estado 2000, 2010 y 2015.



## RESULTADOS

Gráfica 16  
(continúa)

Gráfica 16  
(concluye)



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

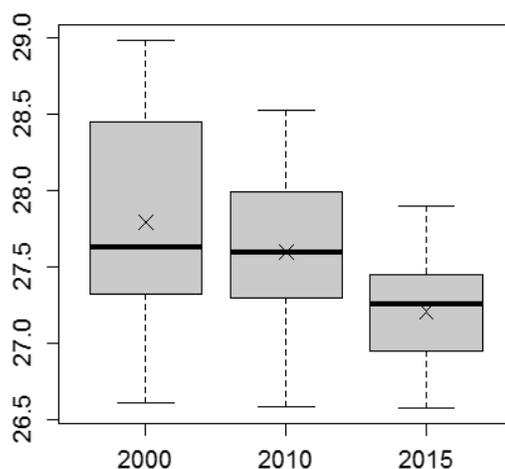
En 2015, las tres curvas básicas del patrón de fecundidad se encuentran presentes en los estados de la República Mexicana. *Curva con cúspide temprana (20-24 años)*: Aguascalientes, Baja California Sur, Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Nayarit, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán. *Curva con cúspide dilatada (20-24 y 25-29 años)*: Baja California, Campeche, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca y Querétaro; Sinaloa también presenta una curva con cúspide dilatada pero es más prolongada, se encuentra de los 20-24 años hasta los 30-34 años. *Curva con cúspide tardía (25-29 años)*: Sonora y Zacatecas.

### **3.3.3. Edad Media de Fecundidad**

Como se ha visto la mayoría de los estados tienden al rejuvenecimiento del patrón de la fecundidad, esto implica que la edad promedio de la madre al tener sus hijos cada vez es menor. A nivel nacional, la edad media de fecundidad disminuyó alrededor de ocho meses en 15 años, pasando de 27.9 años en 2000 a 27.2 en 2015. Esto quiere decir que si en 2015 todas las mujeres tuvieran sus hijos a una sola edad lo harían en promedio a los 27.2 años.

De 2000 a 2015, la mayoría de los estados redujo la edad media de fecundidad, a excepción de Baja California, Sinaloa y Sonora en donde se incrementó ligeramente a causa de un mayor espaciamiento entre los hijos. Las diferencias entre los estados, respecto a la edad media a la fecundidad, se han reducido a través del tiempo oscilando entre los 26.6 y 27.9 años en 2015 (gráfica 17). La mínima edad promedio a la fecundidad que se ha obtenido en los estados durante los tres años ha sido 26.6 años, mientras que la máxima disminuyó alrededor de medio año de 2000 a 2010 y de 2010 a 2015, lo que muestra que el rejuvenecimiento de la fecundidad en los últimos 5 años fue más rápido que en años anteriores.

Gráfica 17. Edad media a la fecundidad por estado.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

### 3.3.4. Tasa Global de Fecundidad

De 2000 a 2015, el número de hijos que en promedio una mujer mexicana tiene a lo largo de su vida reproductiva pasó de 2.9 a 2.3, esto quiere decir que por cada diez mujeres se redujeron aproximadamente seis nacimientos. Sin embargo, este resultado se le atribuye más al descenso de la fecundidad de 2000 a 2010, ya que de 2010 a 2015 sólo disminuyó 1 nacimiento por cada 10 mujeres (apéndice C4).

Las reducción más notoria de la fecundidad de 2000 a 2010 se presentó en San Luis Potosí, Baja California, Michoacán, Oaxaca y Querétaro, en donde se redujo de 0.7 a 0.8 hijos por mujer; mientras que de 2010 a 2015 fue en Durango y Quintana Roo (0.4 hijos por mujer). Lo anterior muestra que aunque el nivel de fecundidad cada vez sea menor, es posible que se presenten reducciones de la misma magnitud en un periodo más reciente al de periodos pasados. Otra prueba de ello es el Distrito Federal, quien en la primera década del siglo XXI redujo su tasa global de fecundidad en un 16% y en el último lustro 7%, pese a que en 2010 ya se encontraba muy por debajo del reemplazo (1.69 hijos).

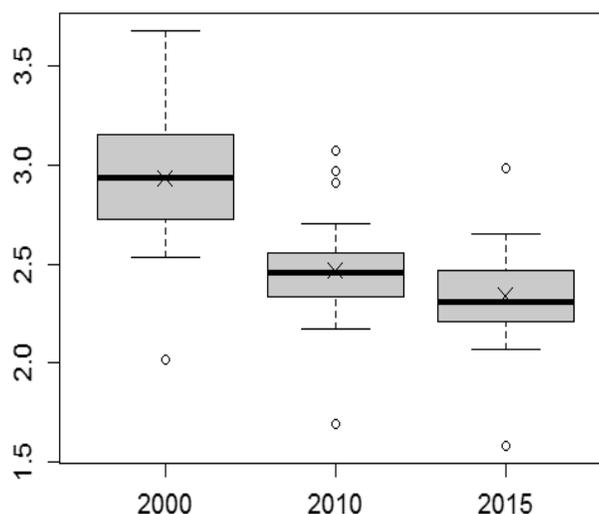
Los incrementos en la fecundidad adolescente de 2000 a 2010, no fueron lo suficientemente substanciales como los ocurridos en el resto de la edades reproductivas, de manera que este fenómeno pudiera ocasionar un incremento en el número de hijos promedio en las mujeres de los diferentes estados. Sin embargo, de 2010 a 2015 el aumento de la fecundidad adolescente fue lo

## RESULTADOS

suficientemente significativo que si la tasa de fecundidad de las mujeres de 15-19 años en 2015 hubiera sido igual a la de 2010, el número de hijos promedio por mujer en Michoacán, Jalisco, Veracruz y Yucatán no se hubiera incrementado. Además, aunque en los demás estados el ascenso de la fecundidad adolescente no ocasionaron incrementos en la fecundidad total, si rezagaron los avances que se pudieron haber obtenido.

Pese a que las desigualdades socioeconómicas continúan persistiendo a lo largo y ancho del país, la brecha en el nivel de la fecundidad entre los estados se ha reducido, sobre todo al no contemplar los estados con niveles de fecundidad atípicos. El Distrito Federal tiene los niveles de fecundidad más bajos en los tres años de estudio y además muy por debajo del resto, mientras que del lado opuesto se encuentra Chiapas, quien junto con Durango y Guerrero tenían niveles de fecundidad muy superiores a los demás estados en 2010, pero que en 2015 fue el único que se quedó por distante los demás (gráfica 18).

Gráfica 18. Tasa global de fecundidad por estado.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

En estos resultados atípicos, se tiene por una parte a las mujeres del Distrito Federal quienes en 2015 tuvieron 1.58 hijos, en promedio, al final de su etapa reproductiva y por otra a las de Chiapas con 2.98 hijos. De acuerdo a las estimaciones realizadas para el periodo 2010-2015 por el World Population Prospects, las mujeres en Chiapas tienen aproximadamente el mismo número

## RESULTADOS

---

de hijos promedio que las mujeres en Filipinas (3.04) o Israel (3.05), mientras que el nivel de fecundidad del Distrito Federal se asemeja al promedio del nivel europeo (1.6).

Al parecer la tasa global de fecundidad al nivel de reemplazo (2.1) no es un límite en el nivel de la fecundidad, además del Distrito Federal hay estados como Baja California, Morelos y el Estado de México que en 2015 ya se encuentran por debajo de este nivel. Para facilitar el análisis del nivel de fecundidad alcanzado por los estados de la República Mexicana en 2015, se construyeron seis grupos:

Grupo 1: Tasa global de fecundidad menor a 2.1

Grupo 2: Tasa global de fecundidad mayor a 2.1 y menor o igual a 2.25

Grupo 3: Tasa global de fecundidad mayor a 2.25 y menor o igual a 2.29 (media nacional).

Grupo 4: Tasa global de fecundidad mayor a 2.29 y menor o igual a 2.35

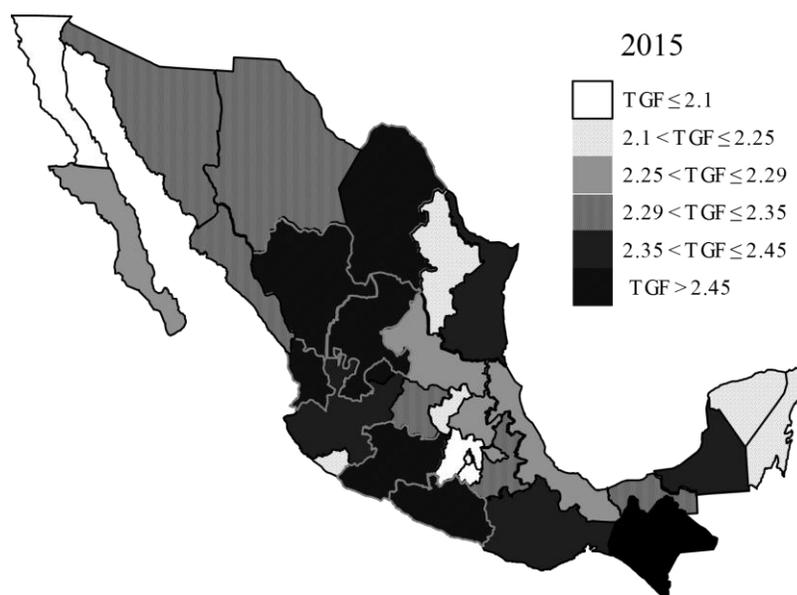
Grupo 5: Tasa global de fecundidad mayor a 2.35 y menor o igual a 2.45

Grupo 6: Tasa global de fecundidad mayor a 2.45

De acuerdo a esta clasificación, el primer grupo está integrado por Baja California, Morelos y el Estado de México, quienes se encuentran por debajo del nivel de reemplazo; el segundo por Colima, Querétaro, Yucatán, Quintana Roo y Nuevo León, quienes están próximos al nivel de reemplazo; el tercero por Tlaxcala, San Luis Potosí, Baja California Sur, Veracruz e Hidalgo, quienes aún se encuentran por debajo de la media nacional con un nivel de fecundidad relativamente bajo; el cuarto por Sonora, Guanajuato, Sinaloa, Chihuahua, Tabasco y Puebla, con un nivel de fecundidad relativamente medio, por arriba de la media nacional; el quinto por Tamaulipas, Jalisco, Campeche y Oaxaca, con un nivel de fecundidad medio; y el sexto por Aguascalientes, Nayarit, Coahuila, Michoacán, Durango, Guerrero y Zacatecas, con niveles de fecundidad altos (apéndice C4).

Al Distrito Federal y Chiapas se tratan por separado, debido a la distancia abrupta en sus niveles de fecundidad con los demás, estos estados tienen niveles de fecundidad muy por debajo del reemplazo y muy por arriba, respectivamente. La distribución de los grupos conformados en el territorio mexicano se muestra en la gráfica 19.

Gráfica 19. Clasificación de los estados de acuerdo a la TGF, República Mexicana 2015



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

De 2000 a 2015, todos los grupos (e incluso Chiapas) redujeron de 0.5 a 0.7 el número promedio de hijos, mientras que en el Distrito fue de 0.4. La diferencia más notable entre los grupos y estados además del nivel de fecundidad alcanzado, es la disminución de nacimientos por edad de la madre (apéndice C5).

De 2000 a 2010 el descenso de la fecundidad se presentó en todos los grupos de edad, pero en algunos fue más importante que en otros. En todos los grupos el descenso de la fecundidad fue más considerable en las mujeres de 20-24 y 25-29 años, en el Distrito Federal en las mujeres de 20-24, 25-29 y 30 a 34 años y en Chiapas en las mujeres de 15-19 y 20-24 años (gráfica 16 y 20).

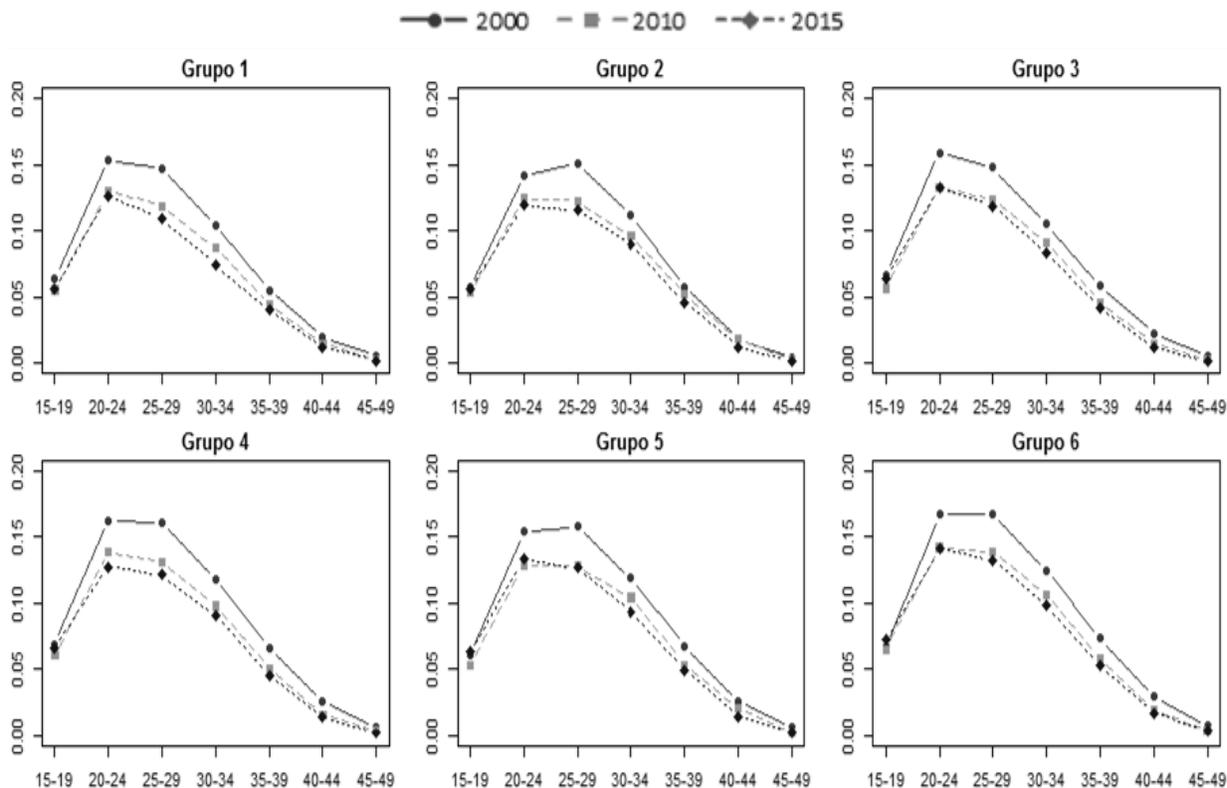
En el segundo período de 2010 a 2015, los estados menos afectados por el repunte de la fecundidad adolescente fueron los que se encuentran por debajo o cerca del nivel de reemplazo (grupo 1 y 2), incrementándose sólo de 1 a 2 nacimientos por cada mil mujeres entre 15 y 19 años; en contraste con los grupos 3, 5, 6 y Chiapas en donde fue de 8 a 10 nacimientos por cada mil mujeres en estas edades. Por lo que respecta al Distrito Federal y grupo 5 se tuvieron alrededor de 5 nacimientos adicionales por cada mil adolescentes (gráfica 20 yapéndice C5).

En el segundo periodo, los estados con un nivel de fecundidad medio (grupo4) tuvieron un mayor descenso en la fecundidad de las mujeres de 20-24 años, en 11 nacimientos por cada mil mujeres entre estas edades. Asimismo, ocurrió una reducción en la fecundidad de las mujeres de

## RESULTADOS

25-29 años, igual de importante que en el primer grupo, 10 nacimientos por cada mil mujeres en este grupo de edad. En cuanto a los estados con fecundidad relativamente media (grupo 6) los cambios en la fecundidad son diferentes; además del notorio aumento de la fecundidad adolescente, el número de nacimientos en las mujeres de 20-24 años se incrementó en 5 nacimientos por cada mil mujeres, pero se redujeron 11 nacimientos por cada mil mujeres de 30-34 años. Finalmente, el descenso de la fecundidad en los estados con niveles de fecundidad altos (grupo 6), se presentó a partir de los 25 años con descensos más visibles en las mujeres de 25-29 y 30-34 años, de 7 y 8 nacimientos por cada mil mujeres en estos grupos de edad, respectivamente (gráfica 20 y apéndice C5).

Gráfica 20. Tasas específicas de fecundidad por grupo.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

### 3.3.5. Tasa Bruta de Reproducción

“La noción de reproducción implica el estudio de la renovación de las generaciones en el seno de las poblaciones consideradas como *conjuntos renovables*” Mattelart (1964:418). Por ello, la tasa bruta de reproducción es la tasa de reemplazamiento de una generación por la siguiente, suponiendo mortalidad nula en las mujeres desde su nacimiento hasta el final de su periodo reproductivo, por lo que esta tasa indica cuantas hijas llegará a tener cada mujer.

Mientras que en 2000, había un excedente de nacimientos de casi 40% con respecto a los necesarios para asegurar el nivel de reemplazo en la población mexicana, en 2010 fue de 17% y en 2015 sólo 11%. En las entidades federativas los excedentes van desde el 23 a 80% en el primer año de estudio, de 6 a 50% en el segundo año y de 1 a 45% en el último año; sin considerar al Distrito Federal, quien desde 2000 ya no tenía asegurado el reemplazo de su población pues se habría requerido otro nacimiento vivo por cada 100 mujeres para alcanzarlo y de 18 y 23 para lograrlo en 2010 y 2015, respectivamente (cuadro 10).

En 2010, el excedente en el número de nacimientos para lograr el reemplazo en el grupo 1 era de tan sólo el 10%, pero además otros estados distribuidos en diferentes grupos tenían el mismo porcentaje como Yucatán y Quintana Roo. Para 2015 los nacimientos en el grupo 1 prácticamente pueden reemplazar a la generación pasada, y el grupo 1 y 2 se encuentra muy cercano de ello; asimismo, el grupo 4 y 5 tienen un excedente de nacimientos menor al 20% para reemplazar a la generación pasada, mientras que el grupo 6 tiene poco más del 25% y Chiapas aún tiene el 45% .

Cuadro 10. Tasa Bruta de Reproducción por estado, 2000-2015

Estado	TBR 2000	TBR 2010	TBR 2015
Nacional	1.39	1.17	1.11
Distrito Federal	0.99	0.82	0.77
Grupo 1	1.33	1.10	1.02
Morelos	1.32	1.09	1.01
Baja California	1.44	1.12	1.02
México	1.32	1.10	1.02
Grupo 2	1.32	1.14	1.07
Colima	1.28	1.15	1.06
Querétaro	1.45	1.13	1.06
Yucatán	1.36	1.06	1.07
Quintana Roo	1.45	1.24	1.07
Nuevo León	1.23	1.16	1.08
Grupo 3	1.37	1.14	1.10
Tlaxcala	1.44	1.20	1.10
San Luis Potosí	1.58	1.20	1.10
Baja California Sur	1.33	1.26	1.11
Veracruz	1.31	1.09	1.11
Hidalgo	1.37	1.17	1.11
Grupo 4	1.49	1.21	1.13
Sonora	1.40	1.25	1.12
Guanajuato	1.62	1.19	1.12
Sinaloa	1.42	1.18	1.13
Chihuahua	1.41	1.23	1.13
Tabasco	1.35	1.22	1.15
Puebla	1.54	1.23	1.15
Grupo 5	1.44	1.20	1.18
Tamaulipas	1.28	1.25	1.17
Jalisco	1.45	1.16	1.17
Campeche	1.40	1.13	1.18
Oaxaca	1.59	1.25	1.19
Grupo 6	1.55	1.30	1.26
Aguascalientes	1.54	1.25	1.22
Nayarit	1.44	1.26	1.25
Coahuila	1.33	1.19	1.25
Michoacán	1.57	1.24	1.26
Durango	1.50	1.45	1.27
Guerrero	1.80	1.42	1.29
Zacatecas	1.56	1.32	1.29
Chiapas	1.69	1.50	1.45

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

### 3.3.1. Tasa Neta de Reproducción

La tasa neta de reproducción es una medida más estricta para medir la capacidad que tiene una generación para asegurar su reemplazo, ya sea una cohorte real o hipotética (como es el caso), puesto que sigue a las mujeres desde el nacimiento hasta que termina su ciclo reproductivo, considerando el riesgo de mortalidad al que están expuestas.

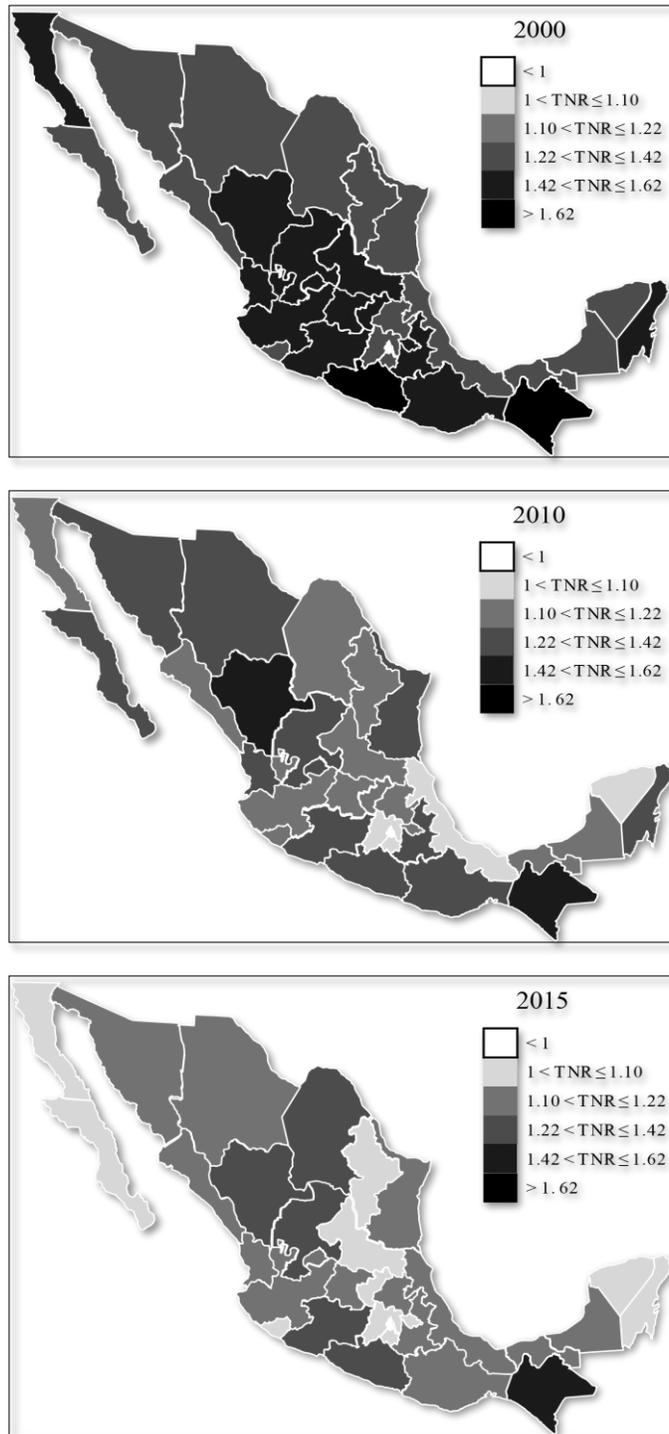
En este estudio se plantearon tres hipótesis de mortalidad para los diferentes años: alta, mediana y baja como se especifica en el apartado 2.3. La diferencia entre las diferentes hipótesis planteados oscilan alrededor de 1 nacimiento femenino por cada 1000 mujeres tomadas al nacer (apéndice C6). Debido a la heterogeneidad en la probabilidad de sobrevivencia entre los estados, y a las diferencias entre las tres hipótesis, se tomará como referencia la hipótesis de mortalidad media para poder realizar el comparativo correspondiente.

En la gráfica 21 se observan los cambios en la tasa neta de reproducción por estado, en ésta es posible visualizar las regiones del país de acuerdo al excedente del número de nacimientos para asegurar el reemplazo estricto de la población. En el año 2000, parece haber una regionalización más definida que en los años posteriores, a excepción de Oaxaca, la zona suroeste tenía más del 62% de excedentes de nacimientos; seguida por la zona oeste (salvo Colima) y centro norte, así como Baja California, Puebla, Tlaxcala y Quintana Roo con alrededor de 42% y 62%; mientras que toda la zona norte y la mayor parte de la zona este y sureste tenían entre 22 y 42%.

Para 2010 ya no es tan evidente identificar el comportamiento por regiones. Se observan avances importantes en todas las regiones geográficas del país, siendo más notorios en Baja California, Veracruz, Guerrero, Morelos, Estado de México y Yucatán, sólo Durango y Chiapas se quedaron más rezagados.

Contrario a 2010, en 2015 no se redujo el excedente de nacimientos en todos los estados sino que en cuatro de ellos se incrementó, siendo más severo en Coahuila (6%), seguido por Campeche (4%), Jalisco, Michoacán y Veracruz (2%) y Yucatán (1%). Considerando el riesgo (medio) a la mortalidad, el excedente de nacimientos en Baja California, Baja California Sur, Nuevo León, San Luis Potosí, Querétaro, Colima, Estado de México, Morelos, Tlaxcala, Yucatán y Quintana Roo fue menor al 10% en este año.

Gráfica 21. Tasa Neta de Reproducción\* 2000-2015



\* Hipótesis de mortalidad media.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

## RESULTADOS

---

De la zona norte Coahuila y Durango son los más rezagados, de la oeste Michoacán, de la centro norte Jalisco, en la este todos tienen entre poco más del 10% y 22% de excedente pero de 2010 a 2015 Veracruz tuvo un ligero incremento, en el suroeste Oaxaca continúa mejorando y Chiapas es el más rezagado, mientras que en el sureste Quintana Roo ha mostrado grandes cambios reduciendo en 17% el excedente de nacimientos en este último periodo, finalmente la zona centro sur es la que desde el 2010 tienen menos del 10% de excedente de nacimientos para alcanzar el reemplazo estricto de su población.

### 3.4. Evaluación de las proyecciones realizadas por el CONAPO

#### Modelo de la fecundidad basado en la relación Gompertz propuesto por Brass

Una manera de evaluar la congruencia de las proyecciones de fecundidad realizadas por el CONAPO, es mediante el análisis de la armonía de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , obtenidos al aplicar el modelo del doble logaritmo de la función Gompertz a las tasas específicas de fecundidad estimadas por el CONAPO en 2000 y 2010 y proyectadas para 2015.

En primer lugar, se verificó que se cumpliera con el supuesto de linealidad entre la función  $V(x)$  *standard* (2015) y las  $V(x)$  observadas para 2000 y 2010, tanto a nivel nacional como estatal (apéndice D1). En segundo lugar, se estimaron los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  mediante el modelo del doble logaritmo de la función Gompertz. En general, de los parámetros estimados para cada estado fue posible identificar dos tipos de comportamientos: cuadrático y lineal (apéndice D2), que se muestran en la gráfica 22.

A nivel nacional y en la mayor parte de los estados, los parámetros estimados tienen un comportamiento cuadrático, sólo en Aguascalientes, Colima, Guerrero y Hidalgo los parámetros estimados siguen una tendencia lineal.

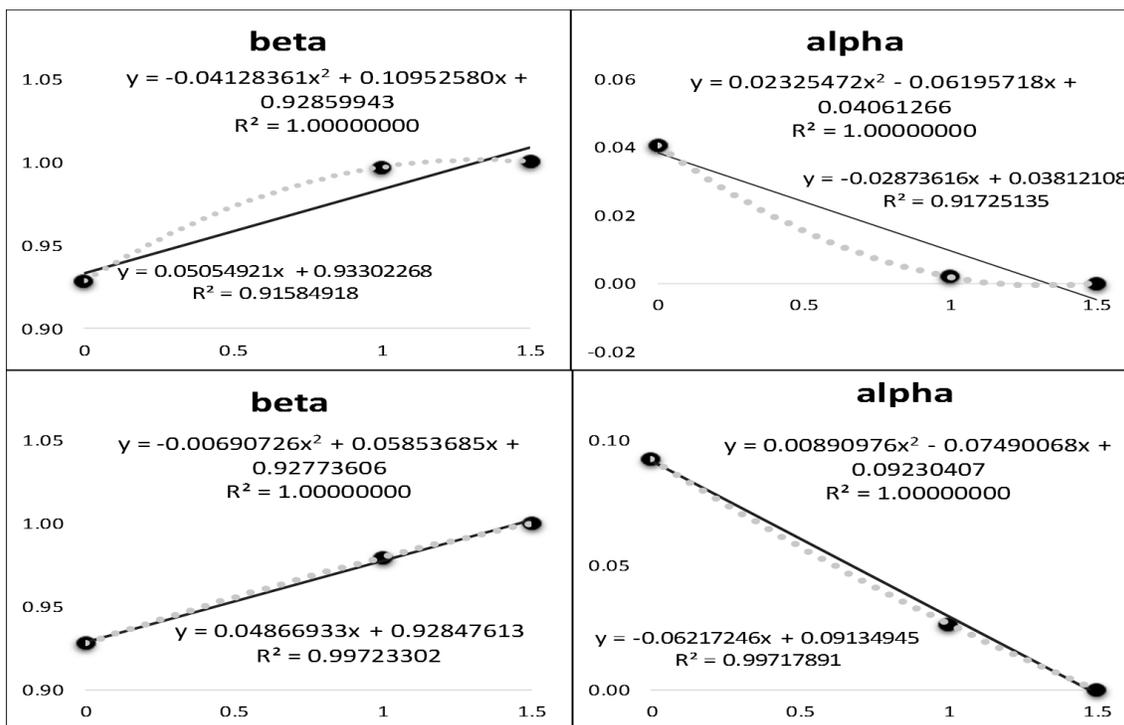
#### *Comportamiento de las betas:*

El parámetro beta en el modelo del doble logaritmo de la función Gompertz, está relacionada con la dispersión de las tasas específicas de fecundidad, cuando éste parámetro es menor que uno, como resultó, significa que hay mayor dispersión de las tasas en comparación a la estándar. Por lo tanto, puede considerarse que existe cierta armonía en el comportamiento de las betas estimadas, ya que este comportamiento refleja que las tasas específicas de fecundidad de 2000 están más dispersas a las de 2010 y éstas a las de 2015, lo cual es congruente pues la estructura de la fecundidad en los estados es cada vez menos dispersa. La diferencia entre un comportamiento

## RESULTADOS

lineal o cuadrático, es que en el lineal indica una reducción más rápida en la dispersión de las tasas específicas de fecundidad y en la cuadrática es más suave.

Gráfica 22. Comportamiento de los parámetros estimados  $\alpha$  y  $\beta$  obtenidos mediante el modelo del doble logaritmo de la función de Gompertz para 2000, 2010 y 2015.



Fuente: Elaboración propia con datos del CONAPO. Estimaciones y Proyecciones de Población 1990-2010 y 2010-2030.

Lo anterior quiere decir, que de acuerdo a la proyección de fecundidad para 2015, se esperaba que el patrón de la fecundidad en éste año fuera menos disperso en todos los estados, lo cual se cumplió en su mayoría, sólo en Campeche, Coahuila y Sinaloa la dispersión de las tasas en 2015 fue mayor a la de 2010 (gráfica 16). Asimismo, al indicar que la estructura de la fecundidad sería menos dispersa, se esperaba una reducción de la fecundidad adolescente, lo cual tampoco ocurrió.

### Comportamiento de las alphas:

El parámetro alpha en el modelo del doble logaritmo de la función Gompertz se encuentra relacionada con la edad media de la fecundidad. Cuando este parámetro es mayor que cero, como en la gráfica 22, indica que la edad media de fecundidad en 2000 y 2010 es mayor a la *standard* (2015), lo cual es congruente, ya que la edad media de fecundidad está descendiendo. Sin embargo,

## RESULTADOS

---

cuando se ajusta una parábola de segundo grado con una constante  $c$  positiva, se obtiene una curva convexa, lo que implica que para un futuro muy cercano habrá incrementos en la edad media de fecundidad, lo cual se ha visto que no se cumple en la mayoría de los estados, pero es posible que ocurra como lo fue en Campeche.

El comportamiento lineal indica un descenso más rápido en la edad media de fecundidad en Aguascalientes, Colima, Guerrero y Hidalgo. Aunque si descendió la edad media de la fecundidad en estos estados hubo otros que lo hicieron más rápido, como por ejemplo Tlaxcala y Querétaro.

### **Proyección de la fecundidad por el CONAPO**

En las proyecciones de fecundidad hay dos aspectos importantes a considerar, el nivel y la estructura. En cuanto al nivel, la metodología del CONAPO establece como cota inferior para 31 de los estados una tasa global de fecundidad de 2.05 hijos y de 1.85 hijos en el Distrito Federal, es por ello que el descenso de la fecundidad en periodos posteriores a 2015 son en su mayoría menores al 3%, es decir, la fecundidad permanece casi constante (apéndice D3). En cuanto a la proyección de la estructura, las proyecciones de fecundidad realizadas por el CONAPO parecen conservar el mismo patrón hasta 2030, por lo que con el descenso de la fecundidad prácticamente constante, los cambios son imperceptibles.

No obstante, los resultados de la encuesta intercensal 2015 muestran que 2.05 y 1.85 hijos no son cotas adecuadas para el nivel de fecundidad de los estados ni para el Distrito Federal en proyecciones a 2030, puesto que en 2015 la tasa global de fecundidad en el DF fue de 1.58 hijos y algunos estados como Morelos prácticamente se encuentran en este nivel (2.07 hijos). Asimismo, los resultados de la encuesta intercensal indican que aunque algunos estados se encuentren con niveles de fecundidad bajos es posible lograr descensos mayores al 8%. La encuesta arroja que la estructura de fecundidad es cambiante debido a la tendencia de rejuvenecimiento en el patrón de fecundidad mexicano y que existe un incremento en la fecundidad adolescente.

### **3.5. Proyecciones de fecundidad a 2030**

#### *Nivel de la fecundidad*

Las tasas globales de fecundidad observadas en las entidades federativas del país, muestra de 2000 a 2010 la fecundidad descendió de 3 a 26%, mientras que de 2010 a 2015 fue de hasta 14%, aunque en este último periodo también hubo incrementos de hasta 5% (apéndice C4).

## RESULTADOS

---

Como se ha mencionado en el apartado metodológico, para proyectar el nivel de la fecundidad a nivel nacional y estatal se consideró como principal propuesta de proyección, la tendencia histórica lineal de las tasas globales de fecundidad de 2000, 2010 y 2015, junto a dos hipótesis alternativas: 1) si el descenso de la fecundidad en cada lustro fuera bajo (5%) y 2) si fuese medio (8%). Los resultados se muestran en cuadro 11.

De acuerdo a la tendencia histórica observada, se espera que en 2020 México alcance el nivel de reemplazo y que en 2030 se encuentre en un nivel similar al del Distrito Federal en 2010. Si el descenso de la fecundidad se frenara y sólo descendiera alrededor del 5% por quinquenio, el nivel de reemplazo en la República Mexicana se lograría hasta 2025 y en 2030 se llegaría a un nivel similar al obtenido por el Distrito Federal en el año 2000. A nivel nacional la tendencia media es muy similar a la histórica ya que de acuerdo a esta última la fecundidad descenderá alrededor del 10%.

En cuanto a los estados, la tendencia observada indica que para 2020 dieciséis de éstos se encontrarán por debajo del nivel de reemplazo o al menos muy cercano de él. Sin embargo, en algunos como Guanajuato, Oaxaca, Puebla y Sinaloa, quizá valdría la pena ser más conservador y adoptar una tendencia baja de 5% dado el nivel de fecundidad con el que se cuenta hasta el momento. Si la fecundidad sólo descendiera 5% en los siguientes quinquenios, para 2020 Baja California, Colima, Distrito Federal, México, Morelos, Querétaro, Quintana Roo y Yucatán se encontrarían por debajo del nivel de reemplazo.

Para 2030, los estados que aún se encontrarían por arriba del nivel de reemplazo de acuerdo a la tendencia observada serían Coahuila, Chiapas, Durango, Tamaulipas y quizá Zacatecas. Es interesante que considerando el comportamiento histórico Oaxaca, Michoacán y Puebla puedan alcanzar en 2020 niveles de fecundidad inferiores a los estados mencionados anteriormente, a pesar de que se asuma una tendencia baja.

De acuerdo al comportamiento observado de 2000 a 2015, la fecundidad disminuirá en promedio 10%, aproximadamente en cada uno de los siguientes tres quinquenios, sin embargo este puede oscilar de 1 a 24%. De 2015 a 2030, los estados que pueden presentar mayor dificultad en el descenso de la fecundidad son Durango, Tamaulipas, Coahuila, Baja California Sur y Nuevo León siendo más preocupante en los primeros tres estados pues poseen niveles fecundidad de los más elevados en las entidades.

## RESULTADOS

Cuadro 11. Proyecciones de fecundidad a 2030 por estado.

Estado	TGF			Tendencia histórica			Tendencia BAJA 5%			Tendencia MEDIA 8%		
	2000	2010	2015	2020	2025	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030
Nacional	2.86	2.39	2.29	2.05	1.86	1.66	2.17	2.06	1.96	2.10	1.93	1.78
Aguascalientes	3.15	2.55	2.50	2.20	1.97	1.75	2.37	2.26	2.14	2.30	2.12	1.95
Baja California	2.95	2.30	2.08	1.76	1.46	1.17	1.98	1.88	1.79	1.92	1.76	1.62
Baja California Sur	2.73	2.58	2.27	2.19	2.05	1.90	2.15	2.05	1.94	2.08	1.92	1.76
Campeche	2.88	2.32	2.41	2.13	1.96	1.79	2.29	2.18	2.07	2.22	2.04	1.88
Coahuila	2.72	2.43	2.56	2.41	2.35	2.28	2.43	2.31	2.19	2.35	2.17	1.99
Colima	2.62	2.35	2.17	2.03	1.88	1.74	2.06	1.95	1.86	1.99	1.83	1.69
Chiapas	3.47	3.07	2.98	2.78	2.61	2.44	2.83	2.69	2.55	2.74	2.52	2.32
Chihuahua	2.90	2.53	2.33	2.14	1.95	1.76	2.21	2.10	1.99	2.14	1.97	1.81
Distrito Federal	2.02	1.69	1.58	1.41	1.26	1.11	1.50	1.42	1.35	1.45	1.34	1.23
Durango	3.07	2.97	2.59	2.55	2.41	2.26	2.46	2.34	2.22	2.39	2.20	2.02
Guanajuato	3.33	2.45	2.30	1.86	1.51	1.15	2.19	2.08	1.97	2.12	1.95	1.79
Guerrero	3.68	2.91	2.63	2.25	1.90	1.54	2.50	2.38	2.26	2.42	2.23	2.05
Hidalgo	2.81	2.41	2.27	2.07	1.89	1.71	2.16	2.05	1.95	2.09	1.92	1.77
Jalisco	2.97	2.37	2.40	2.10	1.90	1.70	2.28	2.17	2.06	2.21	2.03	1.87
México	2.71	2.26	2.10	1.87	1.66	1.46	1.99	1.89	1.80	1.93	1.77	1.63
Michoacán	3.22	2.55	2.59	2.26	2.03	1.80	2.46	2.34	2.22	2.38	2.19	2.02
Morelos	2.71	2.24	2.07	1.83	1.62	1.40	1.96	1.86	1.77	1.90	1.75	1.61
Nayarit	2.95	2.59	2.55	2.37	2.23	2.09	2.43	2.31	2.19	2.35	2.16	1.99
Nuevo León	2.53	2.38	2.22	2.14	2.04	1.94	2.11	2.00	1.90	2.04	1.88	1.73
Oaxaca	3.25	2.56	2.44	2.09	1.81	1.53	2.32	2.20	2.09	2.25	2.07	1.90
Puebla	3.16	2.52	2.35	2.03	1.76	1.48	2.24	2.12	2.02	2.17	1.99	1.83
Querétaro	2.98	2.32	2.18	1.85	1.58	1.30	2.07	1.97	1.87	2.01	1.85	1.70
Quintana Roo	2.98	2.55	2.20	1.98	1.73	1.48	2.09	1.98	1.88	2.02	1.86	1.71
San Luis Potosí	3.24	2.45	2.26	1.87	1.54	1.20	2.15	2.04	1.94	2.08	1.92	1.76
Sinaloa	2.92	2.43	2.31	2.07	1.86	1.66	2.20	2.09	1.98	2.13	1.96	1.80
Sonora	2.86	2.55	2.30	2.14	1.96	1.77	2.18	2.07	1.97	2.11	1.94	1.79
Tabasco	2.77	2.49	2.35	2.21	2.07	1.93	2.24	2.12	2.02	2.17	1.99	1.83
Tamaulipas	2.63	2.56	2.40	2.36	2.29	2.22	2.28	2.16	2.06	2.21	2.03	1.87
Tlaxcala	2.96	2.46	2.26	2.01	1.77	1.54	2.14	2.04	1.93	2.08	1.91	1.76
Veracruz	2.68	2.23	2.27	2.05	1.90	1.75	2.16	2.05	1.95	2.09	1.92	1.77
Yucatán	2.80	2.17	2.19	1.87	1.66	1.44	2.08	1.98	1.88	2.01	1.85	1.70
Zacatecas	3.19	2.70	2.65	2.40	2.21	2.02	2.51	2.39	2.27	2.43	2.24	2.06

Fuente. Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

## RESULTADOS

---

Aunque la tendencia más congruente al comportamiento de la fecundidad durante el periodo de estudio fue lineal, deben monitorearse los estados donde en los últimos años se han presentado ligeros incrementos en su nivel (Campeche, Coahuila, Jalisco, Michoacán, Veracruz y Yucatán ), principalmente en Coahuila.

### *Estructura de la fecundidad*

La proyección a 2030 de la estructura de la fecundidad se realizó con base en el ajuste de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  obtenidos mediante el modelo del doble logaritmo de la función Gompertz para 2000, 2010 y 2015 mostrados en el apéndice D1. Cada uno de los ajustes elegidos para proyectar el patrón de la fecundidad se especifica en la gráfica 23.

Se observó que cuando hay cambios abruptos en la dispersión del patrón y la edad media a la fecundidad, los parámetros estimados del modelo del doble logaritmo de la función Gompertz en años futuros reflejan dicho comportamiento, por lo que las proyecciones resultan un tanto drásticas. Sin embargo, cuando la estructura de fecundidad es más estable como a nivel nacional, las proyecciones con el doble logaritmo de la función Gompertz son viables. Por lo tanto, cuando los cambios en el patrón de fecundidad en 2000, 2010 y 2015 fueron considerables se optó por proyectar la estructura con base en la estructura de fecundidad *standard* (2015), es decir se conserva la estructura observada en 2015 sólo que en diferente nivel.

De acuerdo al ajuste de los parámetros hay dos posibles escenarios a nivel nacional: en el primero, el patrón de fecundidad en México se conservará similar hasta 2030 sólo que en un menor nivel; mientras que en el segundo (con mejor ajuste) la tasa de fecundidad de las mujeres de 15-19 años continuará incrementándose, debido al considerable descenso en la edad media a la fecundidad (reflejado en el parámetro  $\alpha$ ) que el país ha experimentado y al incremento de la fecundidad entre 15 y 19 años. Si el patrón de fecundidad *standard* prevalece hasta 2030, el 13% de los nacimientos se presentaran en las mujeres más jóvenes y 31% a las mujeres de 20-24 años, pero si continúa el incremento de la fecundidad adolescente el 25% de los nacimientos se le atribuirá a las mujeres en estas edades y 32% en las mujeres de 20-24 años. Para tener una idea más clara, en 2015 el 14% de los nacimientos se presentaron en mujeres de 15-19 años y 28% en mujeres de 20-24 años.

En Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Hidalgo, Nuevo León, Sinaloa, Sonora, Tabasco y Tlaxcala, la estructura de fecundidad

## RESULTADOS

---

se proyectó con base en la estructura *standard*, por lo que distribución porcentual de los nacimientos en cada grupo de edad permanece similar a 2015.

Para 2030 Chihuahua continuará con un estructura de fecundidad similar a la actual, sólo que con un incremento del 2% en los nacimientos de las mujeres de 20-24 años. En este año, el 90% de los nacimientos ocurrirán en mujeres menores de 35 años, un punto porcentual mayor al de 2015.

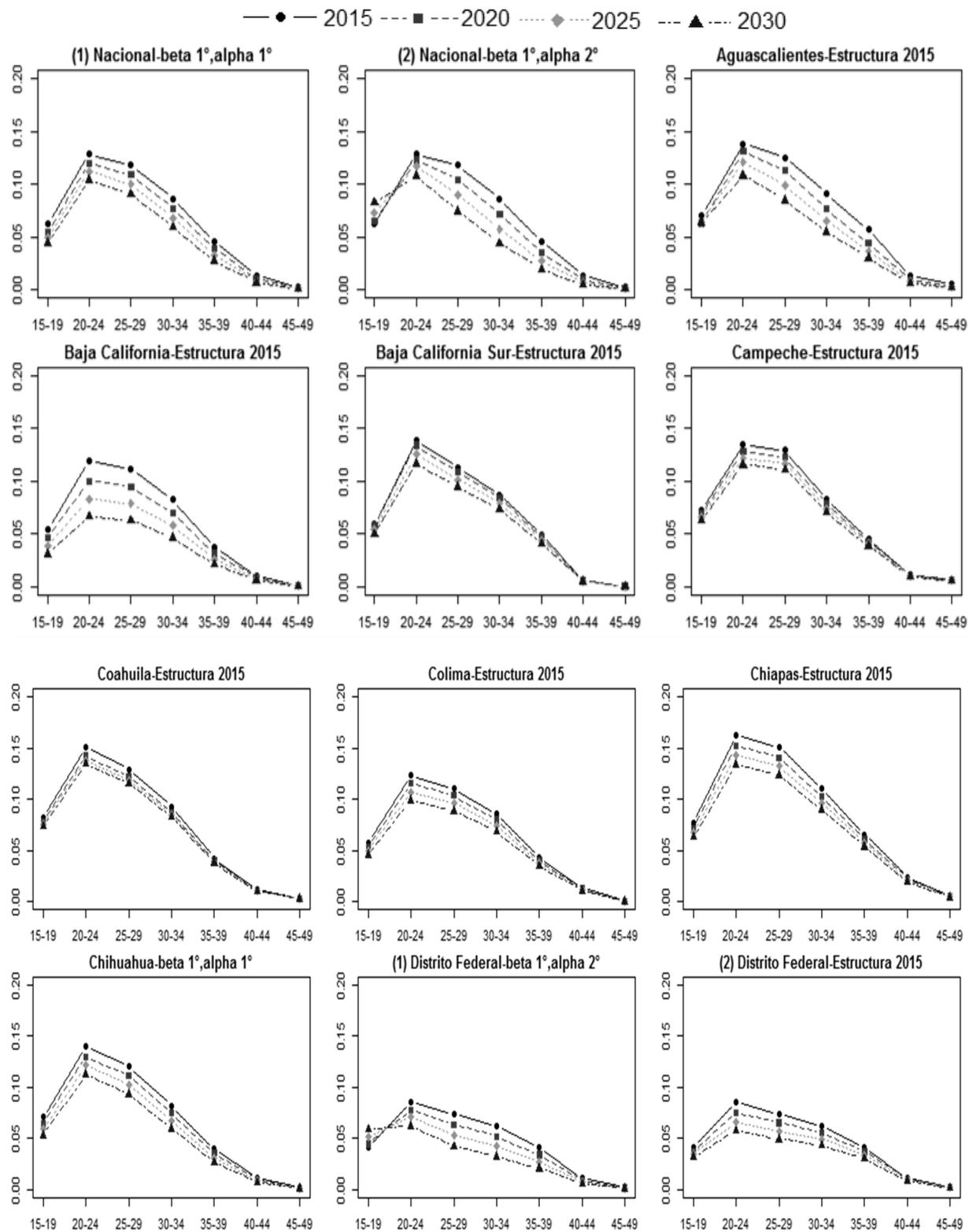
De 2010 a 2015 la fecundidad adolescente en el Distrito Federal se incrementó en 12%, para el próximo quinquenio la proyección prevé que se incremente 9%, lo que implicaría alrededor de 4 nacimientos adicionales por cada mil mujeres entre 15-19 años. Si la tendencia continúa en los próximos 15 años la fecundidad adolescente en el DF se puede llegar a representar el 44% de los nacimientos, lo equivalente a 18 nacimientos adicionales por cada mil adolescentes.

En Durango la fecundidad adolescente permanecerá en un nivel similar, el mayor descenso de la fecundidad en el estado ocurrirá en las mujeres de 20-24, 25-29 y 30-34 años; mientras que en Guanajuato, Estado de México, Jalisco, Morelos, Puebla, Querétaro, Yucatán y Zacatecas los principales decrementos en la fecundidad se presentará en las mujeres de 15 a 39 años.

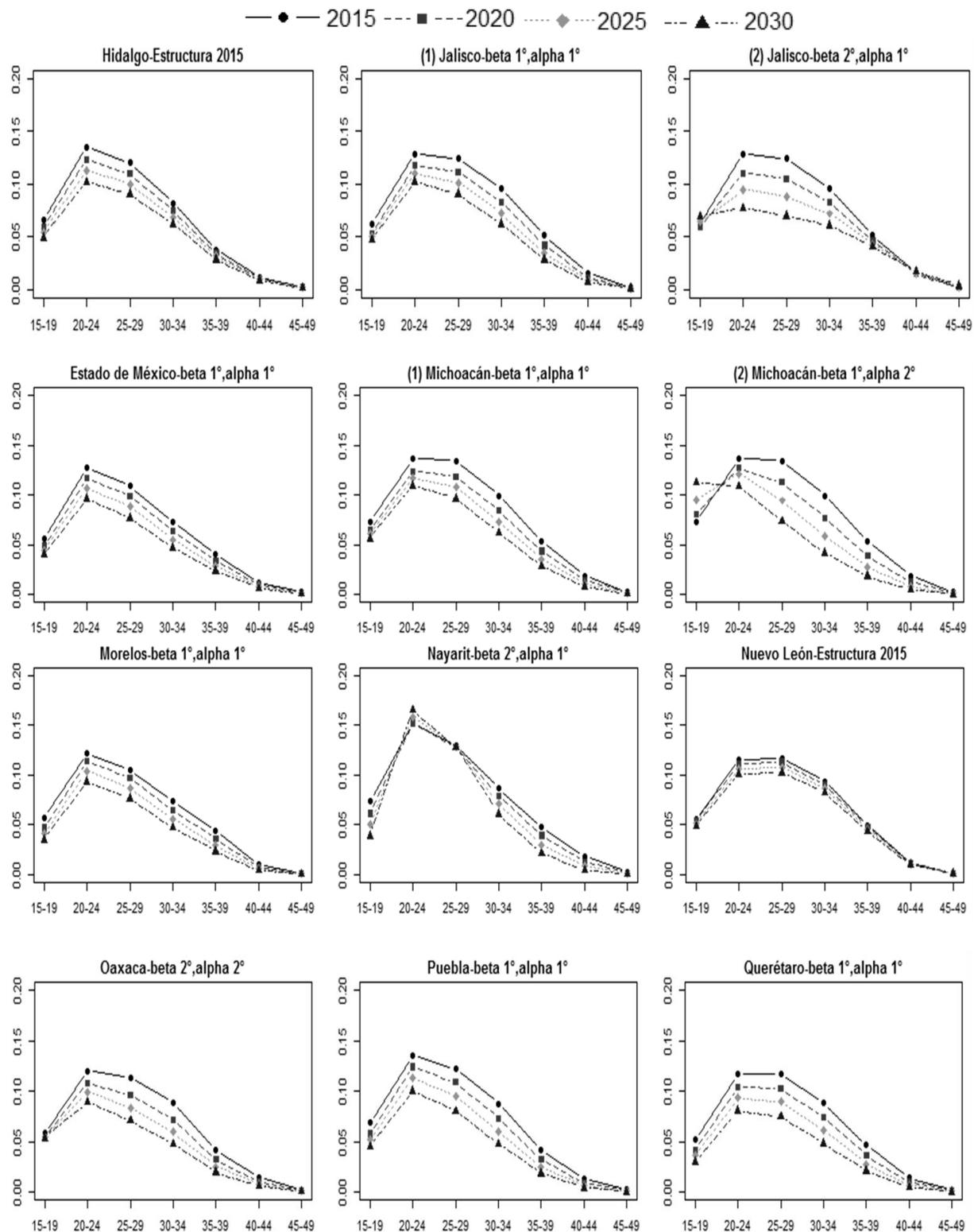
A pesar del incremento significativo reciente en la fecundidad adolescente en Yucatán (19%) y Veracruz (13%), el ajuste perfecto de los parámetros muestran que para 2030 la tasa de fecundidad de 15-19 años será menor en Yucatán y mayor en Veracruz (4.5 hijos adicionales por cada 1000 adolescentes). Sin embargo, aunque la tasa de fecundidad adolescente sea menor en Yucatán la proporción de nacimientos en las mujeres de 15-19 años se incrementará en 4 puntos porcentuales debido al rejuvenecimiento del patrón.

## RESULTADOS

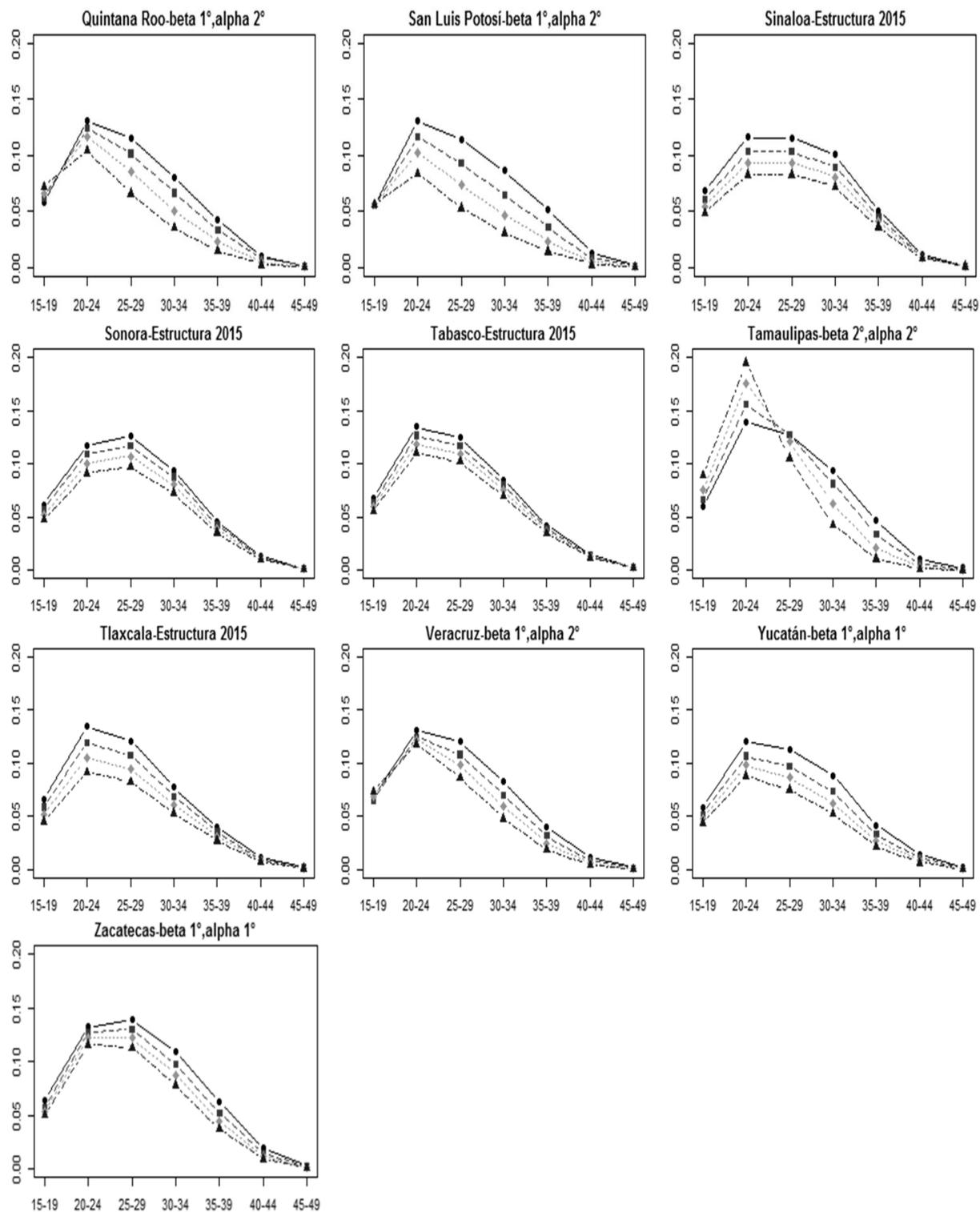
Gráfica 23. Proyecciones del patrón de fecundidad por estado a 2030



Gráfica 23  
(continúa)



Gráfica 23  
(concluye)



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

En Guerrero, Oaxaca y San Luis Potosí, la tasa de fecundidad adolescente permanecerá similar a la de 2015, sólo que en el primer estado el porcentaje de nacimientos respecto al total continuará igual, mientras que en los demás será mayor. El rejuvenecimiento del patrón continuará en estos estados, para 2030 la proporción de nacimientos en mujeres antes de cumplir los 35 años de edad se incrementará en 4%, 1.5% y 7.4%, respectivamente.

Para 2030, en Nayarit y Tamaulipas se espera un descenso importante en la fecundidad de las mujeres mayores de 29 años combinado con el incremento de la fecundidad en los 20-24 años. La diferencia es que en Nayarit disminuirán alrededor de 35 nacimientos por cada mil mujeres de 15-19 años, mientras que Tamaulipas se tendrán 29 nacimientos adicionales por cada mil mujeres en estas edades.

Finalmente, en Quintana Roo las tasas de fecundidad descenderán principalmente entre las mujeres de 25 a 39 años de edad. Mientras que en 2015 el 54% de los nacimientos ocurrieron entre estas edades, en 2030 sólo ocurrirá el 39%. Además, la fecundidad adolescente se incrementará 12% en los siguientes 10 años y 10% de 2025 a 2030.

### **3.6. Conclusiones del capítulo**

#### *Calidad de la información*

De 1990 a 2015 la calidad de la información de los censos, conteos y encuesta intercensal ha mejorado, pero la calidad que se obtiene en los censos es superior a la de los conteos. Se cuenta con información aproximada y con concentración intermedia en los dígitos 0, 2, 5, y 8 tendiendo a ser cada vez más precisa. A partir de los 30 años de edad, la preferencia de dígitos es más notoria en la población.

El índice de Naciones Unidas no refleja la situación promedio de los estados respecto a la calidad de la información como lo hacen el índice de Whipple y Myers. De acuerdo a este índice, a nivel nacional, la información de la encuesta intercensal 2015 fue mejor a la obtenida en años anteriores, sin embargo, en la mayor parte de los estados la calidad de la encuesta fue peor a la del censo de 2010. Para subsanar esta característica del índice, la prueba de Kruskal Wallis reveló que la distribución del índice de Naciones Unidas en 2015 es estadísticamente igual a la de 1990 y 1995, al igual que la distribución de 2000, 2005 y 2010, sólo que las primeras son las de peor calidad.

## RESULTADOS

---

La calidad de la información no parece estar relacionada con el porcentaje de datos no especificados. Aunque la información ha mejorado con el tiempo, el mayor porcentaje de datos no especificados se obtuvo en 2000 y 2005, entretanto que los menores porcentajes se obtuvieron en 1990, 1995 y 2015 donde la precisión de la calidad es menor.

En general, el porcentaje de los datos no especificados en los estados de la República Mexicana ha sido inferior al 5%, lo cual permitió efectuar el prorrateo de los mismos y considerar al total del efectivo observado en los censos, conteos y encuesta intercensal. No se debe abusar del empleo de esta técnica cuando se tienen porcentajes superiores.

La información con mejor calidad en el país se ha logrado en Aguascalientes, Nayarit y Sonora, la información censal de 2010 es precisa con bajas concentraciones en cualquier dígito. Los retrocesos más pronunciados en la precisión de la información en 2015 se dieron en Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Quintana Roo y Sinaloa, alcanzando índices peores a los obtenidos en 1995.

### *Estructura poblacional*

La estructura de la población mexicana se encuentra en la transición de una estructura joven a una adulta, reduciéndose la población joven e incrementándose la población adulta y adulta mayor. En 2015, el 27% de la población es menor de 15 años, el 65% se encuentra entre los 15-65 años y el 7% es mayor a 65 años. La distribución por sexo es la misma en los tres años, el 49% son hombres y el 51% mujeres. La reducción en la base de las pirámides poblacionales da indicios de que la fecundidad en México continúa en descenso, aunque en algunos estados no es tan evidente.

### *Dinámica de la fecundidad*

En cuanto al patrón de fecundidad, se encontró que de 2000 a 2015 el patrón continúa rejuveneciendo en la mayor parte de los estados, incluso en Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Puebla y Tamaulipas que en 2000 y 2010 conservaban una cúspide dilatada. Los únicos estados que conservaron su estructura de fecundidad fueron Guanajuato, Nuevo León, Oaxaca, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas. Si bien, de 2000 a 2010 hubo una reducción generalizada de la fecundidad en México desde los 20 años de edad; de 2010 a 2015 empezó a partir de los 25 años, incrementándose la fecundidad en las mujeres de 15-19 años. De hecho de 2000 a 2010 ya había

## RESULTADOS

---

indicios del crecimiento de la fecundidad adolescente pero no fue tan elevada para influir en el nivel de la fecundidad, mientras que en 2015 el incremento fue de magnitud considerable que si hubieran permanecido igual a la de 2010, la tasa global de fecundidad de Michoacán, Veracruz y Yucatán no se hubieran incrementado.

De 2000 a 2010, la edad media de fecundidad en el país disminuyó ocho meses. En la mayoría de los estados también hubo reducciones, sólo en Baja California, Sinaloa y Sonora se incrementó ligeramente, por su patrón de fecundidad podría decirse que se debió a un mayor espaciamiento entre hijos.

En 2015 es posible encontrar las tres curvas básicas del patrón de fecundidad en los diferentes estados de la República Mexicana. En su mayoría (21) los estados tienen un patrón de fecundidad con cúspide temprana en los 20-24 años; Sonora y Zacatecas presentan una cúspide tardía entre los 25-29 años; mientras que la cúspide en la estructura de Baja California, Campeche, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro y Sinaloa es dilatada en 20-24 y 25-29 años, incluso la de Sinaloa se prolonga hasta los 30-34 años.

A pesar de las desigualdades socioeconómicas actuales en el país, la brecha en el nivel de fecundidad entre los estados va disminuyendo. Aunque el Distrito Federal y Chiapas tienen niveles de fecundidad numéricamente distantes al resto de los estados, el primero se encuentra muy por debajo del reemplazo en un nivel similar al promedio europeo, mientras que el segundo se encuentra en el nivel muy alto similar a Israel o Filipinas.

En 2015 Baja California, Morelos y el Estado de México se encuentran por debajo del nivel de reemplazo; Colima, Querétaro, Yucatán, Quintana Roo y Nuevo León están próximos al nivel de reemplazo; Tlaxcala, San Luis Potosí, Baja California Sur, Veracruz e Hidalgo se encuentran por debajo de la media nacional con un nivel de fecundidad relativamente bajo; Sonora, Guanajuato, Sinaloa, Chihuahua, Tabasco y Puebla tienen un nivel de fecundidad relativamente medio y están por arriba de la media nacional; Tamaulipas, Jalisco, Campeche y Oaxaca tienen un nivel de fecundidad medio; y Aguascalientes, Nayarit, Coahuila, Michoacán, Durango, Guerrero y Zacatecas tienen niveles de fecundidad altos.

De 2000 a 2015 los estados que se han rezagado más en el descenso de la fecundidad, además de Chiapas son Durango, Coahuila, Zacatecas, Michoacán y Guerrero. Mientras los que han mostrado considerables avances son Baja California, Morelos, Quintana Roo, San Luis Potosí y Querétaro.

## RESULTADOS

---

El modelo del doble logaritmo de la función Gompertz muestra hay armonía en las betas estimadas y en las alphas con las estimaciones realizadas por el CONAPO en 2000 y 2010, lo cual implica congruencia en las proyecciones realizadas por esta institución, sin embargo, la situación que reflejan es totalmente diferente a la actual. Las cotas inferiores que estipula el CONAPO en las proyecciones de fecundidad hasta 2030, parecen ya no ser las adecuadas.

Las proyecciones en el nivel de la fecundidad prevén que en 2020 México alcance el nivel de reemplazo y que en 2030 se halle en un nivel similar al del Distrito Federal en 2010; pero si el descenso de la fecundidad se frenara y sólo descendiera alrededor del 5% por quinquenio, el nivel de reemplazo en la República Mexicana se lograría hasta 2025 y en 2030 se llegaría a un nivel similar al obtenido por el Distrito Federal en el año 2000. Asimismo, para 2030 los estados que aún se encontrarían por arriba del nivel de reemplazo de acuerdo a la tendencia observada serían Coahuila, Chiapas, Durango, Tamaulipas y quizá Zacatecas.

Aunque los cambios bruscos en el patrón de fecundidad en varios y la sensibilidad de los parámetros no permitieron proyectar con el método del doble logaritmo las estructuras de la fecundidad para todos estados. La estabilidad de la estructura de fecundidad nacional si lo permitió mostrando un posible incremento de la fecundidad adolescente que irá incrementándose cada vez más quinquenio por quinquenio hasta 2030 y el rejuvenecimiento de la fecundidad continuará.

---

---

#### 4. CONCLUSIONES

La evaluación de la información permitió formular un panorama más claro de la calidad en la información empleada para analizar y proyectar la dinámica de la fecundidad en México. A pesar de que la calidad de la información en México está mejorando, los resultados anteriores muestran que aún subsisten grandes retos en esta materia. La calidad de la información de la encuesta intercensal en los diferentes estados es muy heterogénea, en algunos hay avances y en otros retrocesos muy marcados. A nivel nacional, la información de 2015 es la más precisa, pero a nivel estatal, la calidad es similar a la de hace 20 o 25 años.

Aunque en 2015 ya no hay una regionalización tan evidente de los niveles de fecundidad en el país, desde 1977 el suroeste mexicano continúa siendo la zona geográfica con mayores niveles, principalmente en Chiapas. Este estado se ha rezagado considerablemente, en 1977 Chiapas tenía la fecundidad más baja de la zona, mientras que en 2015 se encuentra muy por arriba de los demás. En contraste, desde 1977 la zona centro sur junto con Baja California y Nuevo León han logrado los niveles de fecundidad más bajos del país. Otros estados que también se han rezagado son Coahuila, Tamaulipas y Campeche, mientras que Querétaro, Quintana Roo y Yucatán han mostrado avances importantes en el descenso de la fecundidad.

Los cambios históricos observados en el nivel de la fecundidad de los países en desarrollo han modificado las posturas ante dicho fenómeno a través del tiempo. En 2001, la División de Población realizó una reunión con el grupo de expertos de las Naciones Unidas para debatir las directrices para realizar proyecciones de la fecundidad en países con fecundidad intermedia, entre los que se encontraba México. La directriz propuesta en esta reunión estipula que los países con fecundidad intermedia disminuiría a 1.85 hijos por mujer para 2050, en lugar de 2.1 hijos, aunque su justificación no fue transparente. Probablemente por ello, el CONAPO considera como cota inferior en las proyecciones actuales para el Distrito Federal el 1.85 hijos. Sin embargo, los resultados del censo de población 2010 y encuesta intercensal 2015 muestran que en estos años el Distrito Federal, estado con el menor nivel de fecundidad en el país, ha alcanzado niveles inferiores (1.69 y 1.58 hijos, respectivamente). Además, estados como Baja California, Estado de México y Morelos se encuentran por debajo del nivel de reemplazo y Colima, Nuevo León, Querétaro, Quintana Roo y Yucatán muy cerca de conseguirlo.

## CONCLUSIONES

---

*¿Cuál será el límite en el nivel de la fecundidad?*. La respuesta obvia a esta interrogante es 0 hijos, pero esto ocasionaría la extinción de la especie, y por naturaleza el hombre busca su reproducción para subsistir. Hoy en día, China ha alcanzado el menor nivel de fecundidad debido a su política de población restrictiva de 1 hijo, pero otros países como Portugal o España, sin este tipo de política, se encuentran muy cerca de ello. Será que 1 hijo podría ser el límite de la fecundidad o llegará el momento en que se tengan niveles inferiores. Al escuchar las opiniones de mis compañeras de generación de la maestría, esta idea no parece ser absurda pues hasta el momento, algunas piensan seriamente en no tener hijos.

De acuerdo a las proyecciones realizadas en este trabajo, con base en la tendencia lineal de los niveles de la fecundidad observados en 2000, 2010 y 2015, se espera que en 2030 las mujeres en el Distrito Federal tengan 1.11 hijos en promedio durante todo su período reproductivo y que otros estado como Baja California, Guanajuato y San Luis Potosí se encuentren cercano a ello. El decremento de la población en el que ya se encuentran inmerso el Distrito Federal aunado al descenso continuo en la fecundidad agudizaría el problema del envejecimiento de la población, en cuestión de pensiones, necesidades de cuidado, vida saludable, etcétera.

Se ha visto que cuando el nivel de la fecundidad disminuye en los países desarrollados, se incrementa la edad media a la fecundidad debido a la postergación del nacimiento del primer hijo, mientras que en los países latinoamericanos se reduce debido al control de los nacimientos después de lograr el tamaño de la familia deseado. Bajo esta premisa, en 2015, Sonora y Zacatecas parecerían seguir un patrón más similar a los países desarrollados que a los que se encuentran en desarrollo, sólo que con una menor postergación del nacimiento del primer hijo. En este año las mujeres en Baja California, Campeche, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro y Sinaloa han disminuido el número de hijos promedio mediante un mayor espaciamiento entre un hijo y otro, lo que se refleja en el patrón encontrado. Mientras que en los 21 estados restantes predomina un patrón de fecundidad joven.

Las proyecciones muestran que el rejuvenecimiento del patrón de la fecundidad continuará, acompañado por el incremento de la fecundidad adolescente en algunos estados. El poder proyectar el patrón de la fecundidad mediante el modelo del doble logaritmo de la función Gompertz fue una de ventajas de éste método, que por lo general no se realiza. Sin embargo, dada la sensibilidad de los parámetros y los cambios abruptos el patrón no fue posible aplicarlo en todas las entidades. Otro método que permitiría proyectar la estructura es el polinomio de la fecundidad

## CONCLUSIONES

---

de Brass, no obstante, se tendría que probar cómo reacciona ante los cambios abruptos observados y su grado de ajuste.

Una de las ventajas al proyectar el nivel de la fecundidad mediante la tendencia histórica lineal fue que no se requirió de un análisis exhaustivo para definir apropiadamente las cotas inferiores a 2030 para los estados, como se requeriría al emplear por ejemplo la función logística, sino que se proyectó acorde al comportamiento observado en 2000, 2010 y 2015. Además, este ajuste se adecuó verosímilmente a los datos observados. El único estado atípico en el que una curva de primer grado no parece ser la de mejor ajuste es Coahuila, debido a que de 2000 a 2015 la tasa global de fecundidad se incrementó 13%. Por lo tanto, la premisa general implícita bajo la cual se desarrollaron las proyecciones de la fecundidad, en el presente trabajo, es el descenso de la fecundidad en los próximos 15 años. Esto implica que en los estados donde se han localizado rezagos el nivel de la fecundidad proyectada descienda lentamente, mientras que en los que la fecundidad tiende a la baja continúe con el mismo comportamiento.

No obstante, el análisis de la fecundidad desarrollado permite visualizar otro posible escenario más trágico del comportamiento futuro: el incremento del nivel de la fecundidad en algunos estados ocasionado por el aumento de la fecundidad adolescente. Desde 2010 se dieron indicios del incremento de la fecundidad en las mujeres de 15-19 años de edad y no se formuló ninguna estrategia, ocasionando que en 2015 se incrementara en la mayor parte de los estados y además que en cuatro fuera de tal magnitud que se acrecentara el nivel total de la fecundidad. Si el incremento de la fecundidad adolescente no se controla y llega a ser más sustancial al descenso de las tasas específicas de fecundidad en edades posteriores, el incremento del nivel de la fecundidad podría ser inevitable. Por lo tanto, es urgente que se actualice la Ley General de Población acorde a los problemas existentes en cuestiones de población, como los discutido en el Consenso de Montevideo en 2013, como por ejemplo, el derecho a la salud sexual y reproductiva; el embarazo adolescente y aborto inseguro; servicios de salud, educación y protección social; entre otros. Si bien algunos de los temas empiezan a destacarse dentro del discurso público, aún no se ha logrado su consolidación en el desarrollo de las políticas públicas en México.

Sin duda alguna el propósito de la Ley General de Población de 1974 se cumplió, en algunos estados la fecundidad se encuentra cerca al nivel de reemplazo e incluso por debajo de él. Sin embargo, aunque se ha reducido de manera considerable el tamaño promedio de la familia mexicana, no se puede afirmar con certeza que *“la familia pequeña vive mejor”*. La precariedad

## CONCLUSIONES

---

---

laboral, el desempleo, el incremento (absoluto) de la población pobre, el incremento de la desigualdad en el ingreso, entre otros, dan prueba de ello.

Finalmente, es importante considerar que cualquier proyección no es exacta y que se encuentran basadas en las experiencias anteriores. Los niveles y patrones de la fecundidad futuros dependerán de las medidas y/o estrategias que se logren implementar, si esto cambia las proyecciones tendrán que ajustarse. El CONAPO debe actualizar sus proyecciones de fecundidad considerando los resultados obtenidos en la encuesta intercensal 2015.

## 5. APÉNDICE

## A. Calidad de la información censal

A1. Índice de Whipple por estado, República Mexicana 1990-2010

Entidad	1990	1995	2000	2005	2010	Histórico	Censos	Conteos
Nacional	125.2	129.6	116.7	118.8	114.0			
Aguascalientes	113.2	118.8	110.4	111.5	108.9			
Baja California	113.4	122.1	114.6	116.9	112.7			
Baja California Sur	113.0	118.4	111.0	116.8	110.2			
Campeche	137.3	135.6	121.2	123.5	116.1			
Coahuila	114.0	119.5	111.4	113.8	110.0			
Colima	118.8	120.7	112.0	114.6	110.4			
Chiapas	160.8	158.1	137.0	135.0	123.1			
Chihuahua	116.7	121.9	113.2	115.3	113.4			
Distrito Federal	114.9	129.1	114.9	118.9	116.1			
Durango	119.9	124.0	112.7	115.6	112.4			
Guanajuato	125.6	129.6	116.7	118.2	113.2			
Guerrero	156.5	151.9	130.6	129.1	120.9			
Hidalgo	140.9	138.4	121.9	122.6	113.9			
Jalisco	116.0	121.1	111.5	113.7	110.7			
México	118.3	125.7	114.4	117.7	113.7			
Michoacán	133.8	134.6	120.1	121.0	115.2			
Morelos	125.4	129.3	117.3	119.0	114.1			
Nayarit	121.4	122.0	111.7	114.9	109.0			
Nuevo León	111.6	118.3	110.0	113.9	112.3			
Oaxaca	150.5	148.7	127.2	127.1	118.6			
Puebla	135.7	137.7	121.5	121.3	115.6			
Querétaro	124.0	128.9	116.0	117.6	112.6			
Quintana Roo	125.2	129.1	116.1	119.5	116.5			
San Luis Potosí	123.3	127.5	114.7	116.5	111.5			
Sinaloa	119.1	122.8	112.6	114.6	111.5			
Sonora	113.2	119.1	110.6	113.2	108.8			
Tabasco	133.3	135.8	121.8	124.0	116.4			
Tamaulipas	115.2	123.0	112.5	115.2	112.8			
Tlaxcala	125.0	129.2	118.8	119.4	114.4			
Veracruz	133.3	132.8	117.5	119.5	113.5			
Yucatán	128.9	131.4	116.9	119.0	113.2			
Zacatecas	121.9	125.0	113.5	115.0	111.6			

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990, Censo de Población y Vivienda 1995, Censo General de Población y Vivienda 2000, II Censo de Población y Vivienda 2005 y Censo de Población y Vivienda 2010.

## APÉNDICE

## A2. Índice de Myers por estado, República Mexicana 1990-2010

Entidad	1990	1995	2000	2005	2010	Histórico	Censos	Conteos
Nacional	10.9%	13.6%	8.0%	10.7%	7.1%			
Aguascalientes	6.2%	9.4%	5.3%	9.5%	4.5%			
Baja California	6.8%	10.8%	7.1%	9.9%	6.6%			
Baja California Sur	6.2%	8.8%	5.5%	8.9%	5.5%			
Campeche	15.0%	15.7%	9.9%	10.8%	7.5%			
Coahuila	7.1%	9.7%	6.0%	7.2%	5.4%			
Colima	8.8%	11.0%	6.3%	8.8%	5.6%			
Chiapas	22.7%	22.3%	15.2%	9.3%	10.6%			
Chihuahua	8.2%	10.9%	6.9%	9.5%	6.9%			
Distrito Federal	7.5%	14.0%	7.5%	7.6%	8.1%			
Durango	9.3%	11.4%	6.5%	7.5%	6.6%			
Guanajuato	10.5%	13.3%	7.8%	7.5%	6.5%			
Guerrero	21.7%	20.6%	13.1%	6.7%	10.1%			
Hidalgo	15.9%	16.6%	10.1%	7.7%	7.1%			
Jalisco	7.7%	10.6%	6.0%	8.2%	5.6%			
México	9.1%	12.8%	7.4%	7.4%	7.2%			
Michoacán	14.1%	15.6%	9.6%	8.0%	7.8%			
Morelos	11.9%	14.1%	8.5%	9.7%	7.1%			
Nayarit	9.9%	10.8%	5.8%	10.5%	5.0%			
Nuevo León	6.0%	9.1%	5.1%	7.7%	6.1%			
Oaxaca	19.6%	20.0%	11.9%	8.4%	8.7%			
Puebla	14.8%	16.6%	10.1%	7.5%	8.0%			
Querétaro	10.1%	13.0%	7.8%	9.3%	6.1%			
Quintana Roo	11.0%	12.7%	8.0%	13.4%	8.3%			
San Luis Potosí	9.5%	12.2%	6.6%	9.9%	5.6%			
Sinaloa	8.8%	11.3%	6.1%	10.5%	5.9%			
Sonora	7.0%	9.7%	5.5%	7.8%	4.7%			
Tabasco	14.0%	15.8%	10.3%	14.6%	8.5%			
Tamaulipas	7.1%	10.9%	6.2%	11.6%	6.2%			
Tlaxcala	11.8%	14.1%	9.1%	8.1%	7.5%			
Veracruz	13.6%	14.5%	8.2%	8.0%	7.0%			
Yucatán	11.7%	13.9%	7.8%	8.9%	6.1%			
Zacatecas	9.1%	11.3%	6.5%	12.4%	5.9%			

Fuente: Elaboración propia con información del INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990, Censo de Población y Vivienda 1995, Censo General de Población y Vivienda 2000, II Censo de Población y Vivienda y Censo de Población y Vivienda 2010.

## A3. Índice de Naciones Unidas por estado, República Mexicana 1990-2015

Entidad	1990	1995	2000	2005	2010	2015	Histórico	Censos	Conteos
Nacional	11.7	13.0	10.8	11.1	10.9	10.7			
Aguascalientes	17.1	16.3	13.3	13.3	12.2	16.7			
Baja California	12.3	13.0	12.5	11.5	11.7	19.9			
Baja California Sur	14.7	14.5	10.7	10.0	9.5	23.7			
Campeche	19.3	15.6	13.4	14.6	12.2	19.0			
Coahuila	12.1	11.5	11.0	8.8	11.9	18.7			
Colima	14.3	17.6	13.2	14.1	13.0	15.8			
Chiapas	22.6	20.2	19.2	19.2	16.3	14.5			
Chihuahua	12.3	11.6	10.4	8.9	10.6	10.7			
Distrito Federal	13.6	17.5	14.6	12.2	13.9	16.1			
Durango	15.2	13.4	13.3	12.6	12.9	15.2			
Guanajuato	16.4	16.0	14.4	16.1	12.8	13.9			
Guerrero	21.4	19.1	16.6	15.3	14.4	14.7			
Hidalgo	20.5	17.1	15.4	19.5	14.7	18.1			
Jalisco	16.0	14.4	12.0	10.8	11.6	13.8			
México	12.1	14.6	11.5	11.9	12.8	13.8			
Michoacán	19.8	19.3	16.8	16.3	13.9	14.7			
Morelos	15.7	15.7	14.7	15.5	14.0	14.9			
Nayarit	16.5	12.4	11.5	14.2	12.9	14.8			
Nuevo León	12.2	11.4	11.7	7.9	10.4	13.7			
Oaxaca	17.9	17.6	15.8	18.3	14.4	15.3			
Puebla	13.0	15.3	12.6	13.1	13.5	15.0			
Querétaro	13.5	16.4	13.5	14.1	12.3	17.7			
Quintana Roo	17.9	17.3	16.9	11.7	13.1	20.3			
San Luis Potosí	14.1	12.6	15.0	15.6	14.4	16.8			
Sinaloa	15.2	13.2	12.3	11.1	10.8	19.4			
Sonora	12.7	10.0	9.1	8.3	10.0	13.0			
Tabasco	16.5	15.4	16.8	14.3	12.9	17.8			
Tamaulipas	10.9	12.3	11.8	9.0	11.3	12.3			
Tlaxcala	13.4	13.9	13.7	13.4	13.2	15.3			
Veracruz	12.4	13.0	14.2	15.9	13.1	12.7			
Yucatán	12.6	12.0	10.9	11.5	11.7	13.2			
Zacatecas	17.1	16.2	16.0	18.7	13.4	14.3			

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990, Censo de Población y Vivienda 1995, Censo General de Población y Vivienda 2000, II Censo de Población y Vivienda, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

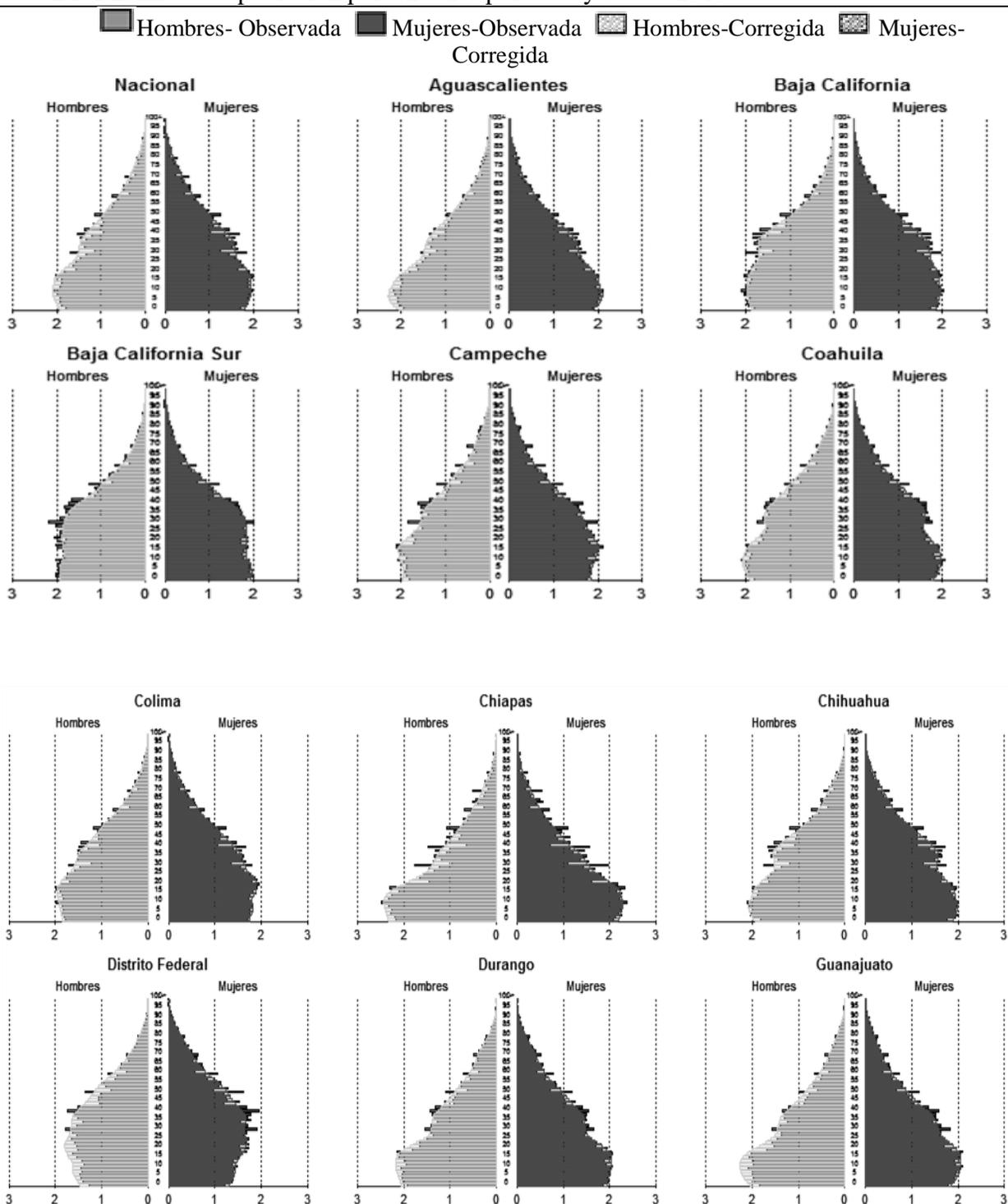
## A4. Porcentaje de los datos no especificados por estado, República Mexicana 1990-2015

Estado	1990	1995	2000	2005	2010	2015	Histórico	Censos	Conteos
Nacional	0.6%	0.2%	2.1%	2.7%	1.2%	0.1%			
Aguascalientes	0.3%	0.1%	0.7%	1.5%	0.3%	0.1%			
Baja California	1.9%	0.5%	8.4%	7.3%	1.2%	0.0%			
Baja California Sur	1.1%	0.3%	1.0%	4.7%	1.5%	0.1%			
Campeche	1.4%	0.3%	0.8%	1.1%	0.8%	0.1%			
Coahuila	0.6%	0.2%	1.2%	1.7%	1.4%	0.1%			
Colima	1.0%	0.1%	5.8%	3.4%	1.2%	0.1%			
Chiapas	0.3%	0.5%	3.8%	2.9%	1.2%	0.0%			
Chihuahua	1.3%	0.3%	3.2%	4.9%	3.0%	0.0%			
Distrito Federal	0.4%	0.2%	1.5%	3.0%	2.2%	0.1%			
Durango	0.2%	0.2%	1.1%	1.4%	1.7%	0.1%			
Guanajuato	1.1%	0.2%	1.0%	1.2%	0.6%	0.1%			
Guerrero	1.2%	0.4%	1.4%	1.6%	0.6%	0.1%			
Hidalgo	0.7%	0.2%	0.8%	1.2%	0.8%	0.2%			
Jalisco	0.9%	0.3%	1.2%	3.1%	1.2%	0.0%			
México	0.2%	0.2%	4.8%	4.4%	1.2%	0.1%			
Michoacán	1.2%	0.4%	1.3%	1.8%	1.1%	0.1%			
Morelos	0.3%	0.1%	3.8%	3.9%	1.4%	0.1%			
Nayarit	1.2%	0.2%	0.5%	1.6%	0.7%	0.0%			
Nuevo León	0.5%	0.1%	1.2%	2.0%	1.4%	0.1%			
Oaxaca	0.2%	0.5%	0.7%	1.3%	0.6%	0.1%			
Puebla	0.3%	0.1%	3.2%	2.1%	1.0%	0.0%			
Querétaro	0.7%	0.2%	1.2%	2.8%	0.7%	0.1%			
Quintana Roo	1.9%	0.2%	1.6%	12.1%	1.4%	0.1%			
San Luis Potosí	0.4%	0.3%	0.9%	1.0%	0.9%	0.1%			
Sinaloa	0.6%	0.2%	0.6%	3.1%	0.4%	0.0%			
Sonora	0.8%	0.2%	0.7%	2.5%	0.8%	0.1%			
Tabasco	0.4%	0.2%	0.7%	1.2%	1.1%	0.1%			
Tamaulipas	0.8%	0.2%	1.1%	2.8%	3.1%	0.1%			
Tlaxcala	0.1%	0.1%	0.7%	1.1%	0.5%	0.1%			
Veracruz	0.4%	0.2%	0.9%	0.9%	1.2%	0.1%			
Yucatán	0.3%	0.2%	0.7%	1.8%	0.6%	0.1%			
Zacatecas	0.2%	0.2%	0.6%	0.8%	0.9%	0.1%			

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda 1990, Censo de Población y Vivienda 1995, Censo General de Población y Vivienda 2000, II Censo de Población y Vivienda, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

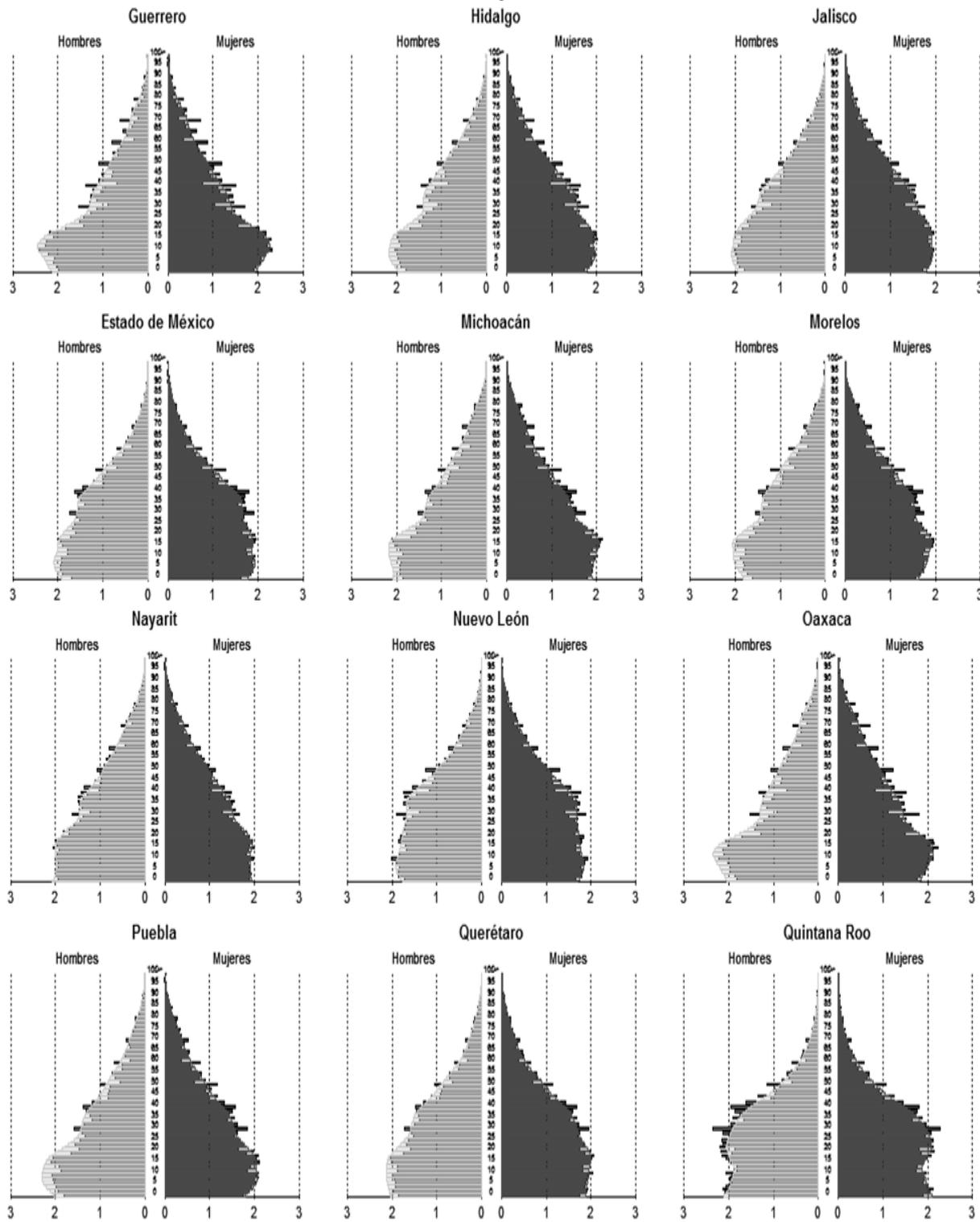
## B. Estructura poblacional

B1. Pirámides de población porcentuales por edad y estado 2010.



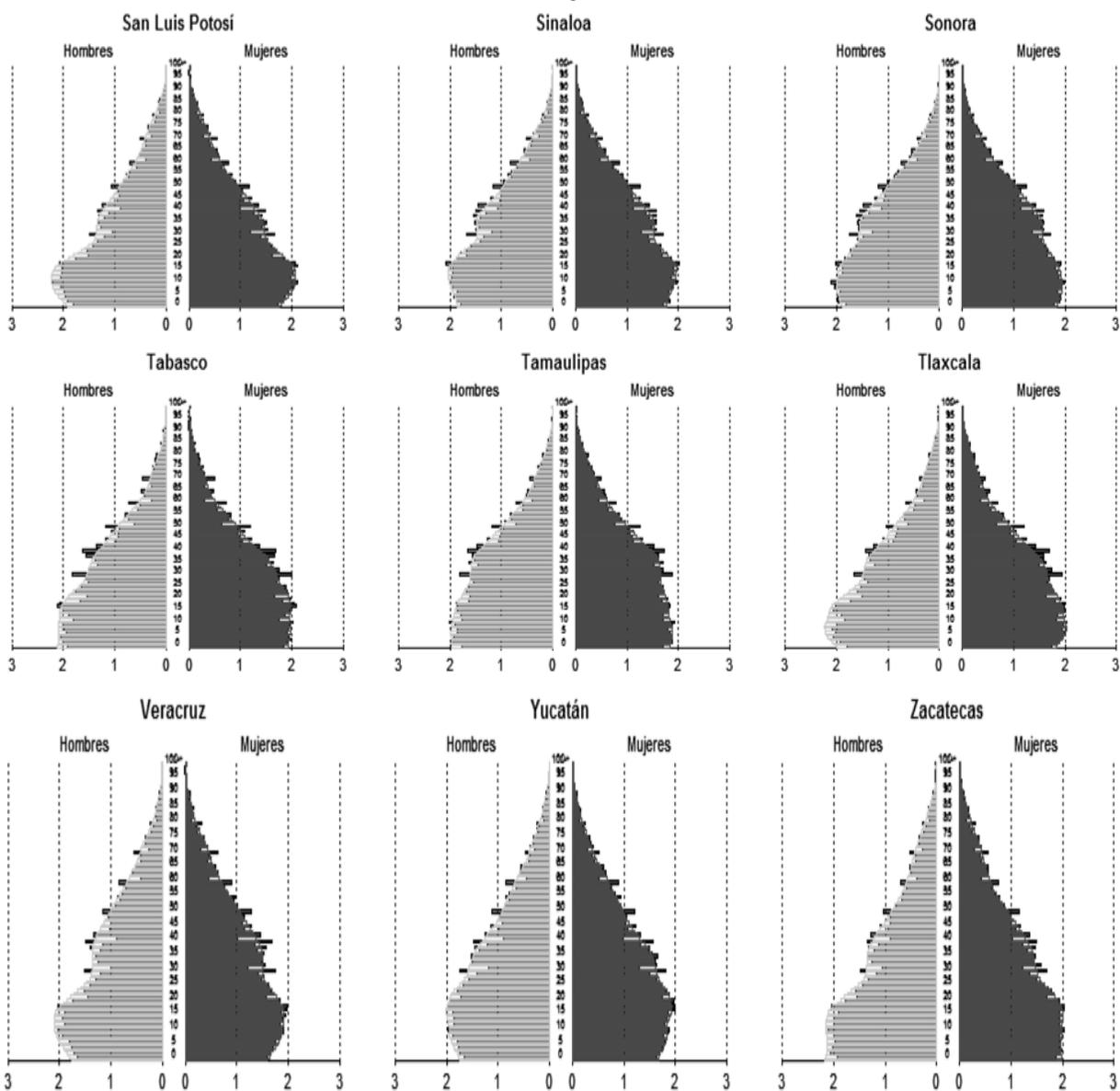
Apéndice B1  
(continúa)

Hombres- Observada  
  Mujeres-Observada  
  Hombres-Corregida  
  Mujeres-Corregida



Apéndice B1  
(continúa)

Hombres- Observada  
  Mujeres-Observada  
  Hombres-Corregida  
  Mujeres-Corregida



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

## APÉNDICE

B2. Porcentajes de la población por grandes grupos y estado 2000									
Estado	2000								
	0-15 años	H	M	16-64 años	H	M	65 y más	H	M
Nacional	34%	51%	49%	61%	48%	52%	5%	47%	53%
Aguascalientes	37%	51%	49%	59%	47%	53%	4%	45%	55%
Baja California	33%	51%	49%	63%	50%	50%	4%	48%	52%
Baja California Sur	32%	51%	49%	64%	51%	49%	4%	50%	50%
Campeche	35%	51%	49%	60%	49%	51%	5%	52%	48%
Coahuila	33%	51%	49%	62%	49%	51%	5%	47%	53%
Colima	33%	51%	49%	62%	49%	51%	5%	48%	52%
Chiapas	40%	51%	49%	57%	49%	51%	4%	51%	49%
Chihuahua	33%	51%	49%	62%	49%	51%	5%	48%	52%
Distrito Federal	27%	51%	49%	67%	47%	53%	6%	40%	60%
Durango	36%	51%	49%	59%	48%	52%	5%	49%	51%
Guanajuato	37%	50%	50%	58%	46%	54%	5%	47%	53%
Guerrero	39%	51%	49%	55%	47%	53%	5%	47%	53%
Hidalgo	36%	51%	49%	59%	47%	53%	5%	47%	53%
Jalisco	34%	51%	49%	60%	48%	52%	5%	46%	54%
México	34%	51%	49%	63%	48%	52%	4%	45%	55%
Michoacán	37%	50%	50%	57%	46%	54%	6%	48%	52%
Morelos	34%	51%	49%	61%	47%	53%	6%	47%	53%
Nayarit	34%	51%	49%	60%	49%	51%	6%	50%	50%
Nuevo León	30%	51%	49%	65%	50%	50%	5%	46%	54%
Oaxaca	38%	50%	50%	56%	47%	53%	6%	47%	53%
Puebla	37%	51%	49%	58%	47%	53%	5%	45%	55%
Querétaro	36%	50%	50%	60%	47%	53%	4%	46%	54%
Quintana Roo	35%	51%	49%	62%	51%	49%	2%	53%	47%
San Luis Potosí	37%	51%	49%	58%	48%	52%	6%	49%	51%
Sinaloa	34%	51%	49%	61%	49%	51%	5%	49%	51%
Sonora	33%	51%	49%	62%	50%	50%	5%	49%	51%
Tabasco	36%	50%	50%	60%	49%	51%	4%	51%	49%
Tamaulipas	32%	51%	49%	63%	49%	51%	5%	47%	53%
Tlaxcala	35%	51%	49%	60%	48%	52%	5%	48%	52%
Veracruz	34%	51%	49%	60%	47%	53%	5%	47%	53%
Yucatán	33%	51%	49%	61%	49%	51%	6%	49%	51%
Zacatecas	36%	51%	49%	57%	47%	53%	6%	49%	51%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000.

## Apéndice B2

*(concluye)*

Porcentajes de la población por grandes grupos y estado 2015.

Estado	2015								
	0-15 años	H	M	16-64 años	H	M	65 y más	H	M
Nacional	27%	51%	49%	65%	48%	52%	7%	46%	54%
Aguascalientes	29%	51%	49%	65%	48%	52%	6%	46%	54%
Baja California	27%	51%	49%	68%	50%	50%	5%	46%	54%
Baja California Sur	27%	50%	50%	68%	51%	49%	5%	47%	53%
Campeche	27%	50%	50%	66%	49%	51%	6%	50%	50%
Coahuila	28%	51%	49%	66%	49%	51%	7%	47%	53%
Colima	26%	52%	48%	67%	49%	51%	7%	47%	53%
Chiapas	33%	50%	50%	61%	48%	52%	6%	49%	51%
Chihuahua	28%	51%	49%	65%	49%	51%	7%	47%	53%
Distrito Federal	20%	51%	49%	70%	47%	53%	10%	42%	58%
Durango	29%	51%	49%	63%	48%	52%	7%	48%	52%
Guanajuato	29%	51%	49%	65%	47%	53%	7%	46%	54%
Guerrero	31%	51%	49%	61%	47%	53%	8%	46%	54%
Hidalgo	28%	51%	49%	64%	47%	53%	8%	46%	54%
Jalisco	28%	51%	49%	65%	48%	52%	7%	46%	54%
México	26%	51%	49%	67%	48%	52%	6%	45%	55%
Michoacán	29%	50%	50%	63%	47%	53%	8%	47%	53%
Morelos	26%	51%	49%	66%	47%	53%	8%	45%	55%
Nayarit	29%	51%	49%	64%	49%	51%	8%	48%	52%
Nuevo León	26%	51%	49%	67%	50%	50%	7%	46%	54%
Oaxaca	29%	50%	50%	62%	46%	54%	9%	46%	54%
Puebla	29%	51%	49%	64%	47%	53%	7%	44%	56%
Querétaro	28%	51%	49%	67%	48%	52%	6%	46%	54%
Quintana Roo	27%	50%	50%	69%	50%	50%	4%	51%	49%
San Luis Potosí	28%	51%	49%	63%	48%	52%	8%	48%	52%
Sinaloa	27%	51%	49%	65%	49%	51%	8%	48%	52%
Sonora	27%	50%	50%	66%	49%	51%	7%	47%	53%
Tabasco	28%	51%	49%	66%	48%	52%	6%	49%	51%
Tamaulipas	27%	51%	49%	66%	49%	51%	7%	46%	54%
Tlaxcala	28%	51%	49%	65%	47%	53%	7%	47%	53%
Veracruz	26%	51%	49%	65%	47%	53%	8%	46%	54%
Yucatán	26%	51%	49%	66%	48%	52%	8%	48%	52%
Zacatecas	29%	51%	49%	62%	48%	52%	8%	49%	51%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

## APÉNDICE

## C. Análisis demográfico de la fecundidad

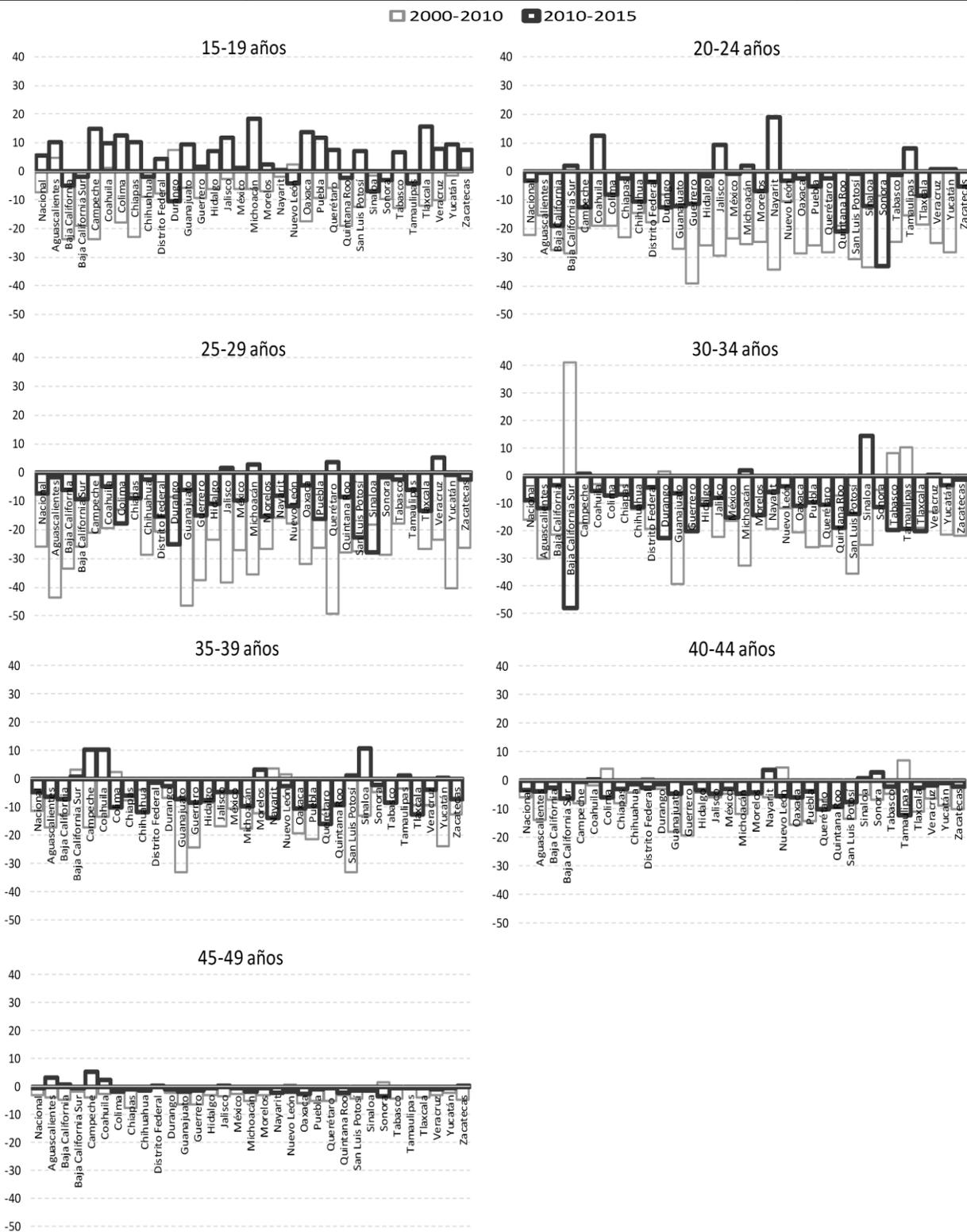
## C1. Tasa Bruta de Natalidad por estado

Clave	Estado	2000	2010	2015	Histórico
00	Nacional	25	20	19	■ _ _
01	Aguascalientes	28	22	21	■ _ _
02	Baja California	27	20	18	■ _ _
03	Baja California Sur	25	23	19	■ ■ _
04	Campeche	25	21	21	■ _ _
05	Coahuila	25	20	21	■ _ _
06	Colima	23	20	19	■ _ _
07	Chiapas	29	26	25	■ _ _
08	Chihuahua	26	21	19	■ _ _
09	Distrito Federal	19	14	13	■ _ _
10	Durango	26	25	21	■ ■ _
11	Guanajuato	29	21	20	■ _ _
12	Guerrero	29	24	22	■ _ _
13	Hidalgo	24	21	19	■ _ _
14	Jalisco	26	20	20	■ _ _
15	México	25	20	18	■ _ _
16	Michoacán	27	21	22	■ _ _
17	Morelos	24	19	17	■ _ _
18	Nayarit	25	21	21	■ _ _
19	Nuevo León	24	20	18	■ _ _
20	Oaxaca	26	21	20	■ _ _
21	Puebla	27	22	20	■ _ _
22	Querétaro	27	21	19	■ _ _
23	Quintana Roo	28	24	21	■ ■ _
24	San Luis Potosí	26	20	18	■ _ _
25	Sinaloa	25	20	19	■ _ _
26	Sonora	25	21	19	■ _ _
27	Tabasco	25	22	20	■ _ _
28	Tamaulipas	24	22	19	■ ■ _
29	Tlaxcala	26	22	19	■ _ _
30	Veracruz	23	19	19	■ _ _
31	Yucatán	24	19	19	■ _ _
32	Zacatecas	26	22	21	■ _ _

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

APÉNDICE

C2. Cambios en la TEF (por cada mil mujeres) por estado, México 2000-2010 y 2010-2015



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

## APÉNDICE

## C3. Edad media a la fecundidad por estado

ESTADO	2000	2010	2015	Histórico
Nacional	27.9	27.6	27.2	
Aguascalientes	28.6	27.8	27.3	
Baja California	27.2	27.0	27.1	
Baja California Sur	26.6	27.6	26.9	
Campeche	27.1	26.7	27.0	
Coahuila	26.9	26.6	26.6	
Colima	27.4	28.0	27.2	
Chiapas	28.0	28.0	27.6	
Chihuahua	27.1	27.0	26.6	
Distrito Federal	27.8	28.0	27.8	
Durango	27.7	27.4	27.3	
Guanajuato	29.0	28.0	27.5	
Guerrero	28.4	27.9	27.6	
Hidalgo	27.4	27.3	26.8	
Jalisco	28.5	28.2	27.5	
México	27.7	27.4	27.0	
Michoacán	28.7	28.2	27.4	
Morelos	27.6	27.3	27.0	
Nayarit	27.4	27.4	27.0	
Nuevo León	27.6	27.8	27.5	
Oaxaca	28.5	28.1	27.3	
Puebla	28.3	27.6	26.9	
Querétaro	28.7	28.5	27.6	
Quintana Roo	27.3	27.5	27.0	
San Luis Potosí	28.6	27.9	27.4	
Sinaloa	27.2	26.8	27.4	
Sonora	27.2	27.2	27.4	
Tabasco	27.3	27.6	27.0	
Tamaulipas	27.3	27.7	27.1	
Tlaxcala	27.9	27.6	26.7	
Veracruz	27.4	27.2	26.8	
Yucatán	28.3	27.6	27.3	
Zacatecas	28.7	28.2	27.9	

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

## APÉNDICE

## C4. Tasa Global de Fecundidad por estado

Estado	2000	2010	2015	Histórico
Nacional	2.9	2.4	2.3	
Aguascalientes	3.1	2.6	2.5	
Baja California	2.9	2.3	2.1	
Baja California Sur	2.7	2.6	2.3	
Campeche	2.9	2.3	2.4	
Coahuila	2.7	2.4	2.6	
Colima	2.6	2.4	2.2	
Chiapas	3.5	3.1	3.0	
Chihuahua	2.9	2.5	2.3	
Distrito Federal	2.0	1.7	1.6	
Durango	3.1	3.0	2.6	
Guanajuato	3.3	2.4	2.3	
Guerrero	3.7	2.9	2.6	
Hidalgo	2.8	2.4	2.3	
Jalisco	3.0	2.4	2.4	
México	2.7	2.3	2.1	
Michoacán	3.2	2.5	2.6	
Morelos	2.7	2.2	2.1	
Nayarit	3.0	2.6	2.6	
Nuevo León	2.5	2.4	2.2	
Oaxaca	3.3	2.6	2.4	
Puebla	3.2	2.5	2.4	
Querétaro	3.0	2.3	2.2	
Quintana Roo	3.0	2.6	2.2	
San Luis Potosí	3.2	2.5	2.3	
Sinaloa	2.9	2.4	2.3	
Sonora	2.9	2.6	2.3	
Tabasco	2.8	2.5	2.4	
Tamaulipas	2.6	2.6	2.4	
Tlaxcala	3.0	2.5	2.3	
Veracruz	2.7	2.2	2.3	
Yucatán	2.8	2.2	2.2	
Zacatecas	3.2	2.7	2.6	

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

## APÉNDICE

## C5. Tasas de fecundidad por grupos, de acuerdo al nivel de fecundidad

Grupo Edad	1			2			3		
	2000	2010	2015	2000	2010	2015	2000	2010	2015
15-19	0.0639	0.055	0.056	0.0571	0.0536	0.056	0.0668	0.0565	0.0644
20-24	0.1537	0.1300	0.126	0.1419	0.1245	0.120	0.1589	0.1331	0.1324
25-29	0.1466	0.1187	0.109	0.1511	0.1227	0.116	0.1478	0.1237	0.1189
30-34	0.1044	0.0874	0.074	0.1116	0.0967	0.089	0.1048	0.0911	0.0830
35-39	0.0551	0.0444	0.040	0.0578	0.0519	0.046	0.0586	0.0460	0.0420
40-44	0.0196	0.0147	0.012	0.0182	0.0182	0.012	0.0220	0.0147	0.0115
45-49	0.0050	0.0022	0.002	0.0037	0.0025	0.001	0.0053	0.0021	0.0015
TGF	2.74	2.26	2.09	2.71	2.35	2.20	2.82	2.34	2.27
Grupo Edad	4			5			6		
	2000	2010	2015	2000	2010	2015	2000	2010	2015
15-19	0.0685	0.0607	0.0657	0.0607	0.0534	0.0628	0.0675	0.0651	0.0727
20-24	0.1625	0.1391	0.1277	0.1540	0.1282	0.1332	0.1671	0.1420	0.1418
25-29	0.1613	0.1315	0.1216	0.1581	0.1280	0.1265	0.1677	0.1390	0.1324
30-34	0.1185	0.0978	0.0903	0.1187	0.1044	0.0937	0.1248	0.1061	0.0979
35-39	0.0665	0.0506	0.0449	0.0676	0.0532	0.0493	0.0731	0.0576	0.0530
40-44	0.0255	0.0153	0.0133	0.0260	0.0204	0.0141	0.0290	0.0187	0.0168
45-49	0.0063	0.0030	0.0015	0.0061	0.0026	0.0022	0.0073	0.0032	0.0029
TGF	3.05	2.49	2.32	2.96	2.45	2.41	3.18	2.66	2.59
Grupo Edad	Distrito Federal			Chiapas					
	2000	2010	2015	2000	2010	2015			
15-19	0.0442	0.0364	0.0408	0.0897	0.0668	0.0770			
20-24	0.1069	0.0890	0.0853	0.1889	0.1659	0.1632			
25-29	0.1097	0.0890	0.0738	0.1677	0.1602	0.1512			
30-34	0.0856	0.0664	0.0623	0.1202	0.1167	0.1101			
35-39	0.0436	0.0424	0.0411	0.0787	0.0712	0.0654			
40-44	0.0123	0.0132	0.0106	0.0351	0.0269	0.0239			
45-49	0.0023	0.0017	0.0017	0.0134	0.0060	0.0053			
TGF	2.02	1.69	1.58	3.47	3.07	2.98			

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

## APÉNDICE

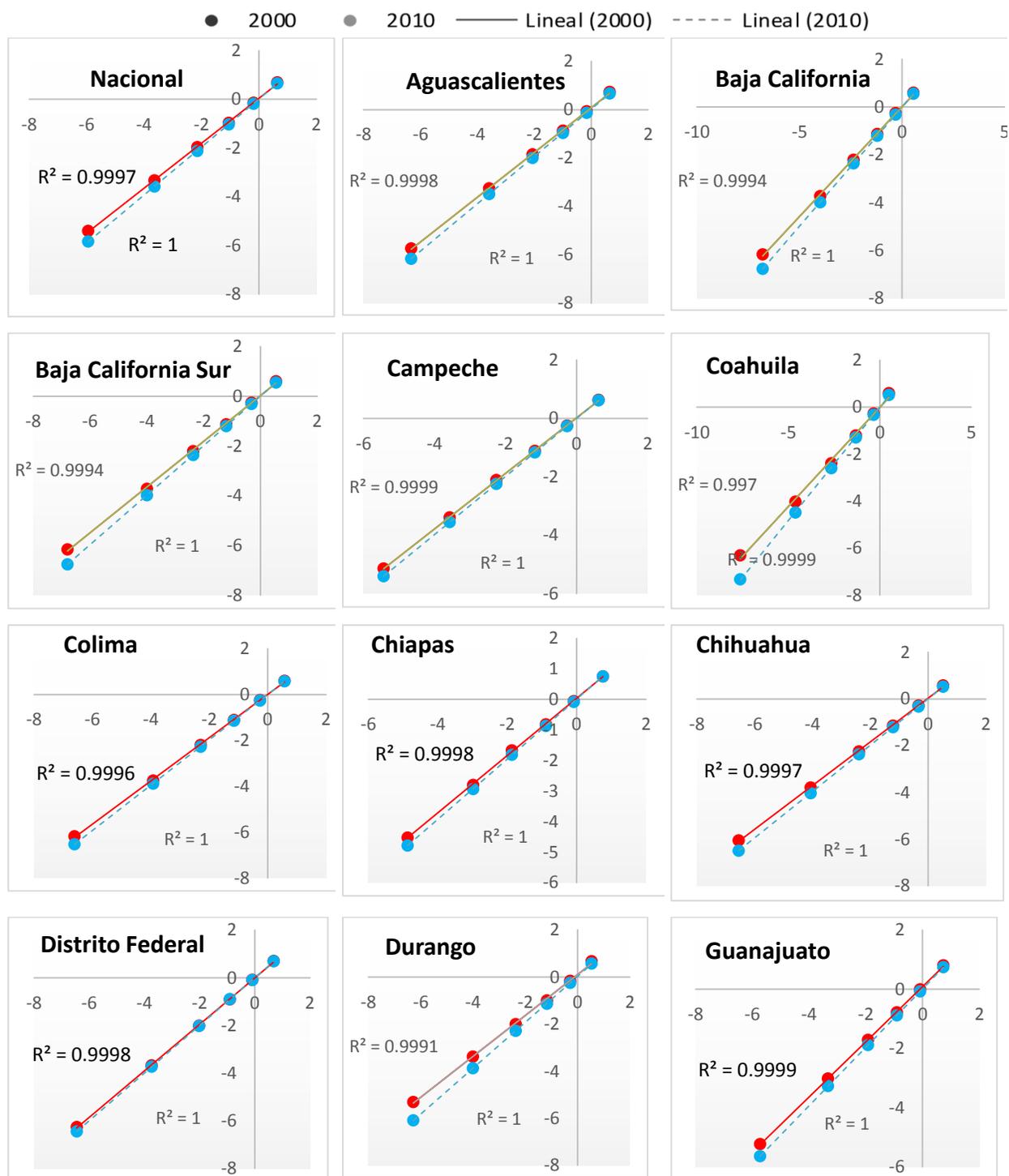
## C6. Tasa Neta de Reproducción por estado 2000-2015

Año	2000			2010			2015			2015
	Alta	Mediana	Baja	Alta	Mediana	Baja	Alta	Mediana	Baja	
Nacional	1.389	1.390	1.391	1.165	1.166	1.167	1.112	1.113	1.114	1.115
Aguascalientes	1.532	1.533	1.534	1.242	1.243	1.244	1.217	1.218	1.219	1.219
Baja California	1.434	1.435	1.436	1.117	1.118	1.119	1.014	1.015	1.015	1.016
Baja California Sur	1.330	1.331	1.331	1.256	1.257	1.258	1.103	1.104	1.105	1.105
Campeche	1.399	1.400	1.401	1.129	1.130	1.131	1.174	1.174	1.175	1.176
Coahuila	1.324	1.325	1.325	1.183	1.184	1.185	1.246	1.247	1.248	1.249
Colima	1.274	1.275	1.276	1.146	1.147	1.147	1.054	1.055	1.056	1.056
Chiapas	1.688	1.689	1.690	1.493	1.494	1.495	1.451	1.452	1.453	1.454
Chihuahua	1.408	1.409	1.410	1.231	1.232	1.233	1.132	1.133	1.134	1.134
Distrito Federal	0.984	0.985	0.986	0.823	0.823	0.824	0.769	0.769	0.770	0.770
Durango	1.492	1.493	1.494	1.448	1.449	1.449	1.263	1.264	1.265	1.266
Guanajuato	1.619	1.620	1.621	1.191	1.192	1.193	1.121	1.122	1.123	1.123
Guerrero	1.791	1.792	1.793	1.417	1.418	1.419	1.283	1.284	1.284	1.285
Hidalgo	1.365	1.365	1.366	1.171	1.172	1.172	1.107	1.107	1.108	1.109
Jalisco	1.443	1.444	1.445	1.154	1.154	1.155	1.169	1.170	1.170	1.171
México	1.319	1.320	1.320	1.099	1.100	1.101	1.021	1.021	1.022	1.023
Michoacán	1.566	1.567	1.568	1.240	1.241	1.242	1.262	1.263	1.263	1.264
Morelos	1.317	1.318	1.318	1.091	1.092	1.093	1.006	1.006	1.007	1.008
Nayarit	1.437	1.438	1.439	1.260	1.261	1.262	1.244	1.245	1.245	1.246
Nuevo León	1.231	1.232	1.233	1.159	1.160	1.160	1.080	1.081	1.082	1.083
Oaxaca	1.581	1.582	1.583	1.244	1.245	1.245	1.188	1.189	1.190	1.191
Puebla	1.538	1.539	1.540	1.227	1.228	1.228	1.146	1.147	1.148	1.148
Querétaro	1.450	1.451	1.452	1.131	1.132	1.132	1.061	1.062	1.063	1.063
Quintana Roo	1.448	1.449	1.449	1.242	1.243	1.244	1.069	1.069	1.070	1.071
San Luis Potosí	1.575	1.576	1.577	1.193	1.194	1.194	1.102	1.103	1.104	1.105
Sinaloa	1.418	1.419	1.420	1.181	1.181	1.182	1.127	1.127	1.128	1.129
Sonora	1.393	1.394	1.395	1.243	1.244	1.244	1.118	1.118	1.119	1.120
Tabasco	1.349	1.350	1.351	1.213	1.214	1.215	1.146	1.147	1.147	1.148
Tamaulipas	1.281	1.282	1.282	1.247	1.248	1.248	1.167	1.168	1.168	1.169
Tlaxcala	1.440	1.441	1.442	1.199	1.200	1.201	1.099	1.099	1.100	1.101
Veracruz	1.305	1.306	1.307	1.086	1.087	1.088	1.106	1.107	1.107	1.108
Yucatán	1.361	1.362	1.363	1.054	1.055	1.055	1.066	1.067	1.067	1.068
Zacatecas	1.551	1.552	1.553	1.314	1.315	1.315	1.288	1.289	1.290	1.291

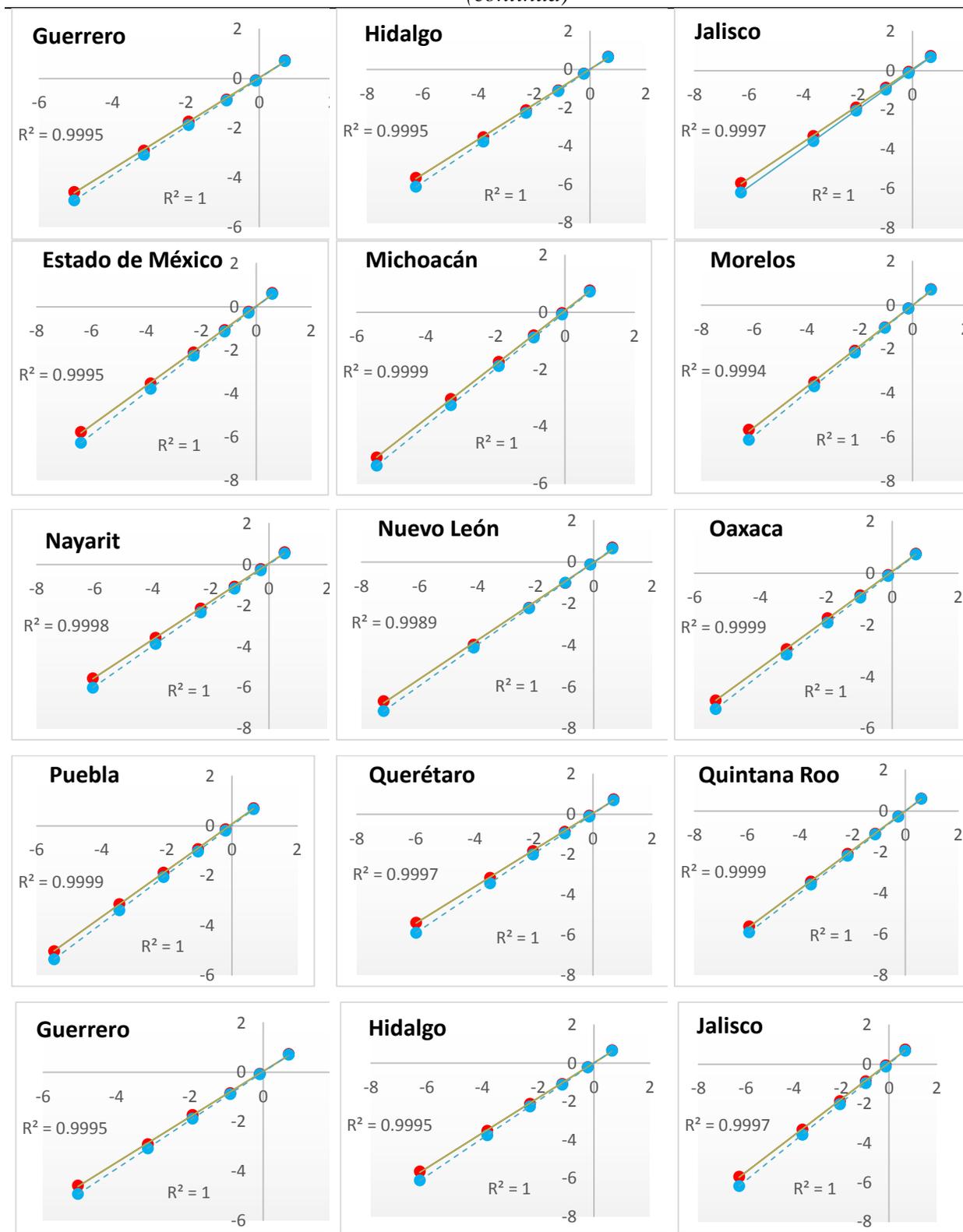
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

### D. Evaluación de las proyecciones realizadas por el CONAPO

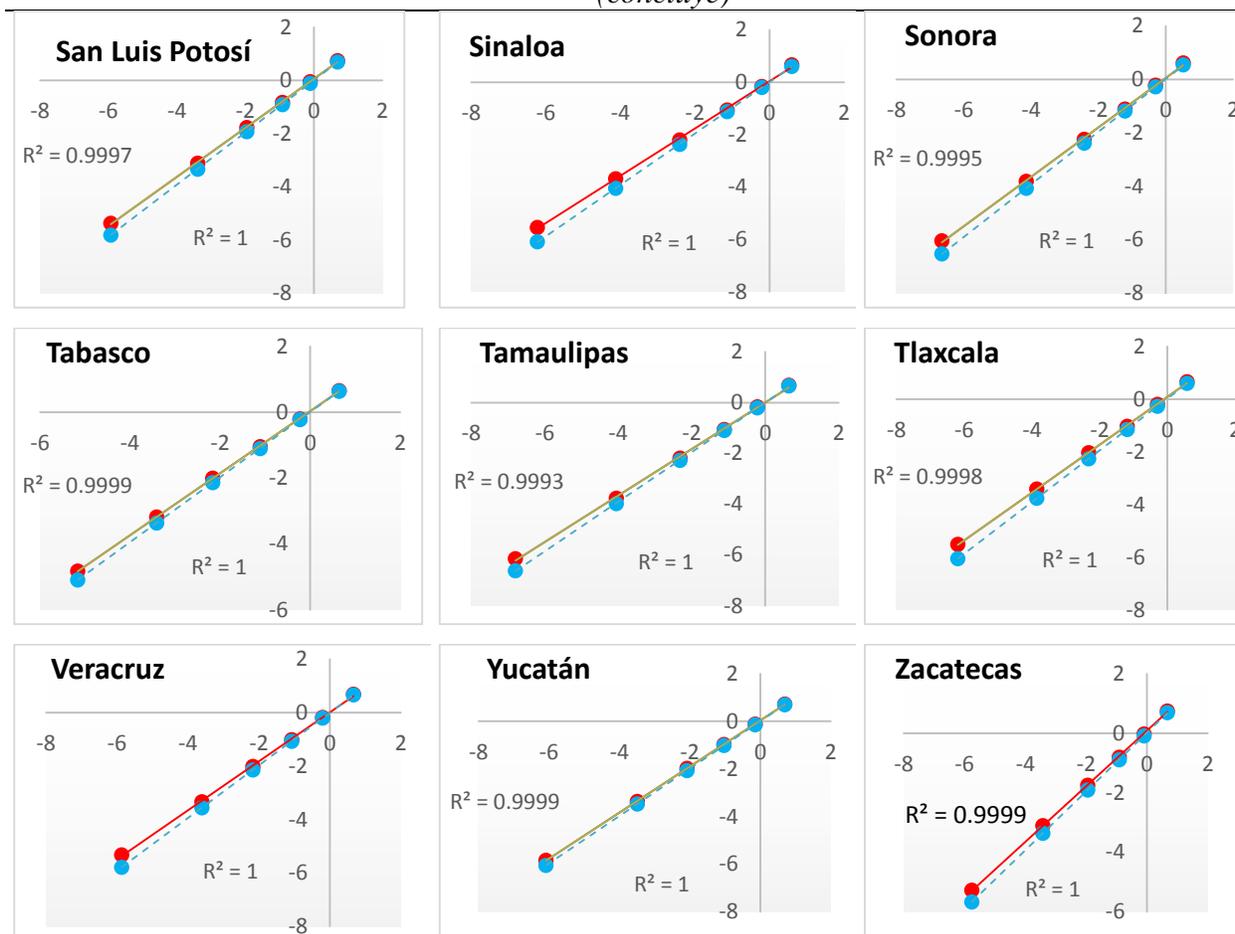
D1. Doble logaritmo de la estructura de fecundidad acumulada por estado para el año 2000 y 2010, respecto a la estructura de fecundidad por estado considerada como *standard 2015*



Apéndice D1  
(continúa)



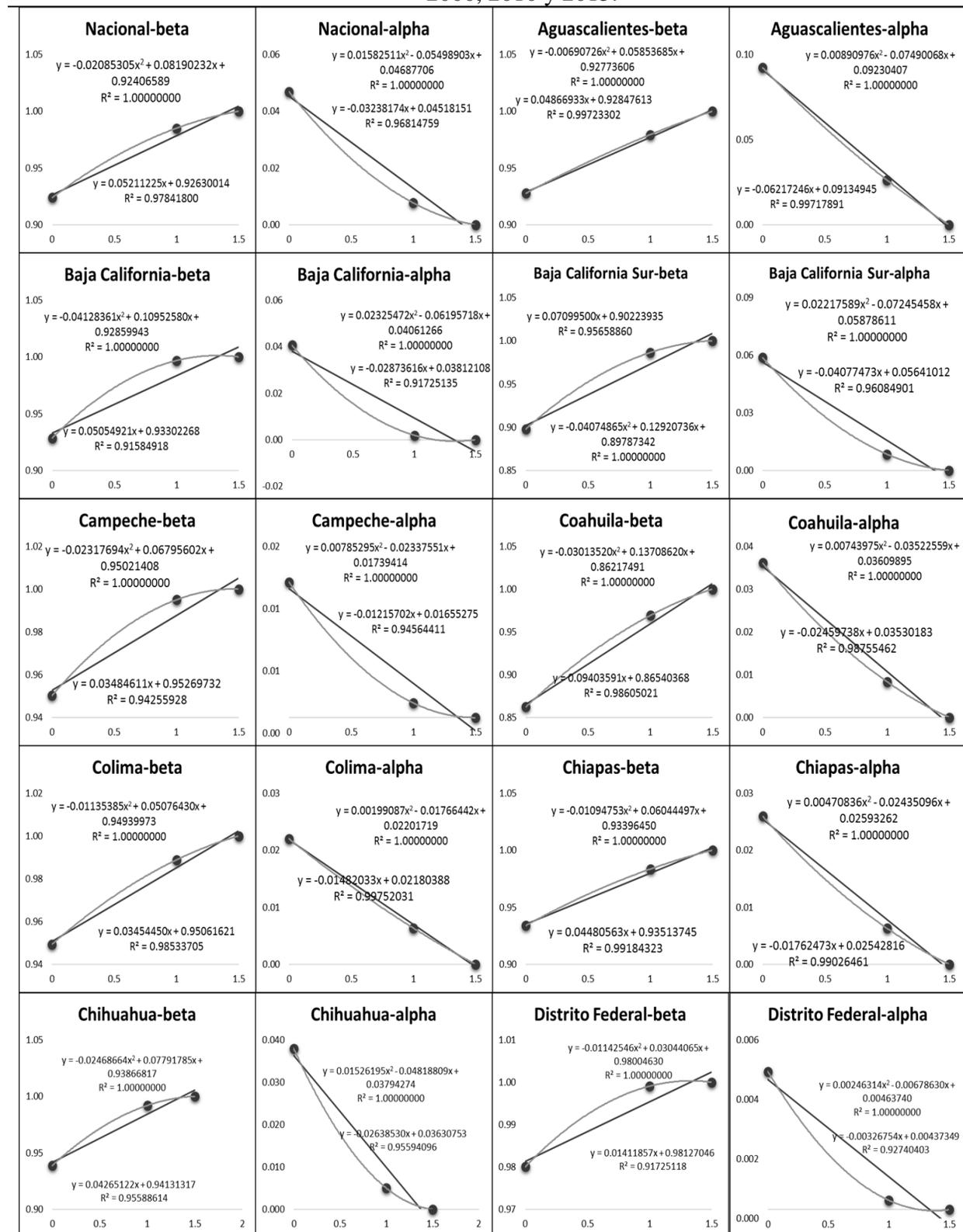
Apéndice D1  
(concluye)



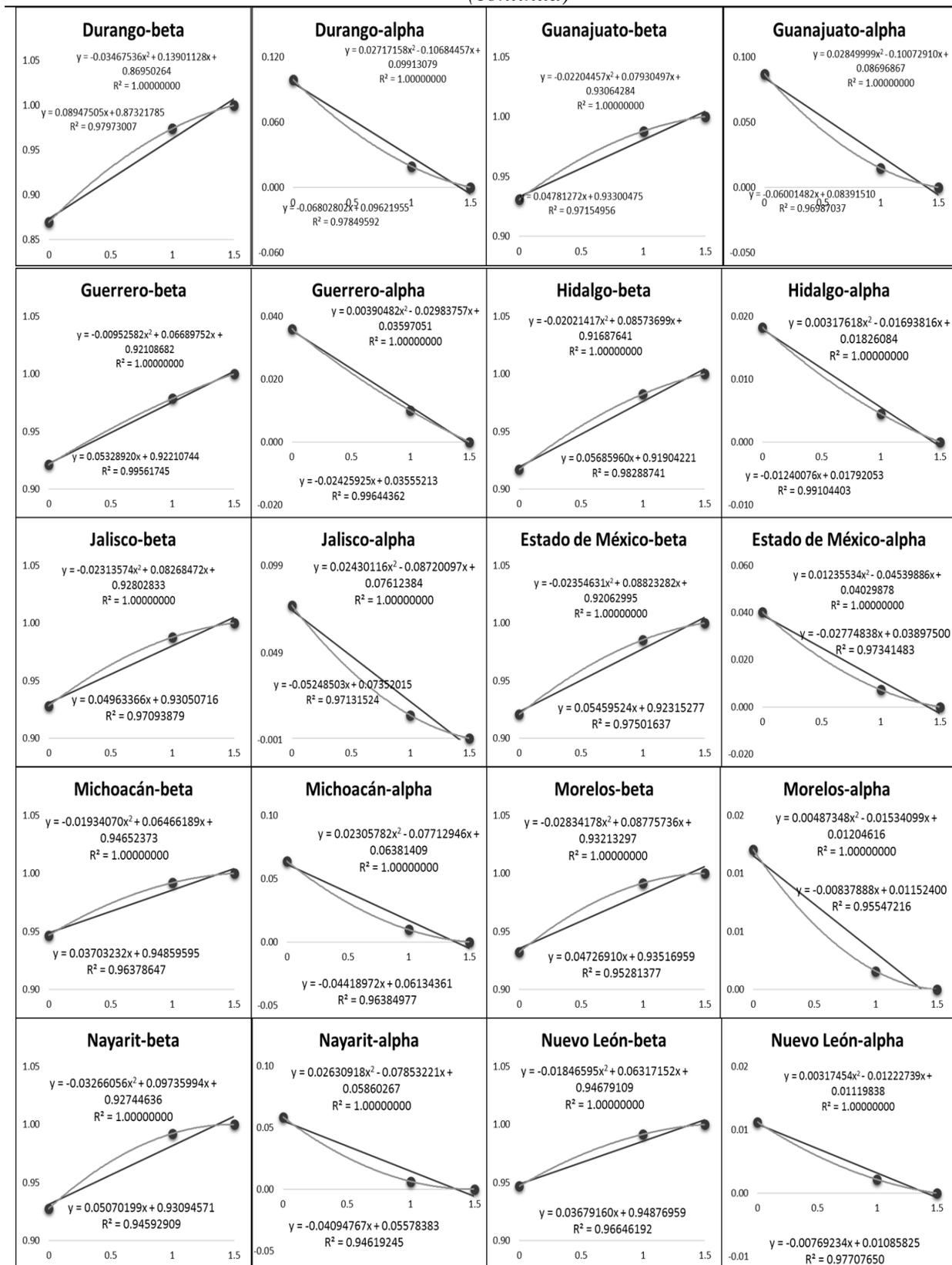
Fuente: Elaboración propia.

APÉNDICE

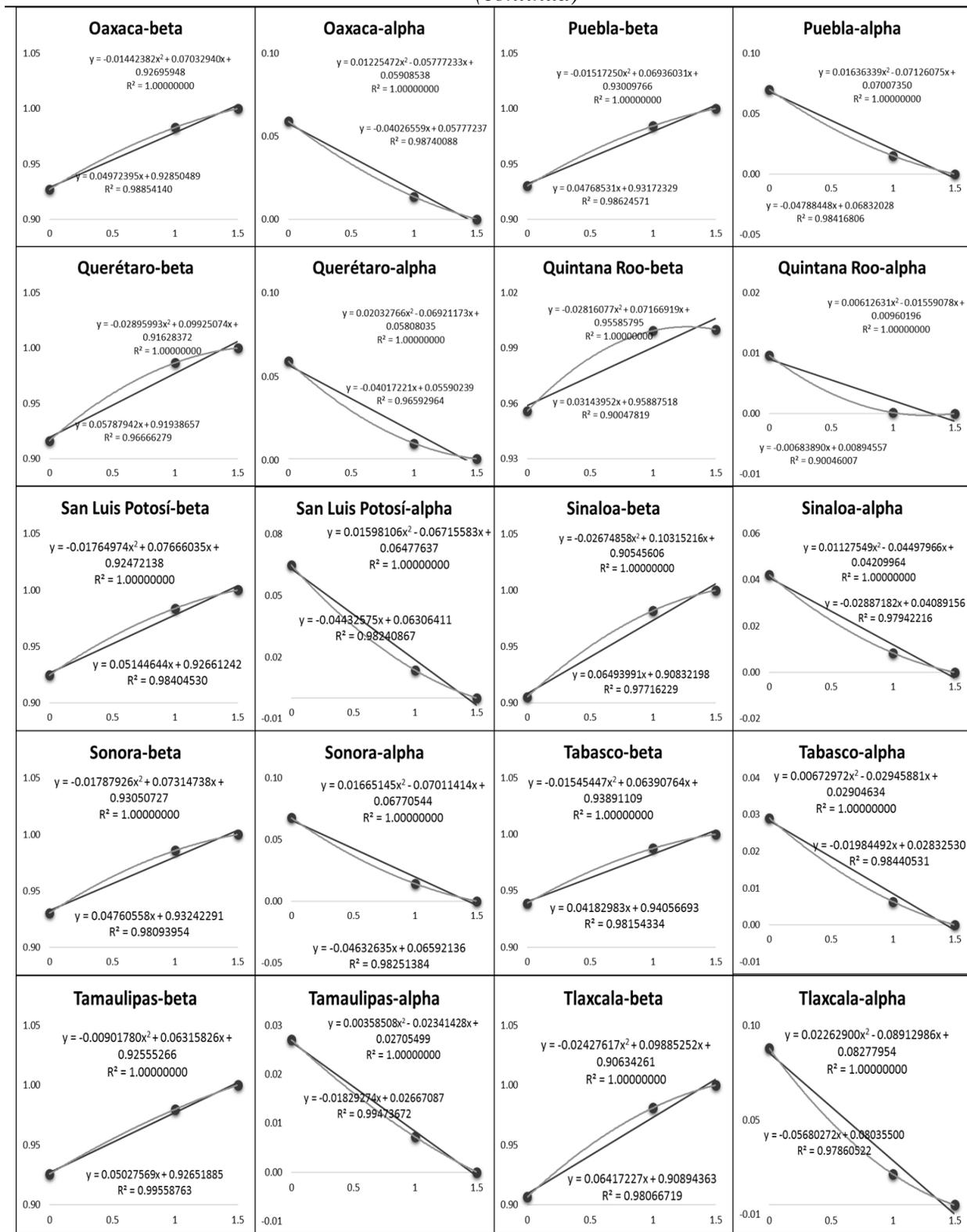
D2. Parámetros estimados del doble logaritmo de la función de Gompertz por estado 2000, 2010 y 2015.



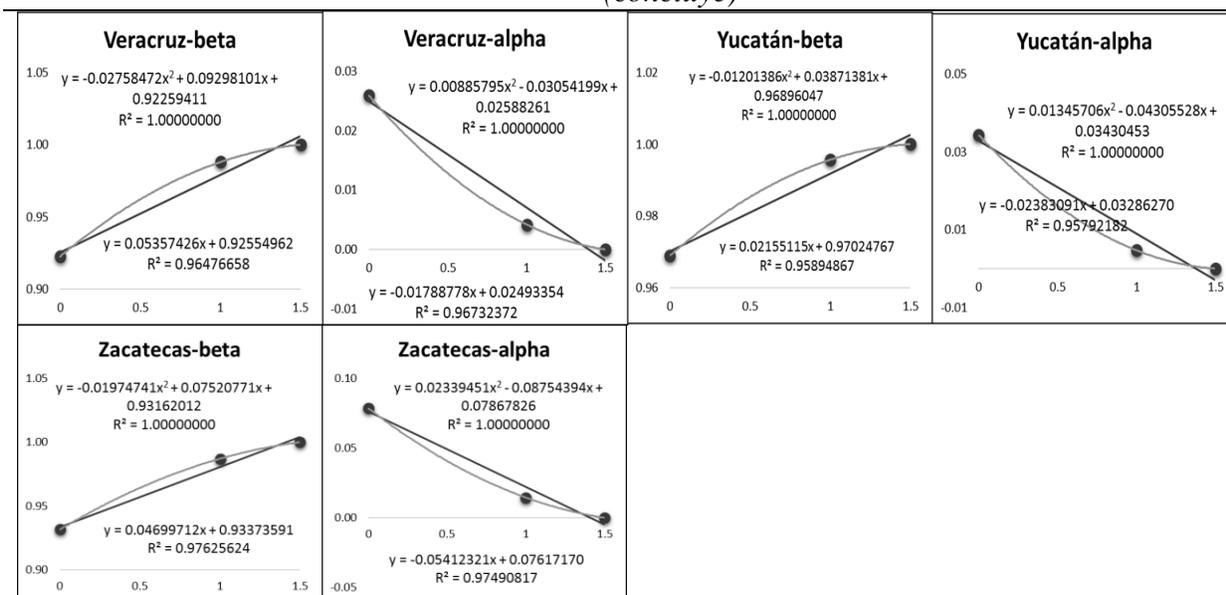
Apéndice D2  
(continúa)



Apéndice D2  
(continúa)



Apéndice D2  
(concluye)



Fuente: Elaboración propia con datos del CONAPO. Estimaciones y Proyecciones de Población 1990-2010 y 2010-2030.

## APÉNDICE

## D3. Cambio porcentual de la TGF por estado 2000-2030

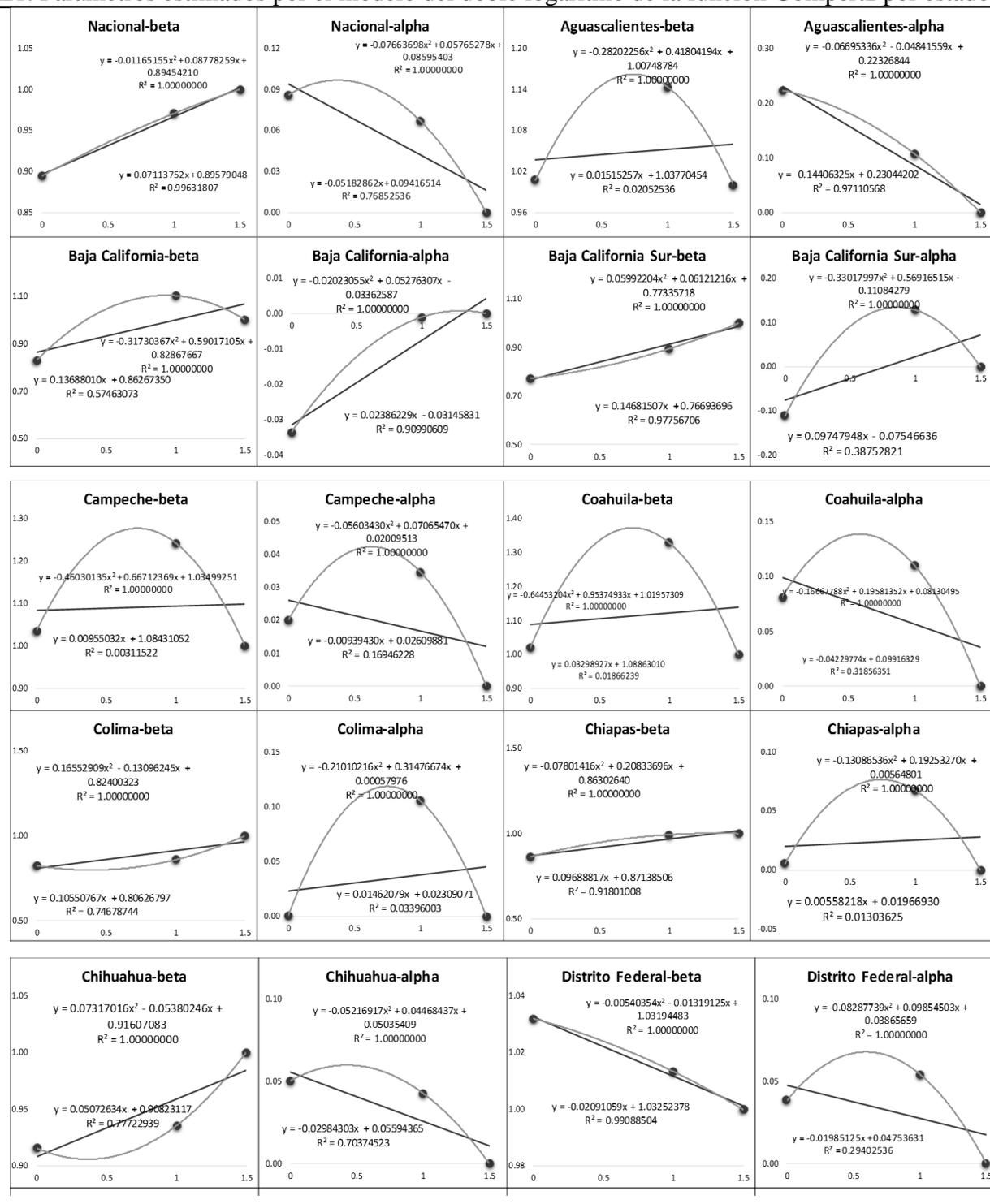
	TGF					DISMINUCIÓN PORCENTUAL EN LA TEF					
	2000	2010	2015	2020	2025	2030	2000-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
Nacional	2.65	2.28	2.19	2.13	2.10	2.08	14%	4%	3%	2%	1%
Aguascalientes	3.06	2.55	2.39	2.27	2.20	2.15	17%	6%	5%	3%	2%
Baja California	2.28	2.01	1.99	1.98	1.98	1.98	12%	1%	0%	0%	0%
Baja California Sur	2.32	2.00	1.93	1.89	1.87	1.86	14%	4%	2%	1%	1%
Campeche	2.48	2.14	2.09	2.07	2.06	2.05	14%	2%	1%	0%	0%
Coahuila	2.60	2.31	2.22	2.16	2.12	2.09	11%	4%	3%	2%	1%
Colima	2.50	2.26	2.20	2.17	2.15	2.14	10%	3%	1%	1%	0%
Chiapas	3.62	2.70	2.45	2.31	2.23	2.20	26%	9%	6%	3%	2%
Chihuahua	2.45	2.31	2.28	2.25	2.23	2.22	5%	2%	1%	1%	1%
Distrito Federal	1.86	1.80	1.79	1.79	1.78	1.78	4%	0%	0%	0%	0%
Durango	2.94	2.38	2.24	2.15	2.10	2.08	19%	6%	4%	2%	1%
Guanajuato	2.89	2.37	2.25	2.17	2.12	2.09	18%	5%	4%	2%	1%
Guerrero	3.56	2.69	2.42	2.25	2.17	2.12	24%	10%	7%	4%	2%
Hidalgo	2.76	2.38	2.27	2.20	2.15	2.12	13%	5%	3%	2%	2%
Jalisco	2.70	2.32	2.23	2.17	2.14	2.12	14%	4%	2%	2%	1%
México	2.51	2.23	2.16	2.11	2.09	2.07	11%	3%	2%	1%	1%
Michoacán	2.85	2.38	2.29	2.24	2.21	2.20	17%	4%	2%	1%	1%
Morelos	2.45	2.20	2.16	2.14	2.13	2.12	10%	2%	1%	0%	0%
Nayarit	2.58	2.25	2.20	2.17	2.16	2.15	13%	2%	1%	1%	0%
Nuevo León	2.30	2.13	2.08	2.05	2.03	2.02	8%	2%	1%	1%	1%
Oaxaca	3.15	2.56	2.39	2.27	2.20	2.15	19%	7%	5%	3%	2%
Puebla	3.06	2.53	2.37	2.27	2.20	2.15	17%	6%	4%	3%	2%
Querétaro	2.78	2.24	2.14	2.09	2.07	2.06	19%	5%	2%	1%	0%
Quintana Roo	2.23	2.05	2.04	2.04	2.04	2.04	8%	0%	0%	0%	0%
San Luis Potosí	3.02	2.48	2.33	2.23	2.16	2.12	18%	6%	4%	3%	2%
Sinaloa	2.63	2.29	2.20	2.15	2.11	2.09	13%	4%	3%	2%	1%
Sonora	2.58	2.32	2.24	2.18	2.14	2.11	10%	3%	3%	2%	1%
Tabasco	2.75	2.31	2.20	2.14	2.10	2.08	16%	5%	3%	2%	1%
Tamaulipas	2.40	2.21	2.14	2.09	2.06	2.03	8%	3%	2%	2%	1%
Tlaxcala	2.87	2.39	2.26	2.18	2.13	2.10	17%	5%	4%	2%	1%
Veracruz	2.60	2.19	2.11	2.08	2.06	2.05	16%	4%	2%	1%	0%
Yucatán	2.62	2.27	2.23	2.21	2.20	2.20	13%	2%	1%	0%	0%
Zacatecas	2.89	2.46	2.34	2.27	2.22	2.19	15%	5%	3%	2%	1%

Fuente: Elaboración propia con datos del CONAPO. Estimaciones y Proyecciones de Población 1990-2010 y 2010-2030.

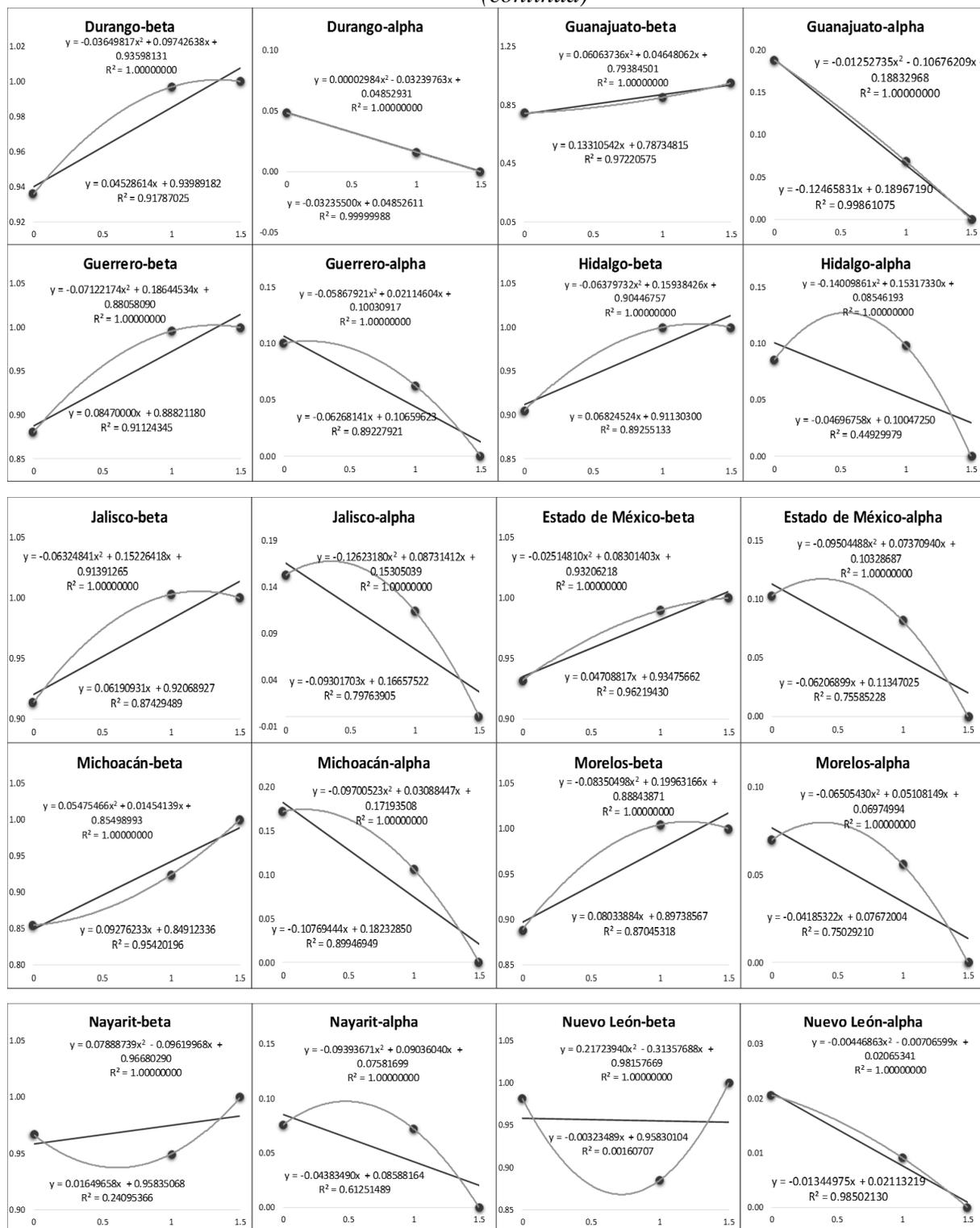
## APÉNDICE

## E. Proyecciones de fecundidad a 2030

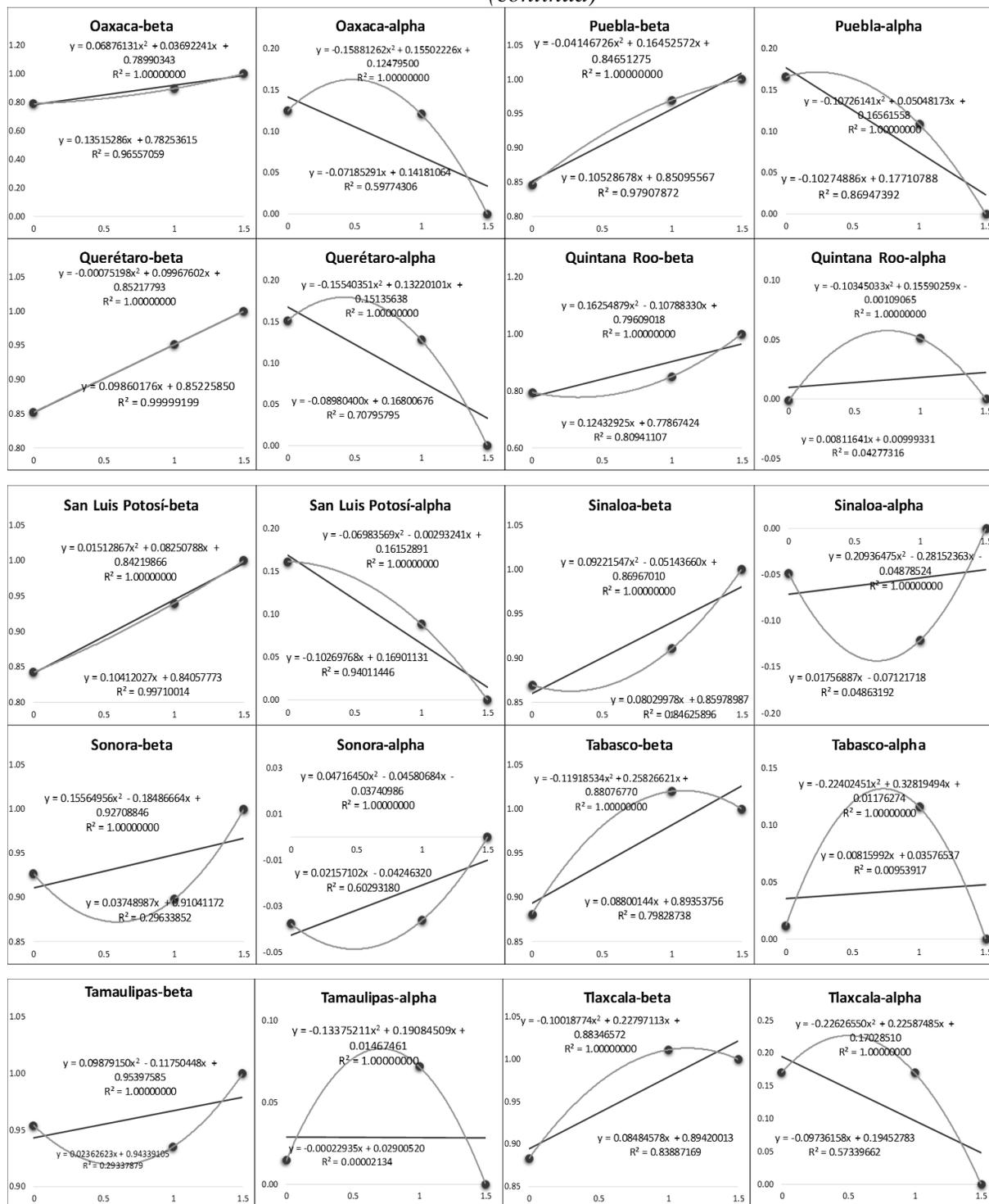
## E1. Parámetros estimados por el modelo del doble logaritmo de la función Gompertz por estado



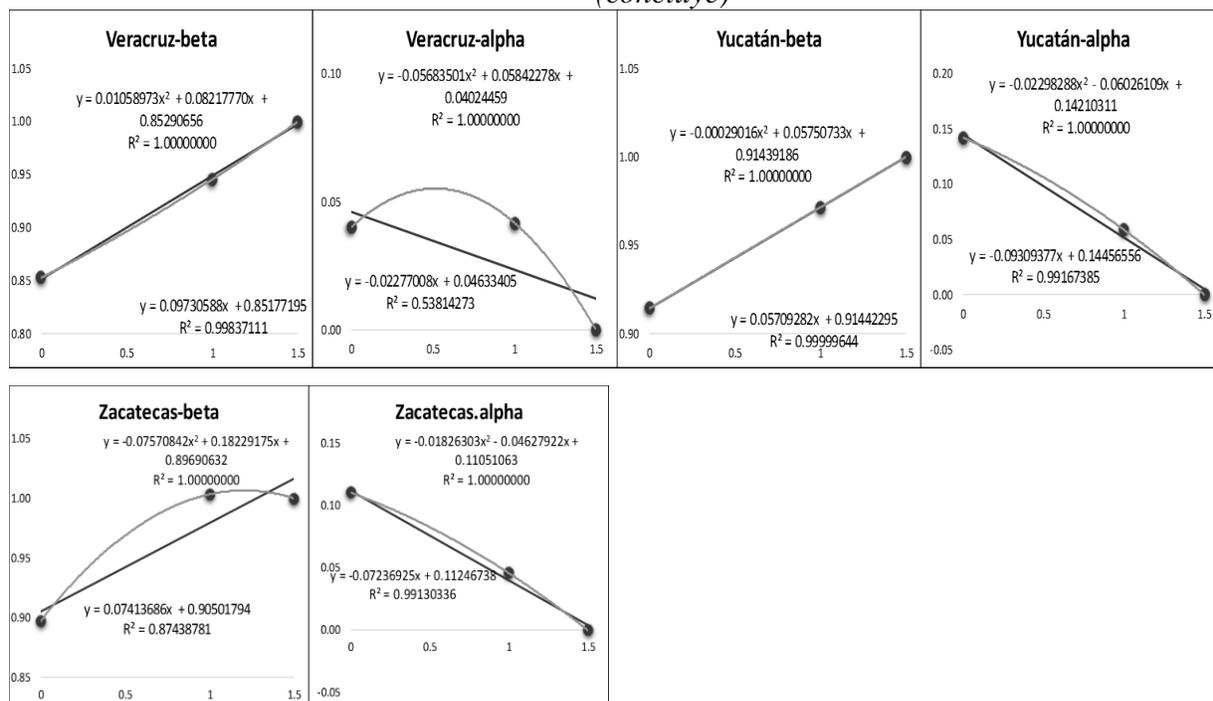
Apéndice E1  
(continúa)



(continúa)



Apéndice E1  
(concluye)



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2000, Censo de Población y Vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015.

---

---

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Bajraj Reynaldo, J., Villa, M., & Rodríguez, J. (2000). Población y Desarrollo en America Latina y el Caribe: un desafío para las políticas públicas. *Población y Desarrollo*, 7-44.
- Benítez Zenteno, R. (2004). Transición demográfica en América Latina, tendencias y consecuencias sociales. *Revista Mexicana de sociología*, 239-254.
- Cárdenas, R., Giorguli, S. E., & Angoa, M. A. (2014). El espacio de la población en las políticas públicas: lecciones de la experiencia Mexicana para una agenda post Cairo. En L. Rodríguez, J. Alves, J. Rodríguez, & C. Turra, *Cairo +20: perspectivas de la agenda de población y desarrollo sostenible después de 2014* (págs. 225-234). Buenos Aires: ALAP.
- Chackiel, J. (1979). Estructura de la fecundidad por edades ajuste y proyección mediante la función de Gompertz linealizada. *Notas de Población*(20), 8-33.
- Chackiel, J. (2004). La transición en América Latina 1950-2000. *Papeles de Población*, 10(41), 9-58.
- CONAPO. (2012). Documento Metodológico. *Proyecciones de la población de México 2010-2015, Primera*. México, D.F.
- Corona Vázquez, R. (1986). Problemas en el uso de datos e indicadores demográficos en la investigación social. En R. e. Corona, *Problemas metodológicos en la investigación sociodemográfica* (págs. 11-32). México, D.F.: PISPAL/El Colegio de México.
- Hernández Laos, E. (2004). Desarrollo demográfico y económico de México. *El desarrollo demográfico y económico en México en los últimos treinta años (1970-2000)*, 7-74. México: Consejo Nacional de Población.
- Hobcraft, J. (1977). Seminario sobre estimaciones demográficas. (págs. 99-120). San José de Costa Rica: CELADE.
- Leguina, J. (1973). *Fundamentos de Demografía*. Madrid: Siglo Veintiuno de España editores .
- Mattelart, A. (1964). *Manual de Análisis demográfico*. Santiago de Chile: Centro de Investigaciones Sociológicas, Universidad Católica de Chile, Centro para el Desarrollo Económico y Social de América Latina.
- Mina Valdés, A. (1982). Desagregación de la estructura de la fecundidad por edades empleando la función Gompertz. *Demografía y economía*, 16(1), 27-45.
- Mina Valdés, A. (2012). La demografía en la formación del actuario. Distrito Federal, México.
- Naciones Unidas. (1986). *Manual X. Técnicas indirectas de estimación demográfica*. Nueva York: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales Internacionales.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Naciones Unidas. (2002). *Boletín de Poblaciones Unidas. La terminación de la transición de la Fecundidad*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Nueva York.
- Naciones Unidas. (2015). World Population Prospects: Revision, custom data acquired via website. *Department of Economic and Social Affairs, Population Division*.
- Newell, C. (1986). A manual of formal demography. (L. S. Medicine, Ed.) Centre for Population Studies.
- Notestein, W. S. (1945). Population-The Long View. En T. W. Shultz, *Food for the World* (págs. 36-57). The University of Chicago Press.
- Partida Bush, V. (2005). La transición demográfica y el proceso de envejecimiento en México. *Papeles de Población*, 9-27.
- Patarra, N. (1973). Transición demográfica: ¿Resumen histórico o Teoría de Población. *Demografía y Economía*, 19(1), 86-96.
- Pérez Amador, J. (2008). Análisis multiestado de la formación y disolución de las parejas conyugales en México. *Centro de Estudios Demográficos Demográficos, Urbanos y Ambientales*, 481-511.
- Pichat, J. B. (1981). La próxima transición demográfica mundial. *Demografía y Economía*, XVI(4), 483-527.
- Quilodrán, J. (2008). Los cambios en la familia vistos desde la demografía: una breve reflexión. *Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano*, 1(23), 7-20.
- Rodríguez Wong, L., de Carvalho, J. A., & Aguirre, A. (1997). Duración de la transición demográfica en América Latina y su relación con el desarrollo humano. *Conferencia de la Unión Internacional para el Estudio Científico de la Población*, (págs. 185-213). Pekín.
- Sandoval Arriaga, A. (2014). El ciclo de las políticas públicas de población. En C. Rabell, *Los mexicanos. Un balance del cambio demográfico* (págs. 49-79). México: FCE.
- Thompson, W. S. (1929). Population. *American Journal of Sociology*, 959-975.
- Zavala de Cosío, M. E. (1992a). La transición demográfica en América Latina y en Europa. *Notas de Población*, XX(56), 11-32.
- Zavala de Cosío, M. E. (1992b). Los antecedentes de la transición demográfica en México. *HMex*, XLII(1), 103-128.
- Zavala de Cosío, M. E. (2014 ). La transición demográfica en México (1895-2010). En C. Rabell, *Los mexicanos Un balance del cambio demográfico* (págs. 80-114). México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.