



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**LA FUNCIÓN DE GOMPERTZ EN EL ANÁLISIS DE  
LOS PATRONES DE REPRODUCCIÓN DE LA  
FECUNDIDAD EN MÉXICO, 2000 A 2050**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
ACTUARIO**

**P R E S E N T A:**

**ALDO RICARDO TAPIA CORTES**



**DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. ABIGAIL VANESSA ROJAS HUERTA  
CIUDAD DE MÉXICO, 2020**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Resumen

La fecundidad es uno de los principales factores que determinan el crecimiento de la población. En demografía, el término “fecundidad” alude al número de hijos que una mujer tiene durante todo su periodo reproductivo, que abarca entre los 15 y 49 años.

En México, el tema ha sido de interés para el gobierno en la instrumentación de campañas de natalidad que fueron importantes en los años setenta, en esa época con el eslogan “la familia pequeña vive mejor” se invitó a la población a regular su descendencia, en línea con la Ley General de Población de 1974.

A más de cincuenta años de su implementación, el nivel de fecundidad en México se encuentra en un nivel de reemplazo promedio de 2.1 hijos, sin embargo, la discrepancia de la sociedad ha impedido que algunos estados lleguen a estas metas.

Dada la estrecha relación entre la fecundidad y los diferentes aspectos de desarrollo de un país, el análisis de esta variable, forma parte crucial en la planificación de un gobierno en sus políticas de población.

Por ello, el objetivo de este trabajo, es estimar un modelo de proyección de la fecundidad en el país, considerando cifras nacionales y estatales en el periodo que comprende del año 2000 al 2050.

En este trabajo se aplicó el modelo matemático del doble logaritmo de la función de Gompertz analizando la dinámica de la fecundidad en el periodo seleccionado, respecto a su nivel y estructura, evaluando la calidad de la información y corrigiendo la estructura por edad de la fecundidad y así proyectando el patrón al 2045.

Una vez teniendo un ajuste con el modelo se compararon los resultados obtenidos con las proyecciones hechas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el año 2018 para tener un punto de referencia y poder sacar conclusiones las cuales se exponen al final del trabajo.

## ÍNDICE

Introducción .....	3
1. Antecedentes: Proyecciones demográficas .....	5
1.1. Proyecciones demográficas .....	5
1.2. Proyecciones demográficas México .....	7
1.3. Proyecciones demográficas de fecundidad .....	9
2. Planteamiento del problema .....	11
2.1. Teoría de la transición demográfica .....	11
2.2. Transición demográfica y las políticas de población en México .....	12
2.3. Justificación del problema .....	18
2.4. Preguntas de investigación .....	22
2.4.1. Objetivo general y específicos .....	23
3. Fuentes de información y metodología .....	25
3.1. Fuentes de información demográfica .....	25
3.1.1. Registro de estadísticas vitales .....	26
3.1.2. Los censos de población y vivienda .....	27
3.1.3. Las encuestas por muestreo .....	28
3.2. La calidad de la información .....	28
3.3. Definiciones de la fecundidad .....	29

3.4. Indicadores de medición de la fecundidad .....	31
3.4.1. Tasa Bruta de Natalidad (TBN) .....	32
3.4.2. Tasa de Fecundidad General (TGF) .....	33
3.4.3. Tasa Específica de Fecundidad (TEF) .....	33
3.4.4. Calendario de la Fecundidad.....	34
3.4.5 Tasa Global de Fecundidad (TGF).....	35
3.4.6. Tasa Bruta de Reproducción (TBR).....	35
3.4.7. Tasa Neta de Reproducción (TNR).....	36
3.5. Modelos matemáticos para la proyección de la fecundidad.....	37
3.5.1.Métodos directos .....	37
3.5.2.Métodos indirectos.....	38
3.6. Función Gompertz.....	42
3.7 Ventajas y desventajas función Gompertz .....	44
3.8. Transformación logarítmica de la función de Gompertz .....	45
4. Resultados .....	53
4.1. Presentación de la información de fecundidad.....	54
4.2 Desarrollo del modelo función del doble logaritmo de la función de Gompertz.....	58
4.2.1 Elección patrón estándar .....	59
4.2.2 Verificación de supuestos.....	60
4.2.3 Interpretación de los parámetros $\alpha$ y $\beta$ .....	63

4.2.4 Obtener los parámetros $\alpha$ y $\beta$ .....	66
4.2.5 Ajustes de la estructura de la fecundidad .....	68
4.2.6 Obtener los valores $\alpha_0$ y $\beta_0$ .....	70
4.2.7 Descripción de la estructura de la fecundidad por edades .....	71
4.2.8 Desagregación a edades individuales.....	72
4.3. Aplicación del modelo de proyección .....	75
4.3.1 Presentación de la información .....	76
4.3.2 Obtención de los parámetros M1 y M2 .....	81
4.3.3 Ajuste de la estructura de la fecundidad.....	83
4.3.4 Sacando los valores $\alpha_0$ y $\beta_0$ .....	94
4.3.5 Desagregación a edades individuales .....	95
Discusión y conclusiones .....	103
Referencias bibliográficas .....	113
Anexos.....	119

## Índice de gráficas

Gráfica 1 Tasas específicas de fecundidad 2000	55
Gráfica 2 Tasas específicas de fecundidad 2010	57
Gráfica 3 Tasa específica de fecundidad 2015	58
Gráfica 4 Estructura de la fecundidad observada contra la ajustada a nivel nacional	60
Gráfica 5 El doble logaritmo de la estructura de fecundidad acumulada 2000 y 2010	59
Gráfica 6 Modificaciones a la estructura por edad de la fecundidad a nacional 2000	64
Gráfica 7 Modificaciones a la estructura por edad de la fecundidad México 2000	65
Gráfica 8 Distribución de los valores $M^*(t)$ para los años 2000,2010 a nivel nacional, así como estados Chiapas, CDMX, Guerrero y Nuevo León	69
Gráfica 9 Tasas específicas de fecundidad, por edades individuales	74
Gráfica 10 T.E.F a nivel nacional, así como estatal del 2010 al 2045	74
Gráfica 11 Doble logaritmo de la estructura de la fecundidad acumulada del año 2010 a nivel nacional	80
Gráfica 12 Estructura la fecundidad observada contra la ajustada a nivel nacional de los años 2010 a 2045	80
Gráfica 13 Estructura la fecundidad observada contra la ajustada del estado de Chiapas de los años 2010 a 2045	86
Gráfica 14 Estructura la fecundidad observada vs la ajustada del estado de CDMX de los años 2010 a 2045	88
Gráfica 15 Estructura la fecundidad observada vs la ajustada del estado de Guerrero de los años 2010 a 2045	90
Gráfica 16 Estructura la fecundidad observada vs la ajustada del estado de Nuevo León de los 2010 al 2045	88
Gráfica 17 Tasas específicas de fecundidad por edades individuales de 2010 a 2045 a nivel nacional, Chiapas, CDMX y Nuevo León	93

## Índice de cuadros

Cuadro 1 Tipos de modelos matemáticos para la proyección	38
Cuadro 2 Tabla de estándares	47
Cuadro 3 Tasas globales de fecundidad por entidad federativa en México, 2000.	54
Cuadro 4 Obtención de parámetros $\alpha$ y $\beta$	67
Cuadro 5 Obteniendo los valores $\alpha_0$ y $\beta_0$ del año 2000 y 2010	68
Cuadro 6 Puntos M1 y M2 a nivel nacional	81
Cuadro 7 Puntos M1 y M2 del estado de Chiapas	81
Cuadro 8 Puntos M1 y M2 del estado de CDMX	78
Cuadro 9 Puntos M1 y M2 del estado de Guerrero	78
Cuadro 10 Puntos M1 y M2 del estado de Nuevo León	78



## **Introducción**

México ha experimentado cambios en el descenso de la fecundidad a lo largo de su historia.

En el siglo XX el país registraba altos niveles de fertilidad, los más elevados en América Latina, esto sumando a la baja mortalidad, dio como resultado una alta “expansión demográfica”.

En los años setenta, comenzó a darse un acelerado declive en las tasas de fecundidad, hasta casi alcanzar el remplazo en la actualidad (Zavala de Cosío M. , 1992).

La fecundidad es el motor del crecimiento natural de la población, por lo que el conocimiento de los niveles y tendencias de esta variable nos permitirá formular y evaluar eficientes políticas sociales.

La implementación de correctas proyecciones poblacionales contribuye a planificar las necesidades y requerimientos de la población en materia educativa, salud, vivienda, reservas naturales, empleo y seguridad social, entre otras (Zavala de Cosío M. , 1992).

La técnica de las proyecciones de los fenómenos demográficos se vuelve un instrumento básico para estimar la población futura, siendo un elemento esencial para formular las políticas de población en el país.

En este trabajo, se analizaron los modelos de proyecciones demográficas, seleccionando un modelo matemático para su aplicación comparando la estructura y los patrones de fecundidad, con el desarrollo de cuatro apartados además de una introducción y conclusiones.

En el primer capítulo se presenta el concepto de proyecciones demográficas, sus principales usos y la importancia que tienen para el país, mostrando la historia de esta herramienta y las aplicaciones que ha tenido en México.

En el siguiente apartado se establecen los conceptos de la teoría de la transición demográfica y su relevancia en nuestro país desarrollando hechos representativos con las políticas de población y la fecundidad, además, se expone la justificación del problema, los objetivos generales y específicos del trabajo.

En el tercer capítulo se presentan las principales fuentes de información demográficas describiendo los conceptos básicos y metodológicos empleados para analizar la dinámica de la fecundidad.

En el penúltimo apartado se muestran los resultados obtenidos al aplicar una conciliación demográfica con el modelo matemático del Doble Logaritmo de la Función de Gompertz en los años 2000, 2010 y 2015. Aunado a reutilizar el mismo modelo para proyectar las tasas específicas de fecundidad para el periodo 2010 - 2045 en intervalos quinquenales.

Finalmente en las conclusiones se explican los resultados obtenidos, además se considera que este trabajo contribuye al análisis sobre fecundidad en el país y presenta un método poco conocido en el análisis del indicador demográfico, abordando el tema con un sustento matemático y actuarial que permite un análisis global de la dinámica demográfica y las políticas públicas.

Con esto se busca dar elementos a las autoridades para la toma de decisiones en el marco de nuevas políticas de población, considerando retos como la fecundidad en adolescentes y el envejecimiento de la población.

## **1. Antecedentes: Proyecciones demográficas**

Los seres humanos a lo largo de la historia se han visto cautivados por la posibilidad de vaticinar el futuro, ya sea por videntes, brujas, futurólogos o aplicando herramientas matemáticas cada vez más sofisticadas. La capacidad de anticiparnos a los acontecimientos seguirá siendo uno de los principales objetivos para especialistas y autoridades (Ordorica Mellado, 2015).

En este capítulo desarrollamos el concepto de proyecciones demográficas y sus principales usos, así como la importancia que ambos conceptos tiene para el país, también abordamos aspectos históricos de esta herramienta y las aplicaciones que ha tenido en México.

### **1.1. Proyecciones demográficas**

El cálculo de la población futura constituye uno de los trabajos fundamentales de la demografía y sus resultados se conocen como proyecciones demográficas o de población, las cuales se entienden como estimaciones de escenarios futuros hipotéticos de la evolución de la población de un país o región determinada (Naciones Unidas, 2008).

Los criterios se elaboran a partir de un conjunto de hipótesis sobre el comportamiento de los componentes demográficos los cuales son: natalidad, mortalidad y migración (Mier & Teran, 1994).

Las proyecciones matemáticas también se conocen como la extrapolación por métodos matemáticos la cual consiste en ajustar a un mínimo de puntos requeridos con base en su relación con otra variable y de acuerdo con esto, proyectarla buscando sentar los cambios más probables de la dinámica de población, al adaptar las variables demográficas que tendría una población y en consecuencia las implicaciones en el orden social, económico y político que plantean nuevas condiciones (Vinuesa, 2007).

En el mundo, se cuenta actualmente con diversos tipos de proyecciones de población, elaborados tanto por organismos internacionales como por instituciones nacionales y estatales. La calidad de los datos determina el grado de éxito de cualquier método, es importante hacer un análisis previo de los datos para considerar el método más adecuado, por lo que si la metodología de los datos demográficos no es la correcta o cuenta con subjetividad, el resultado tenderá a ser erróneo (Mina Valdés, 1982).

Desde los escenarios futuros publicados por la Organización de las Naciones Unidas en 1954, hasta proyecciones del siglo XXI, han tenido como objetivo monitorear los avances en las metas planteadas sobre el crecimiento de la población y conocer mejor la dinámica demográfica (Hernández López & López Vega, 2001).

En resumen, las proyecciones han sido una herramienta matemática utilizada por autoridades para la planificación de la población. Dichas técnicas son indispensables para la formulación e implementación de acciones y programas de la administración brindando información que sirve para prever o anticipar necesidades políticas y sociales, entre otras (Zavala de Cosío M. , 1992).

## 1.2. Proyecciones demográficas México

Para el caso de México, se han desarrollado proyecciones por más de medio siglo contando con una vasta historia en recaudar información, decodificarla y tomar decisiones en consecuencia.

Generalmente se presenta el volumen de la población total, su estructura por edad y sexo, y varios de los indicadores demográficos convencionales que se utilizan para caracterizar la dinámica de la población (Hernández López & López Vega, 2001).

Un estudio pionero sobre este tema fue la “División de Población de las Naciones Unidas” publicada para México en 1954, la cual contribuyó en la primera proyección moderna de población.

Es así, como se empezó a observar los efectos del aumento de la natalidad y la disminución de la mortalidad en el crecimiento de la población (García Guerrero, 2013).

Las Naciones Unidas y el Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE) fueron instituciones que contribuyeron en gran medida el aporte de los trabajos de investigación en su tiempo, además formaron parte de los primeros estudios demográficos en México.

Los análisis del CELADE y de las Naciones Unidas se centraron en el cambio de los niveles de fecundidad sobre la economía. Los trabajos consistieron en estudiar diversos casos como la India e incluyeron a México como un país, en ese entonces, de baja densidad demográfica.

Dichas investigaciones dieron pie a desarrollar futuros análisis cuantitativos de las interrelaciones de la dinámica demográfica y el desarrollo en el país (Hernández López & López Vega, 2001).

A partir del Censo de Población y Vivienda levantado en 1995, el Consejo Nacional de Población publicó en 1998 las proyecciones de población de México para los años 1966 a 2050 (Ordorica Mellado, 2015).

Estas proyecciones cambiaron el horizonte de cómo se visualizaría el país en el año 2050. Como algo innovador, dichas proyecciones se elaboraron con el método de componentes demográficos. Estas predicciones planteaban diversas alternativas de acuerdo con distintas hipótesis en la evolución de la mortalidad, fecundidad y la migración (Ordorica Mellado, 2015).

En la realización de los trabajos de proyecciones de población regularmente se lleva a cabo un proceso llamado “conciliación demográfica” el cual tiene como finalidad proporcionar una población base en el ejercicio de prospectiva, la población debe estar armonizada con las tendencias de cada uno de los componentes demográficos y para ello, se lleva a cabo una serie de revisiones y ajustes (García Guerrero, 2013).

La conciliación demográfica<sup>1</sup> consiste básicamente en lo siguiente:

1. Analizar la evolución histórica de los niveles y tendencias de la fecundidad, mortalidad y migración interna e internacional a través de distintas fuentes de información.
2. Seleccionar las fuentes de información más adecuadas o consistentes (para ciertos puntos en el tiempo pueden combinarse) para determinar por un lado los niveles y tendencias y por otro lado la estructura por edades y sexo.
3. Utilizar métodos de corrección o suavización.
4. Además de técnicas de proyección empleando los datos de las estimaciones y componentes demográficas desde distintos puntos en el tiempo hasta el año o censo más reciente y de retroproyección de dicho año hasta distintos puntos en el pasado.
5. Finalmente se elige la serie histórica que resulte más consistente con la dinámica demográfica del pasado y que minimice la diferencia entre los datos conciliados y los censados.

---

<sup>1</sup> Fragmento extraído de García Guerrero, (2013).

Las metodologías utilizadas para la aplicación de las proyecciones de población muestran dos marcos: el determinista<sup>2</sup> y el estocástico<sup>3</sup>. Siendo el estocástico el más utilizado en la actualidad; Sin embargo, para este trabajo nuestra guía será el método determinista.

### **1.3. Proyecciones demográficas de fecundidad**

Algunos investigadores han vinculado el tema de fecundidad con el procedimiento de proyecciones matemáticas, tal es el caso de Spiegelman (1972), donde se refiere a la proyección de la fecundidad como la estimación del número de nacimientos futuros, siendo estos los más relevantes que se incorporan a la población (el otro son los inmigrantes), también porque los números de nacimientos están sujetos a amplios cambios en el transcurso del tiempo.

Por su parte, William Brass (1979), explica que las proyecciones matemáticas son como una temprana manifestación de una tendencia significativa, donde se puede transformar la confiabilidad de una proyección. La estimación del momento de la iniciación del cambio es el elemento más incierto. En general, el parámetro más crítico de todos es la fecundidad (Brass W. , 1977).

En México, las proyecciones publicadas en 1966 por Benítez y Cabrera son las que despertaron el interés por parte del Estado. Se tomaron decisiones con la información de este ejercicio que fueron fundamentales para cambiar el objetivo de la política de población de México, de carácter pronatalista a la orientada a regular los niveles de fecundidad (Ordorica Mellado, 2015).

---

<sup>2</sup> Un modelo determinístico es un modelo matemático donde las mismas entradas producirán invariablemente las mismas salidas, no contemplándose la existencia del azar ni el principio de incertidumbre. Está estrechamente relacionado con la creación de entornos simulados a través de simuladores para el estudio de situaciones hipotéticas, o para crear sistemas de gestión que permitan disminuir la incertidumbre CEPAL (2012).

<sup>3</sup> Un modelo estocástico contiene algunos elementos aleatorios o distribuciones de probabilidad dentro del modelo, y así, no solo predice el valor esperado de una cantidad, sino también su varianza, que son de gran utilidad para elaborar trabajos de planificación al poder derivar en una gama de indicadores sociodemográficos CEPAL (2012).

Posteriormente, a inicios de los setenta, se dieron a conocer proyecciones de población que mostraban que, según la hipótesis constante, es decir, la que supone cambios en los componentes demográficos, México tendría 151.8 millones de población para el año 2000.

Esta dinámica tan rápida llamó la atención de los científicos, por lo que el gobierno mexicano se planteó buscar regular el ritmo de aumento demográfico.

Hacia finales de la década de los setentas el número promedio de hijos por mujer, al terminar la vida fértil era de siete. En 2008, según CONAPO, se estimó que la fecundidad total había caído al nivel de remplazo de 2.1 hijos por mujer (Ordorica Mellado, 2015).

En la actualidad, las proyecciones de población en México adquieren gran relevancia, por una parte, a causa de los recientes cambios en la dinámica demográfica, por la fecundidad adolescente que se consolida como una de las problemáticas más importantes en las últimas décadas, y, por otro lado, en razón a la implementación, por parte del gobierno de una política de población integrada al proceso de desarrollo (Ordorica Mellado, 2015).

## **2. Planteamiento del problema**

En este apartado se desarrollará el concepto de teoría de la transición demográfica y la importancia que ha tenido para México, así como algunos hechos históricos relacionados con las políticas de población en el país, vinculados con la fecundidad.

Por último, se expondrá la justificación del problema, los objetivos generales y específicos del trabajo, así como también las preguntas de investigación que a lo largo del trabajo se irán respondiendo.

### **2.1. Teoría de la transición demográfica**

El crecimiento de la población mundial ha variado a lo largo de la historia: hasta el siglo XIX aumentó de forma lenta e irregular, en cambio, en la siguiente etapa se produciría una ola demográfica.

En México en el año de 1990 había alrededor de 83.93 millones de habitantes, mientras que en la segunda década del siglo XXI se han superado los 127.09 millones de personas (Patarra, 1973).

La cifra actual no es el resultado de una evolución progresiva, regular o constante, sino una consecuencia de los grandes cambios producidos a lo largo del tiempo (Patarra, 1973).

Para explicar los cambios que se producen en la evolución de la población mundial se ha hecho uso de la teoría de la transición demográfica.

El concepto de Transición Demográfica (TD) permite explicar la relación entre los cambios demográficos y los cambios sociales y culturales.

Se denomina transición demográfica al proceso durante el cual un país pasa de una etapa de altas tasas de mortalidad y fecundidad a otra de bajos niveles en ambas (Kirk, 1996).

Existen dos momentos que se pueden afectar a lo largo de la TD: primero disminuye la mortalidad, la cual ocasiona un incremento en el ritmo de crecimiento de la población; la segunda etapa es cuando desciende la fecundidad y se reduce el crecimiento de la población (Kirk, 1996).

La formulación de la transición demográfica como teoría, se ha debatido, pues de acuerdo con Patarra (1973) es posible su generalización a cualquier país, creyendo que el desarrollo urbano es un factor importante en el comportamiento reproductivo.

Sin embargo, Chenesais (1986) refutó la hipótesis de que la transición demográfica se explique con los mismos factores que en Europa, ya que muchas de estas se han dado sin todas las transformaciones, poniendo como ejemplo el caso de América Latina.

Es importante que los gobiernos de América Latina comprendan este proceso y no olviden que es necesaria la mediación del Estado, para atender grandes sectores de la población que requieren apoyos y condiciones especiales, para poder contribuir al desarrollo social y económico de las naciones que integran la región.

## **2.2. Transición demográfica y las políticas de población en México**

Las características de la población de México están cambiando y las tasas de crecimiento de población están disminuyendo (Benítez Zenteno, 1993). La estructura evolutiva, composición y tamaño de la población inducida por el modelo de la transición demográfica sirve como marco de referencia para estudiar y examinar tendencias de la fecundidad en México.

En los años treinta se estableció una de las primeras políticas demográficas, el 24 de agosto de 1936 se promulgó la Ley General de Población (LGP), teniendo como referencia el aumento de esta variable.

Uno de los objetivos de la ley significó la adecuada distribución de la urbe, cuyo propósito era impulsar la economía en el territorio nacional para un mayor aprovechamiento de los recursos naturales (Alba & Potter, 1986).

En esa época, la ley resultó ser sumamente vanguardista por la trascendencia que tenía el análisis de las variables demográficas para la población mexicana (Aleida Azamar, 2019).

A principios de los años treinta, las mujeres que residían en localidades urbanas representaron una tasa global de fecundidad promedio de 6.5 hijos en contraste con el nivel de las áreas rurales que era de 8.5 hijos (Gomez León Cruces, 2013).

Dichas discrepancias entre las zonas rurales y urbanas se asocian a las desigualdades que existen en diversos ámbitos como el educativo, el acceso a servicios básicos y de salud (Mier & Teran, 1994).

La Segunda Guerra Mundial (1939-1945) provocó un sinnúmero de cambios en lo económico, político y social en todo el mundo y donde nuestro país no escapó. El conflicto bélico logró impulsar a las empresas manufacturas, absorbiendo su mano de obra; sin embargo, como parte de los cambios y ajustes, el 7 de enero de 1947 se decretó la segunda Ley General de Población, en el mandato del presidente Miguel Alemán Valdés.

Los mandatos demográficos con respecto a la fecundidad no sufrirían ninguna variación sustancial manteniéndose a cargo del Consejo Consultivo de Población (Arenas , 2013).

En el lustro comprendido entre 1960 a 1965 la fecundidad se incrementó exponencialmente de 6.75 hijos en promedio por mujer a más de 7 hijos, también aumentó la tasa de crecimiento poblacional a un ritmo del 3 por ciento, alcanzando los 34.4 millones de habitantes (Gomez León Cruces, 2013).

Las tasas históricas que se llegaron a registrar en esa época generaron un amplio debate sobre el futuro demográfico del país y sus consecuencias de no actuar a tiempo.

En los años setenta la economía mexicana vivió una de las peores crisis como consecuencia de la caída en las exportaciones petroleras y de manufacturas.

La combinación de la mortalidad y fecundidad elevadas originó un crecimiento poblacional alto. La tasa anual de crecimiento poblacional llegó a ser de 3.5 por ciento a principios de 1970 (Mier & Teran, 1994).

El momento histórico era tenso, el país se encontraba envuelto en movimientos estudiantiles por una represión del gobierno, esto demandó una reacción colectiva para solucionar los errores del pasado.

Ante ello se inició una transformación que revolucionó a la sociedad mexicana, al romperse tabúes<sup>4</sup> en el tema de la percepción sexual y aumentar el campo laboral femenino, se dio paso a una apertura que permitió una nueva faceta de la mujer, donde ella, ejerció su sexualidad de manera libre con la validez en distintos extractos sociales.

A partir de estas transformaciones necesarias por parte de la sociedad, el estado también contribuyó a un nuevo mandato que cuestionó las leyes antecesoras, las cuales eran poco fructíferas y dejaban en evidencia el desinterés de las autoridades en torno a la relación mujer- políticas públicas

En un discurso dirigido por el presidente Luis Echeverría durante su mandato (1970-1976) mencionó que “el país precisa reaccionar al incremento de la población en beneficio de las actuales y futuras generaciones” (Villagomez, 2013).

---

<sup>4</sup> Prohibición convencional basada en ciertos prejuicios o actitudes sociales.

Estas palabras anticipaban grandes cambios poblacionales, como el reconocimiento público de la existencia de un problema demográfico en el país, el cual demandó una respuesta casi inmediata de parte del estado.

El 7 de enero de 1974 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley General de Población (Tapia, 2010). El principal atributo de esta nueva ley consistió en la necesidad de “regular racionalmente y estabilizar el crecimiento de la población, mediante la realización de programas de planificación familiar” (Gomez León Cruces, 2013).

En lo inmediato, la ley abrió paso a la creación de una organización gubernamental llamado Consejo Nacional de Población (CONAPO) teniendo como misión: proponer, ejecutar, coordinar, evaluar, apoyar las acciones que determinen el estado y dar continuidad a los programas en materia de población (CONAPO, 2012).

Una de sus primeras medidas fue implementar el Programa de Planificación Familiar (1974), aplicando técnicas que tenían como objeto el diseño, operación y evaluación de las iniciativas públicas destinadas a regular el crecimiento de la población, los movimientos demográficos, así como la distribución de los habitantes en el territorio mexicano (Zavala de Cosío M. , 1992).

Los medios de comunicación jugaron un papel determinante en la política poblacional de la década de los setenta, aprovechando su fácil penetración masiva.

El gobierno lanzó la campaña con un mensaje contundente “la familia pequeña vive mejor”, como una invitación a disminuir el tamaño de estas (Villagómez, 2009).

Una de sus estrategias empleadas consistió en impulsar métodos anticonceptivos modernos<sup>5</sup> y desarrollar técnicas para su uso correcto en la sociedad mexicana, sin importar su nivel socioeconómico (Gomez León Cruces, 2013).

La estructura de la campaña era difundir el mensaje en medios de comunicación, para obtener la aprobación social, así como la reducción en el costo económico de los métodos anticonceptivos, llegando en muchos casos, a ser gratuitos, de esta manera se volvieron de fácil acceso para la población.

Esto significó un factor determinante en el decremento de la fecundidad en esa época valorizando la aceptación e implementación en las familias mexicanas (Zavala de Cosio M. , 2014).

La aplicación de esta campaña dio pauta a una disminución en los indicadores de fecundidad, en 1976 el 23 por ciento de las mujeres casadas en edad fértil usaban algún método anticonceptivo y dos décadas más tarde, en 1997 dicha tasa alcanzó más del doble con un 59 por ciento (Basulto, 2011).

En el declive de la fecundidad en los años setenta se observaron discrepancias entre diversos sectores de la población. En la segunda mitad del siglo XX, la caída se vio reflejada primero en los sectores más urbanizados (Zavala de Cosio M. , 1992).

En los patrones de fecundidad se observó que los métodos anticonceptivos tuvieron mayor aceptación en mujeres con un mayor grado de escolaridad y cuyas parejas no desempeñaban trabajos manuales (Mier & Teran, 1994).

---

<sup>5</sup> Un anticonceptivo (anticoncepción) es cualquier método, medicamento o dispositivo que se usa para prevenir el embarazo.

Es así como el tamaño que desarrollaron las familias mexicanas en los años setenta fue producto de grandes descendencias con espacios muy cortos intergenésicos<sup>6</sup> (Tapia, 2010).

La proporción de mujeres unidas es catalogada como una variable intermedia<sup>7</sup>, ya que los efectos que posee la nupcialidad no han llegado a ser representativos en la reducción de la fecundidad en México.

El patrón es similar en países de América Latina y el Caribe. La teoría del modernismo creía que el progreso socioeconómico de las familias aplazaría la primera unión (Quilobrán, 2008).

La lactancia regular, puede ser otro método tradicional para impedir la concepción, el cual tiene un margen de error que se debe considerar su práctica es diferente según el nivel de desarrollo de los países.

En regiones más desarrolladas, la lactancia es corta e inclusive muchas mujeres no lactan, mientras que en zonas en vías de desarrollo como África, Asia y América Latina tiende a ser más duradera (Bongaarts, 1982).

Las investigaciones sobre fecundidad han enfocado sus esfuerzos para encontrar los factores que desencadenaron el descenso y el papel que jugaron los programas de planificación familiar. Siendo la teoría de la transición demográfica uno de los componentes que puede explicar los números actuales que manejamos y por qué se llegó a altos niveles de natalidad y de mortalidad sin control, a bajos niveles controlados. México ha seguido el patrón típico de este proceso (Zavala de Cosío M. , 2014).

---

<sup>6</sup> Se refiere al tiempo entre los nacimientos de los hijos de una mujer.

<sup>7</sup> Las variables intermedias de la fecundidad son un producto social y cultural mediante los cuales cualquier cambio social debe influir sobre la fecundidad.

### **2.3. Justificación del problema**

La inquietud por el acelerado crecimiento de la población en México durante la segunda mitad del siglo pasado obligó al Gobierno a dirigir sus esfuerzos sobre el estudio de variables demográficas.

Una de las estrategias que implementaron las autoridades fue diseñar controles en la natalidad, poniendo en marcha la Ley General de Población de 1974, que a su vez derivó en la creación en del Consejo Nacional de Población (CONAPO) cuya misión es la planeación demográfica del país.

En México, durante mucho tiempo se hicieron trabajos sin considerar la evolución de la dinámica demográfica. No es sino hasta la segunda mitad del siglo XX que se comienza a utilizar herramientas matemáticas, estadísticas y de análisis para obtener resultados empíricos que permitieron llevar a cabo una planeación sobre bases sólidas (Zavala de Cosío M. , 2014).

Por lo que estos procesos se convirtieron en claves para la instrumentación de programas de administración pública, dado a que permitían conocer con antelación los posibles escenarios demográficos y con ello las necesidades de los distintos grupos de población.

Por ello, actualmente son la base de las políticas sociales y económicas de un país (Zavala de Cosío M. , 1992). En México la planeación desafortunadamente, no se realiza de esta manera.

La forma en que las proyecciones de población son utilizadas en la planeación de los programas sexenales no es muy clara ya que en sus informes las acciones son aludidas de forma tangencial (García Guerrero, 2013).

En cambio, las estimaciones demográficas son las que se utilizan para establecer un estado de la situación educativa, de salud, empleo y vivienda. En función de estas se establecen metas, lo que lleva a cabo la planeación (Zavala de Cosío M. , 1992). Es decir, las proyecciones son principalmente utilizadas cuando no se dispone de observaciones o estimaciones demográficas.

Cabe mencionar que las estimaciones demográficas se refieren tanto al presente como al pasado del país, y las proyecciones se refieren únicamente al futuro (Ordorica Mellado, 2015).

Los trabajos sobre proyecciones de población son escasos y su mayoría se enfocan principalmente a nivel nacional. De esta manera, surge la necesidad de analizar la dinámica demográfica en los niveles nacional, estatal y municipal, independientemente de las tendencias o momentos que este viviendo el país.

Conviene subrayar que se requiere un conocimiento técnico del ámbito sociodemográfico, a fin de evaluar, analizar, ajustar, estimar y aplicar las metodologías. Con el fin de emplear herramientas analíticas que posibiliten describir la estructura de una población.

En México las principales fuentes de información para la implementación de estos modelos son los censos de población y vivienda, las encuestas intercensales y de hogares, además; de las estadísticas vitales.

En la carrera de Actuaría de la Facultad de Ciencias de la UNAM, se estudian este tipo de modelos para cuantificar el crecimiento o decrecimiento poblacional y analizar las variables demográficas que determinan el tamaño, la estructura y la dinámica de la sociedad.

Algunas asignaturas que se enfocan a analizar a las poblaciones y sus técnicas dentro de la licenciatura son Demografía I, Demografía II, Ecuaciones Diferenciales, Matemáticas Actuariales, Investigación de Operaciones, Probabilidad y Estadística.

Si bien los problemas sociales son poco profundizados durante la carrera, estos están presentes indirectamente al cuestionarse sobre cómo se miden los riesgos y sus efectos ante la presencia de ciertos fenómenos que afectan a las poblaciones por medio de métodos y herramientas actuariales y matemáticas.

Es así como Demografía I y Demografía II son los cursos que guían el desarrollo del presente trabajo, ya que brindaron los elementos esenciales para poder analizar el tema de proyecciones en una población.

Es a partir de métodos matemáticos y actuariales se puede pronosticar, estimar o proyectar cómo será una población en un tiempo determinado, y con ello prever sus necesidades futuras.

La ecuación compensadora básica demográfica es la base ya que considera la natalidad, la mortalidad y la migración variables que determinan el crecimiento de una población (Arenas , 2013).

Los efectos de la mortalidad y la migración en el crecimiento de la población han sido abordados desde distintos enfoques, el indicador de la mortalidad es el más analizado en la carrera de Actuaría.

Por lo que se consideró para este trabajo enfocarse y explorar la variable de la natalidad, la cual ha sido uno de los componentes demográficos de mayor interés en la dinámica del crecimiento total de la población mexicana desde la década pasada.

Para la proyección de la fecundidad se parte de la tendencia histórica estimada y el nivel de la fecundidad del período más reciente posible.

A partir de esta información y tomando en cuenta, entre otros, programas de planificación familiar en el futuro y condiciones económicas del país se establece un nivel de la fecundidad para un futuro a corto o mediano plazo.

En base a esa proyección del nivel de la fecundidad, se obtienen los niveles de la proyección haciendo uso de una función matemática (Chackiel, 1979).

Durante mi formación como actuario, la función matemática de Gompertz es utilizada principalmente para modelar la mortalidad, sin embargo, como se verá en el trabajo también sirve para proyectar la fecundidad además de que es un método de corrección y suavización de los datos censales.

Los beneficios de implementar el modelo de Gompertz a la información censal permiten construir una estructura estándar con los parámetros alfa y beta o describir mejor una estructura observada con su interpretación (Mina Valdés, 1982).

Los indicadores de fecundidad dan generalmente los datos de información censal por grupos de quinquenios y es necesario implementar un método para su desagregación.

Surge la necesidad de contar con una estructura estándar por edades simples, normalmente la estructura de un año o período por lo que el método de Gompertz cumple con el reto sin perder el dinamismo y se vuelve un proceso unificado (Mina Valdés, 1982).

## 2.4. Preguntas de investigación

Los métodos para elaborar las proyecciones han tenido un desarrollo importante en los últimos años. Esto, gracias al papel que tienen dentro de los programas de administración pública ya que son un componente fundamental en las decisiones del estado debido a que con esta herramienta se pueden conocer con antelación los posibles escenarios demográficos con el objetivo de prever posibles crisis sociales.

Existen diversas técnicas de proyección y de complejidad que tienen como objetivo, dentro de un margen de error, establecer los adecuados indicadores sobre lo que puede suceder con el crecimiento de una población o sus componentes.

Por lo que la elección del modelo de proyección es alineada a las necesidades del trabajo y a los datos que se tendrán disponibles al fin de llegar a resultados más completos (Ordorica Mellado, 2015).

Es por ello por lo que se indaga en un modelo flexible, utilizado poco en la variable de la fecundidad. Además, se busca que este modelo se ajuste adecuadamente con los patrones existentes de fecundidad del país y que muestre su potencial en las técnicas de proyección. Por lo que se establecen las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Entre los diversos modelos matemáticos usados para proyectar a las poblaciones humanas, qué diferencias hay con el método del Doble Logaritmo de la Función de Gompertz, seleccionado para este trabajo?
2. ¿Qué tan adecuado es el modelo seleccionado para su implementación a diferentes escalas geográficas, por ejemplo, nacional y estatal?

3. ¿Qué hipótesis matemáticas se deberán considerar en la selección del patrón estándar con la finalidad de producir escenarios plausibles?
4. ¿Qué diferencia hay en las proyecciones hechas para el trabajo con el modelo seleccionado en comparación con las proyecciones de población que utiliza el gobierno para este indicador?

#### **2.4.1. Objetivo general y específico**

Para responder tales cuestionamientos se planteó como objetivo general del presente trabajo, estimar un modelo de proyección de la fecundidad con datos de México, a nivel nacional y de los estados en el periodo 2000 a 2050. Para lo cual, se propone dividir el trabajo en objetivos específicos:

1. Realizar una investigación sobre los modelos matemáticos y describir sus ventajas y desventajas de cada uno.
2. Explicar en qué consiste el modelo matemático del doble logaritmo de la función de Gompertz.
3. Realizar las proyecciones con el modelo matemático del doble logaritmo de la función de Gompertz en los quinquenios 2015 a 2050.
4. Comparar los resultados obtenidos con las proyecciones hechas por CONAPO en 2018.



### **3. Fuentes de información y metodología**

En este apartado se presentan las principales fuentes de información demográficas utilizadas en México para la implementación de los modelos de proyección.

En lo particular para este trabajo se utilizaron los Censos de Población y Vivienda 2000 y 2010 (INEGI), así como las proyecciones de población del 2010 al 2050 (CONAPO).

Además, se describen los conceptos básicos y técnicas empleadas para analizar la dinámica de la fecundidad, estableciendo la metodología para este trabajo.

#### **3.1. Fuentes de información demográfica**

La demografía requiere de la observación, el registro y la recolección de los sucesos que se llevan a cabo en ella de acuerdo con ciertas condiciones de tiempo y espacio para poder analizar el estado y la dinámica de una población.

El registro de estos eventos puede realizarse una vez o en forma secuencial a medida que los eventos se van produciendo (Dirección General de Población y Desarrollo, 2013).

Por ejemplo, en México, los trabajos demográficos enfocados en la fecundidad analizan la dinámica de una población, la medición resultante requiere de una recolección de información enfocada a cuántas personas nacen en un área determinada de acuerdo con ciertas condiciones, así como las que estuvieron sometidas “al riesgo” de producir estos nacimientos en esa área y periodo específico (Dirección General de Población y Desarrollo, 2013).

A continuación, se muestran algunas fuentes de información tradicionales que son utilizadas para los estudios de la fecundidad en México:

- Registro de Estadísticas Vitales
- Censos de población y vivienda
- Encuestas por muestreo

### **3.1.1. Registro de estadísticas vitales**

Las estadísticas vitales se centran en el registro de sucesos de una población. El sistema más utilizado para este análisis es el registro civil, su objetivo consiste en inscribir los eventos vitales de una localidad o país en forma continua y permanente.

Además de matrimonio existen otros registros tales como: nacimientos y defunciones.

Algunos de los principales usos de las estadísticas vitales en la demografía son:

- La obtención de información básica para el estudio de la mortalidad y la fecundidad, tanto a nivel nacional como estatal dentro de un país.
- Las estadísticas vitales logran el análisis de factores asociados con la mortalidad y la fecundidad, tales como: nivel de educación, edad, zona de residencia y nivel socioeconómico.

### **3.1.2. Los censos de población y vivienda**

Esta es una de las estrategias de recolección de información más antiguas. De acuerdo con las Naciones Unidas, un censo se define como “un conjunto de operaciones que consisten en reunir, elaborar y publicar datos demográficos, económicos y sociales, correspondientes a todos los habitantes de un país o territorio definido y referido a un momento determinado o a ciertos periodos de tiempos dados”.

Algunos de los principales usos de los censos en la demografía son:

- La herramienta base para la proyección de la población.
- La fuente básica de los países en desarrollo para el estudio de la migración.
- Por medio de métodos indirectos, permite estimar la fecundidad y la mortalidad.
- Análisis del vínculo entre las características demográficas y socioeconómicas de individuos y sus hogares.

### **3.1.3. Las encuestas por muestreo**

La encuesta por muestreo es un método para obtener información sobre los fenómenos demográficos de cierto número de individuos (muestra), con el objetivo de conocer a una población más numerosa.

Algunos de los principales usos de las encuestas en la demografía son:

- Se puede utilizar para probar los instrumentos censales antes de su aplicación, como también permite efectuar evaluaciones de la calidad de un censo.
- Por medio del muestreo se puede exponer al público ciertos resultados preliminares de un censo.
- El costo del muestreo se reduce y permite profundizar en el conocimiento de las características demográficas.

### **3.2. La calidad de la información**

Un aspecto que hay que tomar en cuenta al momento de hacer estimaciones demográficas es la calidad de los datos de la fuente que se está utilizando ya que si no se toma en cuenta puede traer a trabajos poco fructíferos.

La información censal se ve afectada principalmente por una mala declaración, derivados por problemas con el encuestado en sus aseveraciones expuestas.

Como, por ejemplo, hijos nacidos vivos cuando en realidad fueron mortinatos, o bien, hijos que sobrevivieron poco tiempo y no son reportados (Palecek Rodriguez, 2015).

Otra característica de la deficiente declaración de datos es la subenumeración de la población, que se origina por dificultades del encuestador al no poder acceder a ciertos grupos de la población; por ejemplo, mujeres indígenas en un lugar de difícil acceso que no fueron encuestadas (Palecek Rodriguez, 2015).

De acuerdo con Welti (2001) la información censal viene con una mejora sistemática que se refleja en la reducción del porcentaje de la población con los valores no especificados, pero sin duda, la falta de información puede tener afectaciones considerables en las mediciones y se deben considerar para elaborar tendencias o niveles de la fecundidad.

Se establecen dos conjuntos de preguntas fundamentales sobre la fecundidad en un censo. Los niños nacidos vivos es una interrogante referente sobre la reproducción de la mujer, mientras que el segundo interrogatorio es sobre la fecha de nacimiento del último niño nacido vivo (BUREAU, 2019).

### **3.3. Definiciones de la fecundidad**

Este término se remite principalmente a la biología, ciencia que estudia la estructura, las propiedades y las características de los seres vivos y sus procesos vitales (por ejemplo: nacer, desarrollarse, reproducirse y morir).

El nacer y la reproducción son procesos relacionados con la fecundidad, por lo que desde esta área se define a la fecundidad como la capacidad natural que tienen los seres vivos para reproducirse (Bembibre, 2011).

Desde la perspectiva de la demografía, la fecundidad es una medida de cuantificación del crecimiento de la población. Es así como el estudio de la fecundidad permite conocer cómo crece o decrece una población en términos numéricos (Mina Valdés , 2006).

El comportamiento reproductivo de las personas, principalmente de la población femenina, es decir, el tamaño de descendencia que las mujeres tienen a una edad o en una época, o por lugar geográfico específico o características socioeconómicas como es el nivel de escolaridad, ingresos y posición laboral, entre otras características (Gómez, Ramiro, & Nina, 2011).

Por lo que la fecundidad puede ser abordada desde distintas disciplinas que se relacionan entre sí como se expuso en los párrafos anteriores.

Distintos investigadores, en las ciencias sociales y naturales, han usado diferentes definiciones del término de fecundidad que a continuación se citan:

- Aspecto cuantitativo directamente relacionado con la procreación humana (Bembibre, 2011).
- Relación del número de nacimientos con la población femenina, ya sea por edades específicas o por el conjunto de mujeres en edades reproductivas (Wolti, 1994).
- Estudio de los nacimientos desde el punto de vista de la concepción, se estudia la procreación humana en relación con las mujeres que dan a luz hijos nacidos vivos (Joaquín, 1981).

Es importante hacer la distinción de los conceptos de fecundidad y fertilidad, dado que suelen confundirse, en este trabajo solo se estudiará el término fecundidad.

La fertilidad se define como la capacidad biológica de una mujer, hombre o pareja de engendrar un hijo (Pressat, 1987) en cambio la fecundidad es el número de nacimientos que se producen en una población determinada en un periodo específico de tiempo (Freedman, 2000).

No hay que olvidar que la fecundidad masculina contribuye y es estudiada como una medida demográfica (Rojas Martínez, 2014); sin embargo, escapa de nuestro objetivo. Por lo que en este trabajo solo se centra el análisis en la fecundidad femenina.

### 3.4. Indicadores de medición de la fecundidad

A continuación, se presenta una serie de definiciones que servirán como pilares para el desarrollo de los indicadores del presente trabajo.

El primer concepto por definir es la tasa desde el campo demográfico. Una *tasa* se entiende como el cociente entre las personas que experimentaron el evento de interés y los *años persona vivos*<sup>8</sup> multiplicado por mil habitantes<sup>9</sup>, considerándose como una medida relativa de un fenómeno demográfico. Existen las tasas brutas y las específicas (Sotelo, 2019).

Las *tasas brutas* son el cociente entre el número total de eventos ocurridos durante el intervalo analizado y la población a la mitad del periodo en el mismo intervalo de referencia.

El denominador será el conjunto de habitantes existentes a la mitad del periodo de tiempo determinado considerando un modelo de crecimiento poblacional específico (aritmético, geométrico o exponencial) (Vinuesa, 2007).

Las *tasas específicas* hacen referencia a subpoblaciones, como puede ser un grupo de edad, sexo o lugar geográfico (rural, urbano, semiurbano, municipio, entidad, país).

Generalmente se mide la frecuencia de un fenómeno demográfico en un grupo de la población, de acuerdo con una característica en particular (Vinuesa, 2007).

En demografía se puede realizar dos tipos de análisis: el transversal y el longitudinal. El *análisis transversal* hace referencia a un momento determinado, de tal forma que recoge el comportamiento de todas las *cohortes*<sup>10</sup> existentes en un periodo específico.

---

<sup>8</sup> Hace referencia al número de años de vida que aporta un grupo determinado de personas.

<sup>9</sup> Generalmente se utiliza mil, aunque también puede hacerse uso de un múltiplo de este número, por ejemplo, diez mil, cien mil, un millón. Dependerá del tamaño de la población y la relación que se desea mostrar.

<sup>10</sup> Grupo de personas expuestas a una experiencia común. Habitualmente aplicado a los nacidos en un mismo año y que suele llamarse generación.

Mientras que el *análisis longitudinal* se basa en la observación continua de una cohorte a lo largo tiempo y puede ser retrospectivo o prospectivo, es decir, se puede analizar el pasado o el futuro (Mina Valdés , 2006).

Las medidas transversales son las más usadas para describir cómo ha afectado alguna variable a una población en un determinado periodo y en qué tiempo ocurre el fenómeno estudiado.

En este trabajo se aplicará este análisis entre el periodo 2000 a 2050. En los siguientes apartados se verán los indicadores de tipo transversal más utilizadas dentro de la fecundidad (Mina Valdés , 2006).

#### **3.4.1. Tasa Bruta de Natalidad (TBN)**

Se obtiene a partir del cociente entre el número de nacimientos ocurridos durante un cierto periodo de tiempo y el número de personas expuestas a la mitad de dicho lapso, posteriormente se multiplica por una constante C (Sotelo, 2019).

$$TBN = \left( \frac{\text{Total de Nacimientos}^w}{\text{Población Total}^w} \right) * C$$

Donde:

$Nac^w$ : Número total de nacimientos ocurridos en año w

$PT^w$  : Población total a mitad del año w

C: Constante que equivale a  $10^n$ , que usualmente es mil.

Esta tasa representa el número de nacimientos que ocurren en una población por cada mil habitantes durante un periodo dado (generalmente un año calendario), se emplea para referirse a la natalidad de una comunidad, un país o región en un momento determinado.

### 3.4.2. Tasa de Fecundidad General (TFG)

La tasa de fecundidad general mide la frecuencia del suceso de nacimientos entre las mujeres entre 15 a 49 años cumplidos en un cierto periodo de tiempo. Si bien, se puede realizar el análisis de fecundidad masculina, la norma es analizar la población femenina.

$$TFG = \frac{\text{Número Total de Nacimientos Ocurridos en año}^w}{\text{Población Total Femenina}_{15-49}^w} * C$$

Donde:

$Nac^w$ : Número total de nacimientos ocurridos en año w

$PTF_{15-49}^w$ : Población total femenina de 15 a 49 años a mitad del año w

C: Constante que equivale a  $10^n$ , que usualmente es 1 000

Esta tasa representa la frecuencia de los nacimientos respecto a la población femenina a edad fértil (generalmente, se usan las edades de 15 a 49 años) expresada por miles.

### 3.4.3. Tasa Específica de Fecundidad (TEF)

Las tasas específicas de fecundidad aportan una mayor precisión al análisis de este fenómeno demográfico, evitando las distorsiones por la composición etaria y sexo. Indica cómo se distribuye la fecundidad a lo largo del periodo fértil de mujeres, generalmente entre 15 a 49 años cumplidos<sup>11</sup>. Este indicador se puede calcular por edades simples o por grupos de edad. A continuación, se presenta por grupos de edad quinquenal (Pressat, 1987).

---

<sup>11</sup> En los últimos análisis se ha enfocado el esfuerzo a edades más tempranas o tardías.

$$5f_{5j} = \frac{\text{Total de nacimientos mujeres entre edad (exacta)}_{i,i+5}}{\text{Población Femenina}_{i,i+5}}$$

Donde:

*Total de Nacimientos mujeres entre la edad (exacta)<sub>i,i+5</sub>* es el total de nacimientos ocurridos para la población femenina del grupo de edad quinquenal.

*Población Femenina<sub>i,i+5</sub>* es la población total femenina del grupo de edad quinquenal correspondiente.

La tasa representa la intensidad del fenómeno en cada grupo de etario, por lo tanto, refleja la cantidad de nacimientos en los grupos de edad quinquenal de las mujeres en edad reproductiva.

#### 3.4.4. Calendario de la Fecundidad

Es la distribución de frecuencias de la variable edad a que los individuos son alcanzados por el fenómeno en estudio. Un índice del calendario suele ser la edad media a la que ocurre el suceso (Vinuesa, 2007).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{x=0}^{w-n} \left(x + \frac{n}{2}\right) e(x, x+n)}{\sum_{x=0}^{w-n} e(x, x+n)}$$

x: extremos inferiores de los intervalos de edad considerados de amplitud n, es decir, intervalo de tipo [ x,x+n]

e(x,x+n) : eventos observados entre la edad x y x+n o frecuencia de aparición del fenómeno dentro de cada intervalo de edad

### 3.4.5. Tasa Global de Fecundidad (TGF)

La tasa global de fecundidad se define como el número de hijos promedio que tendrá una mujer desde el inicio hasta el fin de su periodo fértil, suponiendo estabilidad en el fenómeno y ausencia de la mortalidad.

Dicha medida se obtiene sumando las tasas específicas por edad, en caso de que sean tasas de grupos quinquenales de edad, se multiplica por cinco (Vinuesa, 2007).

$$TGF = 5 * \sum f_{5i}$$

Donde:

$f_{5i}$  son las tasas específicas de fecundidad por grupos quinquenales de edad  
 $i= 2,3,4,5,6,7,8$ .

La tasa global de fecundidad junto con la tasa bruta de natalidad son las medidas más usadas para estudiar a la fecundidad, ya que permite hacer comparaciones de tasas por su estandarización de la fecundidad en diferentes países.

Esta tasa representa el número promedio de hijos nacidos vivos que tendrá una mujer al final de su vida reproductiva, de acuerdo con un patrón de fecundidad prevaleciente en un año determinado y en ausencia de la mortalidad.

### 3.4.6. Tasa Bruta de Reproducción (TBR)

Es el número promedio de hijas que una mujer (o grupo de mujeres) tendrían durante su vida. Se calcula multiplicando la tasa global de fecundidad por la proporción que representan los nacimientos femeninos respecto al total de nacimientos (Pressat, 1987).

$$TBR = q * TGF$$

El factor  $q = 0.4878$  corresponde al índice de la fecundidad igual a 100 nacimientos femeninos por cada 205 nacimientos, la proporción indica los nacimientos femeninos que hay en relación con el total de nacimientos para el caso de grupos quinquenales (Pressat, 1987).

### 3.4.7. Tasa Neta de Reproducción (TNR)

Es el número medio de hijas que tendrá una mujer (o grupo de mujeres) si, desde que nacen, su vida es conforme a las tasas de fecundidad y mortalidad por edad en un año determinado.

Esta tasa es análoga a la tasa bruta de reproducción, sin embargo, esta última toma en cuenta el hecho que algunas mujeres morirán antes de transcurridos sus años de reproducción.

Una TNR de 1 significa que cada generación de madres tiene exactamente la cantidad suficiente de hijas para reemplazarlas en la población.

$$TNR = k * (nft * \frac{nlt}{lo})$$

Donde

$K = 0.44878$  Índice de fecundidad

$nft$  = es la tasa específica de fecundidad para el grupo de edad de la madre  $5x$ ,  $5x+5$  del año  $t$

$nlt$  = es el cociente de sobrevivencia del grupo de edad de la madre  $5x$ ,  $5x+5$  deducido de la tabla mortalidad del año  $t$ .

$lo$  = probabilidad de sobrevivir

### **3.5. Modelos matemáticos para la proyección de la fecundidad**

Los estudios demográficos de la fecundidad de tipo transversal como Welti (2006) o Páez (2007) por mencionar algunos, que se han llevado a cabo en México en los años recientes, han utilizado en su mayoría como fuente principal la información proveniente de datos: las estadísticas vitales, censos de población vivienda y encuestas por muestreo.

Estas herramientas son importantes en las estimaciones de cualquier país: sin embargo, a pesar de que no se ha logrado la consolidación de una teoría que explique el comportamiento poblacional y su vinculación con fenómenos como los naturales, económicos, social y político, se ha conseguido mostrar tendencias relevantes, donde sitúan el inicio del descenso de la fecundidad a partir, de los años setenta (Zavala de Cosío M. , 1992).

La segunda mitad del siglo XX fue donde se obtuvo el mayor impulso del estudio e implementación de proyecciones demográficas en el país, estimaciones de la población futura, a corto, mediano y largo plazo basadas en el entendimiento de los fenómenos demográficos. Los indicadores básicos de población se proyectan bajo escenarios hipotéticos, existen dos rubros donde se puede catalogar como son los métodos directos y los indirectos (Vinuesa, 2007).

#### **3.5.1. Métodos directos**

Las medidas de fecundidad pueden estimarse directamente si los datos sobre nacimientos son completos, precisos y confiables. La información sobre la fecha de nacimiento (día, mes y año) y el sexo del último hijo nacido vivo se utiliza para estimar la fecundidad a nivel nacional y subnacional (BUREAU, 2019).

Antes de calcular las medidas de fecundidad, los datos deben evaluarse, para verificar que estén completos y deben realizarse controles de calidad. Los datos sobre el sexo del niño pueden utilizarse para evaluar la proporción detectando posibles omisiones de nacimiento selectivas, notificación incorrecta o errores de codificación (BUREAU, 2019).

Una vez teniendo los nacimientos durante la referencia en el período se tabulan y con otras medidas de fecundidad son calculadas, las estimaciones deben ser verificadas para ver si son plausibles y comparables con otras fuentes de datos como encuestas de hogares o resultados de métodos indirectos (BUREAU, 2019).

### **3.5.2. Métodos indirectos**

Las técnicas indirectas utilizan información de distintas fuentes sobre los nacimientos para estimar las tasas de fecundidad. Dicho método a menudo se basa en información sobre la edad, el sexo y los niños nacidos de uno o más censos o encuestas.

Los métodos indirectos son útiles porque los datos de nacimientos recopilados de los censos a menudo sufren de subregistro. Dos grupos de los métodos indirectos se discuten en el trabajo (BUREAU, 2019).

El primero se basa en la información sobre los niños nacidos vivos; el segundo sobre la estructura por sexo y edad sin datos sobre nacimientos.

Antes de utilizar estos métodos, se recomienda que el analista examine cuidadosamente la calidad de los datos. Poniendo especial atención a la información incorrecta sobre la edad y a la falta de datos.

También es aconsejable comprobar paridades improbables en relación con la edad de la madre. Un nacimiento cada 18 meses a partir de los 12 años es una regla práctica útil (BUREAU, 2019).

Algunos métodos utilizados para la estimación de la fecundidad son:

- Función Logística
- Polinomio de William Brass
- Método Estable
- Funciones de Distribución Poisson
- Binominal Negativa
- Función Gompertz

Con el fin de describir mejor los métodos se presentará un cuadro comparativo exponiendo los supuestos, así como sus ventajas y desventajas que poseen cada procedimiento.

### Cuadro 1

#### Tipos de modelos matemáticos para la proyección

	Fórmula	¿En qué consiste?	Supuestos	Ventajas	Desventajas
<b>Distribuciones probabilidad (Poisson y Binomial Negativa)</b>	$f(k, \beta) = \frac{e^{-\beta} \beta^k}{k!}$	Los métodos de conteo se distinguen por su variable independiente, es decir, el conjunto de números enteros no negativos que representan el total de eventos ocurridos y que pueden ser explicados por un conjunto covariables (discreto o continuo).	Supone que los hijos nacidos vivos siguen una distribución Poisson. E [ Y ] = Var [ Y ] El valor de la función Binomial supone una distribución Poisson. La media no es un valor fijo y se comporta como una función Gamma.	Es considerado un buen modelo si se cumplen todos sus supuestos. Si se evalúa la dispersión los datos seguirán una distribución Binomial.	Involucra probabilidades. Supone un fenómeno aleatorio El modelo presenta problemas cuando no se cumple el supuesto E [ Y ] < Var [ Y ] La alta variabilidad en los datos. Los eventos no ocurren de forma independiente. Los datos no se ajustan a una distribución Poisson.
<b>Función de Gompertz</b>	$F(x) = (TGF) A^{B^x}$	Se propone realizar ajustes sobre el patrón de fecundidad por edades utilizando las tasas de fecundidad y la TGF.	Expresa una aceleración más rápida en las primeras fases y un retroceso gradual en las últimas fases. La proporción de la fecundidad global experimenta una población hasta la edad x, sigue una distribución Gompertz.	Por su flexibilidad es aplicada en otras disciplinas. Permite la desagregación de la estructura por edades quinquenales en edades individuales. Se puede aplicar a estructura por edades el método de corrección (bilogístico).	Se construyó originalmente para la mortalidad El mal ajuste a edades extremas, con las asíntotas (k) e inferior (0)

Fuente: Elaboración propia con base en los libros Chackiel, J. (1979 y Brass, W. (1974).

	<b>Fórmula</b>	<b>¿En qué consiste?</b>	<b>Supuestos</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Función Logística</b>	$F(x) = \frac{k}{1 + e^{a+bx}}$	Esta función tiene dos fundamentos teóricos, por un lado, el concepto físico del crecimiento de la población. El segundo fundamento son las funciones biológicas.	Se supone una curva monótono creciente con un punto de inflexión. Las poblaciones tienden a alcanzar un límite máximo que posteriormente no se sobrepasa.	Esta función fue desarrollada pensando en el crecimiento de una población, dadas sus características, por lo que es aplicada en diversos fenómenos de crecimiento como la fecundidad. Es acotada infinitamente y los valores obtenidos no podrán decrecer infinitamente. Por su flexibilidad es aplicada en otras disciplinas.	Requiere una cota superior y otra inferior. Proceso subjetivo para determinar las cotas. Dado lo anterior, esta curva solo puede ser aplicada cuando la tasa de crecimiento es positiva y decreciente.
<b>Polinomio William Brass</b>	$f(x) = c(x - s)(b - x)^2$	Los valores f(x) se van a ajustar. La x es medida con la cual estos varían. (en este caso la edad). Método para suavizar las tasas sujetas a error.	El ajuste en las tasas de fecundidad es recomendable con tendencia lineal. El número de parámetros desconocidos se pueden reducir durante la imposición de restricciones.	Se pueden graduar las observaciones. Este modelo es conveniente y flexible para el manejo analítico. Con los cambios de signo en el polinomio se puede controlar la tendencia. Las constantes del polinomio (a,b,c) se pueden obtener a partir de ecuaciones lineales de las medidas observadas.	Necesita un constante C. En el caso cuando la tendencia no es lineal este método no es satisfactorio para el cálculo de las tasas de fecundidad pues el método tiende a resultados con tasas negativas. Se necesitan diversos parámetros desconocidos.
<b>Método Estable Acotado</b>	3 métodos 1.-Metodo de cantidades de cambio. 2.-Proceso de Auto regresión. 3.-Metodo de diferenciales separables	El método permite estimar la estabilidad de la TGF. Contribuye al ajuste de los datos observados.	La función debe ser acotada y se debe comportar decrecientemente. Permite suponer TGF es un fenómeno estable acotado y que se estabilizará en un valor mayor que cero.	Contribuye a una nueva metodología para proyectar la fecundidad en México. Proporciona estimaciones confiables a corto, mediano y largo plazo. Aporta soluciones diferentes a los problemas de la actual metodología que se usa para proyectar el nivel de fecundidad en el país.	La desventaja más clara de este método es calcular la estabilidad. Hasta el momento en México no se ha alcanzado el dato requerido, es decir, se tiene que determinar hasta qué valor deja de decrecer TGF. Cálculo de la rapidez con la que se alcanzará la estabilidad, es decir, que tan lento o que tan rápido se llegará al estado estable. Supone un fenómeno aleatorio

Fuente: Elaboración propia con base en los libros Chackiel, J. (1979) y Brass, W. (1974).

### 3.6. Función Gompertz

Lleva el nombre de su creador Benjamín Gompertz (1779-1865), quien lo desarrolló originalmente para la mortalidad. Desde su aparición en 1825, la curva sigmoidea describe la dinámica poblacional contemplando una tendencia de crecimiento lenta al comienzo y al final del periodo (Mina Valdés, 2003).

Una de las Leyes más reconocidas es la de Gompertz que asume que cada individuo presenta una resistencia a las enfermedades (y a fallecer por causas naturales) decreciente en función de la edad, por lo que la fuerza de mortalidad aumenta con la edad y su incremento relativo es constante.

Por tanto, se deduce que dicha fuerza de mortalidad crece exponencialmente (Bembibre, 2011).

$$l(t) = K * g^{C^t}$$

t = denota el tiempo

l(t) = es la población total

K, g y C = son constantes reales donde K y C son positivas

Sin embargo, esta misma función se puede utilizar para el indicador de fecundidad, por su flexibilidad al momento de su aplicación, este modelo aplicado a la fecundidad se puede representar como:

$$F(t) = TGF * C^{D^t}$$

t = es la variable edad

F(t) = es la fecundidad acumulada hasta la edad x (vía suma de las tasas).

TGF = Tasa Global de Fecundidad que es el valor de  $F(t)$  para la edad límite superior del periodo reproductivo.

A y B = Son variables que varían de 0 y 1 respectivamente (Mina Valdés, 1982).

La función de Gompertz es de gran utilidad porque permite una interpretación demográfica de sus parámetros por su flexibilidad, siendo posible realizar ajustes en la estructura por edad de la fecundidad y el éxito que se tenga en su aplicación dependerá de la adecuada estructura por edad utilizada (Mina Valdés, 2003).

Este procedimiento se encuentra inspirado en las ideas del matemático William Brass, quien se basó en la función de Gompertz ( $Y(t) = SC^{D^t}$ ) para encontrar una relación lineal entre la edad y algunas transformaciones de la proporción de la fecundidad a la edad  $t$  (Brass W. , 1974).

La función está definida de la siguiente manera:

$$f: R^+ \rightarrow R^+$$
$$t \rightarrow f(t)$$

Al ser aplicada para describir el crecimiento desde el nacimiento (edad 0) hasta la edad adulta la función es la siguiente:

$$Y(t) = SC^{D^t} \Leftrightarrow S > 0; 0 < C < 1; 0 < D < 1$$

Donde:

$S, C$  y  $D$ : Parámetros por determinar

$t$ : Edad

$Y(t)$ : Fecundidad acumulada hasta la edad  $t$

Cuando  $t$  crece infinitamente,  $D^t$  tiende a cero y  $Y(t)$  se aproxima a  $S$ . En otra interpretación,  $S$  es la asíntota superior de la función de Gompertz, es decir,  $S$  puede verse como si fuera la tasa total de fecundidad de la cohorte real o hipotética. Cuando  $t$  tiende a cero,  $Y(t)$  se aproxima a  $SC$ ; esto es,  $C$  representa una proporción de la tasa total ya obtenida (Brass W. , 1977).

La explicación del parámetro  $D$  es más compleja. Los matemáticos Murphy y Nagnur (1978), lo explicaron manteniendo fijos los parámetros  $S$  y  $C$  construyendo una familia de curvas de tasas específicas (primera derivada de la función de Gompertz) con diferentes valores de  $D$ . Estos autores encontraron que a medida que aumenta  $D$ , se aplana la curva de las tasas específicas, por lo tanto, aumenta la varianza de la curva (Brass W. , 1977).

### **3.7. Ventajas y desventajas Función Gompertz**

El modelo es versátil y útil en el campo de la estimación para visualizar escenarios de simulación, no solo en la mortalidad hecha originalmente, sino también en campos de la biología o en la fecundidad. Considerando siempre el conocimiento de los fenómenos a analizar y empleando hipótesis o supuestos demográficos involucrados.

Un punto a favor del modelo es poder desagregar la estructura por edad de la fecundidad. Es decir, si las tasas específicas de fecundidad se tienen por grupos quinquenales de edad se pueden convertir a tasas de edades individuales. Esto es de gran utilidad para realizar análisis más detallados y que no se cuenta con la información por edades simples.

Cabe señalar que otro uso del modelo presentado es para proyectar la estructura por edad de la fecundidad, observando las tendencias de los parámetros de  $\alpha$  y  $\beta$  a través del tiempo.

La desventaja de este modelo son sus asíntotas, de tal forma, que el ajuste en las edades fuera del rango es deficiente. Lo anterior ocurre porque la función tiene una asíntota superior ( $t$ ) y una inferior (0). En otras palabras, cuando teóricamente no exista mujeres mayores de 50 años y menores de 15 años con fecundidad, analíticamente ocurrirá la posibilidad de tener hijos, aunque la probabilidad de que suceda será baja (Mina Valdés, 1982).

### 3.8. Transformación logarítmica de la Función de Gompertz

La herramienta que emplea la función de Gompertz para realizar ajustes del patrón de fecundidad por edades es el que fue desarrollado por Chackiel en 1979, a partir de una transformación logarítmica. La representación de la fecundidad acumulada mediante la función de Gompertz se definirá de la siguiente forma.

$$F(t) = (TGF)C^{Dt} \quad (1)$$

Donde:

$t$ : Variable de edad

$F(t)$ : Fecundidad acumulada hasta la edad  $t$

$C$  y  $D$ : Parámetros que varían entre 0 y 1, respectivamente.

$TGF$ : Tasa global de fecundidad

Considerando las reglas matemáticas de un sistema de ecuaciones se deriva:

$$\frac{F(t)}{TGF} = C^{Dt} \quad (2)$$

Donde:

$\frac{F(t)}{TGF}$ : Proporción de la fecundidad global experimentada hasta la edad  $t$

Así que para obtener una relación lineal de  $t$  se aplica la función logaritmo natural.

Entonces:

$$\ln \frac{F(t)}{TGF} = D^t \ln C$$

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

$$\ln \left[ -\ln \frac{F(t)}{TGF} \right] = t \ln D + \ln(-\ln C) \quad (3)$$

Si analizamos el resultado nos encontraremos una recta que a continuación se presenta:

$$M(t) = a_0 + \beta_0^t \quad (4)$$

Donde se pueden expresar:

$$M(t) = \ln \left[ -\ln \frac{F(t)}{TGF} \right]$$

$$a_0 = t \ln D$$

$$\beta_0 = \ln(-\ln C)$$

La ecuación número (4) es de gran utilidad cuando se requiera desagregar las tasas específicas de fecundidad por edades simples. Esta es una función lineal de la edad que se aproxima adecuadamente al cociente observado  $F(t)/TGF$  en las edades reproductivas centrales. Sin embargo, su ajuste es deficiente en los extremos. Para solucionar este problema, Brass encontró que si se reemplaza la edad  $t$  por una función de  $t$  que pueda interpretarse como una transformación  $M^s(t)$  de un patrón estándar de la fecundidad, se obtendría una mejor aproximación (Chackiel, 1979).

Es decir, consideremos ahora una distribución estándar  $\frac{F^s(t)}{(TGF)^s}$  entonces:

$$M(t) = a_s + \beta_s \quad (5)$$

Donde:

$$M^s(t) = \ln \left[ -\ln \frac{F(t)^s}{TGF^s} \right]$$

Si  $M(t)$  y  $M^s(t)$  tienen un componente de linealidad con respecto a la edad  $t$ , también habrá una relación lineal entre ellos, ya que de la ecuación (5) se obtiene:

$$t = \frac{1}{\beta_s} M^s(t) = \frac{a_s}{\beta_s}$$

Que sustituyendo en (4), conduce a:

$$M(t) = a_0 - a_s \frac{\beta_0}{\beta_s} + \frac{\beta_0}{\beta_s} M^s(t)$$

y llamando:

$$a = a_0 - a_s \frac{\beta_0}{\beta_s} \quad y \quad \beta = \frac{\beta_0}{\beta_s}$$

Se tiene que:

$$M(t) = a + \beta M^s(t) \quad (6)$$

El planteamiento obtenido es similar al desarrollado por el matemático William Brass en sus notas de la mortalidad. A partir de la ecuación (6), se puede aplicar el método de promedios, este consiste en una técnica de media aritmética de cierto número de datos históricos y se utiliza cuando se quiere dar más importancia al conjunto de cifras más recientes para obtener el pronóstico deseado, ajustando los valores de  $a$  y  $\beta$ , considerando a  $M^s(t)$  en el eje de las abscisas y  $M(t)$ , en el eje de las ordenadas (Brass W. , 1977).

$$\overline{M}_1(t) = a + \overline{M}_1^s(t) \quad y \quad \overline{M}_2(t) = a + b \overline{M}_2^s(t)$$

Siendo

$$\overline{M}_1 = \frac{M(20) + M(25) + M(30)}{3} \quad y \quad \overline{M}_2 = \frac{M(35) + M(40) + M(45)}{3}$$

$$\overline{T}_1 = \frac{(20) + (25) + (30)}{3} = 25 \quad y \quad \overline{T}_2 = \frac{(35) + (40) + (45)}{3} = 40$$

Análogamente el mismo procedimiento sería para la distribución estándar.  $\overline{M}_1^s$  y  $\overline{M}_2^s$

$$P_1 = \left( \frac{35 + 40 + 45}{3}, \frac{M(35) + M(40) + M(45)}{3} \right) = (\overline{T}_1, \overline{M}_1(t))$$

$$P_2 = \left( \frac{35 + 40 + 45}{3}, \frac{M(35) + M(40) + M(45)}{3} \right) = (\overline{T}_2, \overline{M}_2(t))$$

Por consiguiente, resulta que:

$$\hat{\beta} = \frac{\overline{M}_2 - \overline{M}_1}{\overline{M}_2^s - \overline{M}_1^s} \quad (7)$$

$$\hat{a} = \overline{M}_1(t) - \beta \overline{M}_1^s(t) \quad (8)$$

Los valores de  $a$  y  $\beta$  son muy importantes para ajustar las estructuras de la fecundidad por edades. Son los parámetros que diferencian la tendencia observada del estándar. Una aplicación que se vincula de este método con la relación (6) es el ajuste de la distribución relativa de la fecundidad por edades observadas. Tendiendo ya la estructura estándar  $M^s(t)$  y obteniendo los parámetros  $\hat{a}$  y  $\hat{\beta}$  con la estimación, podemos conseguir la variable  $\hat{M}(t)$  (Chackiel, 1979).

$$\hat{M}(t) = \hat{a} + \hat{\beta} M^s(t) \quad (9)$$

Y luego

$$\frac{F(t)}{TGF} = e^{-e^{\hat{M}(t)}} \quad (10)$$

Corrigiendo en la edad que tiene el hijo y al disgregar se conduce a la estructura ajustada. El demógrafo escocés William Brass buscó la forma de estandarizar la edad. La idea central del sistema está en no adjudicar rígidamente un modelo como representativo, sino buscar al máximo en los datos observados, la información disponible y a partir de ella, elaborar una tabla de mortalidad. Años después, Heather Booth aplicó la misma idea propuesta por Brass, pero con los datos de la fecundidad obteniendo una tabla única homóloga como la de la mortalidad la cual se representa en el cuadro 2.

**Cuadro 2**

*Tabla de estándares*

Edad	$M^s(t)$
20	0.6913
25	-0.0256
30	-0.7000
35	-1.4778
40	-2.6260
45	-4.8097

Fuente: Tabla tomada de Blacke (1965)

Pierce (1991) menciona que “en ocasiones los estándares seleccionados no son los indicados y conduce a trabajos insatisfactorios, esto sucede porque los parámetros  $\hat{a}$  y  $\hat{\beta}$  se alejan demasiado de 0 y 1 respectivamente, ya que se trataría de una distribución muy diferente a la observada”. Así que, una vez realizado el ajuste de las tasas específicas de fecundidad, se puede aplicar el modelo de doble logaritmo de la función de Gompertz para desagregar en edades individuales la estructura de la fecundidad, que se había trabajado por grupos quinquenales. Si se consideran las estructuras corregidas con los valores de  $\hat{M}(t)$  para  $t = 20, 25, 30, 35, 40$  y  $45$  y por su linealización se obtiene la siguiente relación.

$$\ln \left[ -\ln \frac{F(t)}{TGF} \right] = t \ln B + \ln(-\ln C)$$

La ecuación previa es una recta que tiene la siguiente forma como en (4).

$$M(x) = a_0 + \beta_0^x$$

Para obtener los valores de  $a_0$  y  $\beta_0$  se aplicaría el mismo procedimiento que  $a$  y  $\beta$

$$[M(t) = a + b M^s(t)].$$

En este caso, las ecuaciones que se plantean son:

$$\hat{M}_1(t) = a_0 + b_0 \hat{T}_1$$

$$\hat{M}_2(t) = a_0 + b_0 \hat{T}_2$$

Donde:

$$\hat{M}_1 = \frac{M(20) + M(25) + M(30)}{3} \quad \text{y} \quad \hat{M}_2 = \frac{M(35) + M(40) + M(45)}{3}$$

$$\bar{T}_1 = \frac{(20) + (25) + (30)}{3} = 25 \quad \text{y} \quad \bar{T}_2 = \frac{(35) + (40) + (45)}{3} = 40$$

Obteniendo  $P_1 = (\bar{T}_1, \hat{M}_1)$   $P_2 = (\bar{T}_2, \hat{M}_2)$ , evaluando los valores de  $a_0$  y  $\beta_0$ , estimados de la recta que pasa por esos puntos, la cual es:

$$\widehat{M}(x) - \overline{M_1} = \frac{\widehat{M_2} + \widehat{M_1}}{\overline{T_2} - \overline{T_1}} (T - \overline{T_1})$$

Donde:

$$a_0 = \widehat{M}(t) - \beta_0 \quad (11)$$

$$\beta_0 = \frac{\widehat{M_2} + \widehat{M_1}}{\overline{T_2} - \overline{T_1}}$$

En la ecuación (11) se sustituye  $t = 16, 17, 18, 19, \dots, 48, 49$  y  $50$  las cuales representan las edades en forma individual, por lo que se obtiene  $\widehat{M}(t)$  para dichas edades y empleando (10) se estiman los valores  $\frac{F(t)}{TGF}$  y conocida la tasa global de fecundidad se desagrega la  $\widehat{F}(t)$  para tener la estructura de edad de la fecundidad por edades individuales con la siguiente ecuación (Chackiel, 1979).

$$\widehat{f}(t) = \widehat{F}(t + 1) - F(t)$$

Otra de las aplicaciones que se tienen con este modelo es proyectar la estructura por edad de la fecundidad, observando la tendencia de los parámetros  $a, \beta$  a través del tiempo. La expresión que nos ayuda a obtenerla es:

$$\widehat{M}(t) = \widehat{a} + \widehat{\beta} M^s(t)$$

O con los parámetros  $a_0$  y  $\beta_0$  con base en la ecuación para diferentes momentos del tiempo se tiene:

$$M(ty) = a_0 + \beta_0^t$$

Para concluir con el modelo del doble logaritmo de la función de Gompertz, este sirve para realizar ajustes en la estructura por edades de la fecundidad. Sin embargo, el éxito que se tenga al aplicarlo dependerá de la adecuada estructura por edad estándar utilizada.

Existiendo una relación entre el nivel general de fecundidad y su distribución relativa por edad, explicando el vínculo y los parámetros  $\alpha$ ,  $\beta$ , ya que estos definen una estructura por edades de la fecundidad determinada a partir de una estructura estándar. Para poder realizar este proceso se analizaron los aspectos a través del tiempo de un país o región considerando las variaciones de la fecundidad y se consideró la siguiente expresión.

$$V(t) = \theta(t) + \gamma(t)V^s(t, t_s)$$

Donde:

t: momento o periodo t

$t_s$ : momento o periodo de la estructura estándar seleccionada

## 4. Resultados

En este apartado, se muestran los resultados obtenidos al aplicar el Modelo Matemático del Doble Logaritmo de la Función de Gompertz entre los años 2000, 2010 y 2015 al desarrollar una “conciliación demográfica” la cual consistió en analizar la evolución histórica de los niveles y tendencias de la fecundidad, seleccionando la fuente más adecuada para determinar la estructura por edad, así como también con el mismo modelo (Función de Gompertz) se implementó un método de corrección para los datos seleccionados para el trabajo y finalmente se eligió una serie histórica buscando que, fuera lo más consistente con la dinámica demográfica del pasado y que minimizara la diferencia entre los datos conciliados y los censados esto desarrollándolo en una proyección de las tasas específicas de fecundidad a partir de 2010 y sus quinquenios subsecuentes hasta 2050.

#### 4.1. Presentación de la información de fecundidad

Las tasas usadas en este trabajo fueron las específicas de fecundidad (TEF) y las globales de fecundidad (TGF). Estos indicadores se extrajeron de los Censos de Población y Vivienda (INEGI 2000 y 2010), así como de la Encuesta Intercensal (INEGI, 2015).

El estudio se desarrolló a nivel nacional y por entidad federativa. Se decidió solo mostrar los resultados para cuatro entidades del país y a nivel nacional. La selección de los estados se realizó con base en la tasa global de fecundidad del año 2000. Se escogieron dos estados en donde el indicador tenía mayores valores (Guerrero y Chiapas) y dos con los menores valores (Ciudad de México (CDMX)<sup>12</sup> y Nuevo León).

#### Cuadro 3

*Tasas globales de fecundidad por entidad federativa en México, 2000*

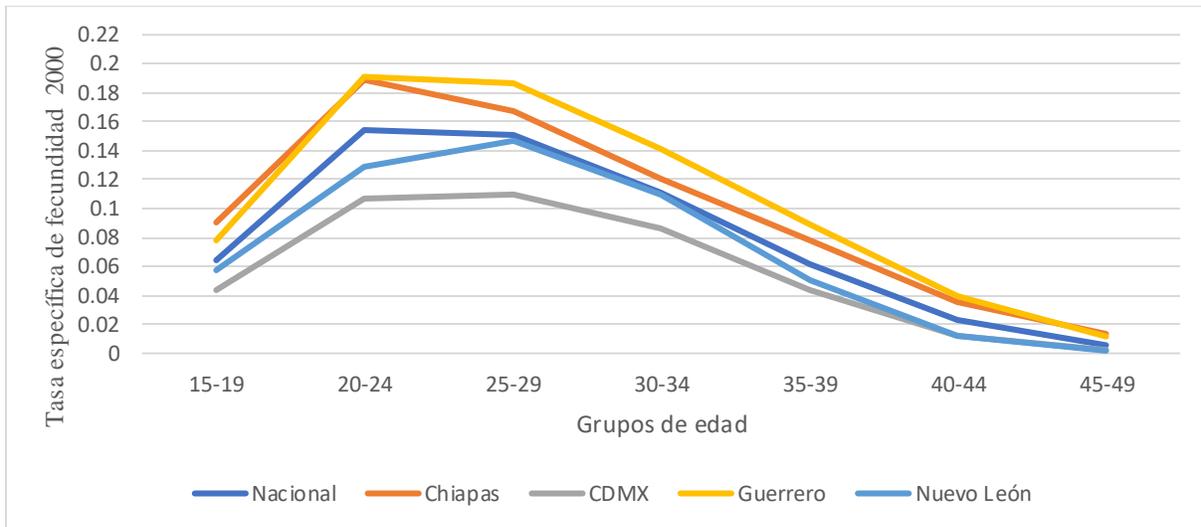
Entidad Federativa	Tasa Global de Fecundidad	Entidad Federativa	Tasa Global de Fecundidad
<b>Ciudad de México</b>	<b>2.0254</b>	Baja California	2.9518
<b>Nuevo León</b>	<b>2.5342</b>	Nayarit	2.9565
Colima	2.6232	Tlaxcala	2.9620
Tamaulipas	2.6370	Jalisco	2.9685
Veracruz	2.6880	Quintana Roo	2.9812
Morelos	2.7098	Querétaro	2.9816
México	2.7135	Durango	3.0704
Coahuila	2.7244	Aguascalientes	3.1505
Baja California Sur	2.7385	Puebla	3.1634
Tabasco	2.7780	Zacatecas	3.1901
Yucatán	2.7988	Michoacán	3.2203
Hidalgo	2.8070	San Luis Potosí	3.2388
<b>Nacional</b>	<b>2.8583</b>	Oaxaca	3.2538
Sonora	2.8675	Guanajuato	3.3299
Campeche	2.8812	<b>Chiapas</b>	<b>3.4749</b>
Chihuahua	2.8996	<b>Guerrero</b>	<b>3.6861</b>
Sinaloa	2.9198		

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

<sup>12</sup> Antes de la publicación del diario oficial de la federación del día 29 de febrero de 2016 se llamaba Distrito Federal, actualmente es Ciudad de México. Por tal motivo es usado el nombre oficial vigente.

A continuación, se presentan las tasas específicas de fecundidad y tasas globales de fecundidad de los estados seleccionados y a nivel nacional<sup>13</sup>. Se observa en el gráfico 1 que las tasas específicas de fecundidad del año 2000 son heterogéneas entre los grupos de edad en cada una de las entidades seleccionadas. Por ejemplo, en Chiapas por cada 1000 mujeres de 15 a 19 años, 90 han tenido un hijo mientras en la Ciudad de México han sido 44, esto se observa entre los diferentes grupos de edad y entre sus entidades. Se destaca en el gráfico 1, la similitud entre los estados de Chiapas y Guerrero por lo menos en los grupos de edad de 20 a 24 años.

**Gráfica 1**  
*Tasas específicas de fecundidad, 2000*



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

<sup>13</sup> Los datos de las tasas específicas de fecundidad y tasas globales de fecundidad se encuentran en Anexo 1.1 para su consulta.

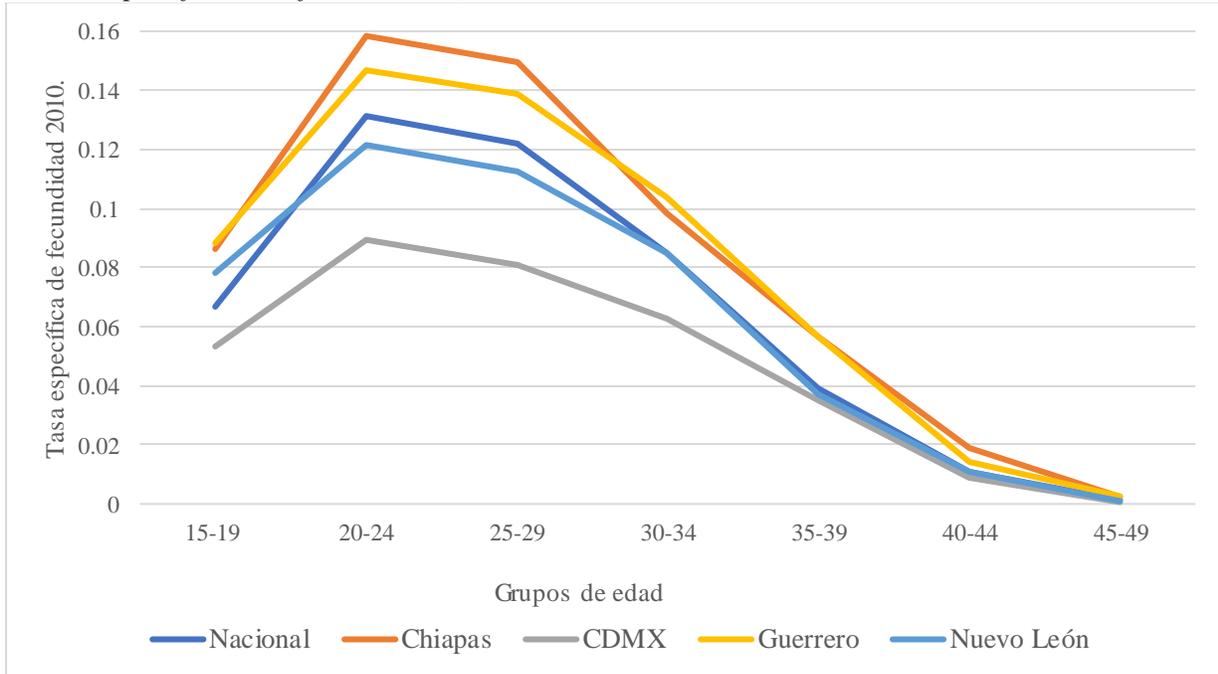
Para la gráfica 2, el comportamiento refleja un descenso paulatino en general de sus valores de la tasa específica de fecundidad, y por consecuente de la tasa global de fecundidad para el año 2010, esto realiza una paridad con una diferencia de 10 años, con respecto al anterior Censo de Población y Vivienda del año 2000.

Un dato que resaltar es que, con la información del año 2000, la entidad guerrerense presentó la tasa global de fecundidad más alta en todo el país en comparación con la información del 2010 donde Chiapas se posicionó en el primer puesto.

Es importante señalar antes de comenzar el análisis que la brecha entre Ciudad de México (CDMX) y los demás estados seleccionados es mayor, lo que plantea la interrogante sobre qué factores estarán determinando esas tendencias y por qué no se han establecido en los otros estados, esta premisa se estará abordando en el apartado de conclusiones ya con los resultados del modelo.

## Gráfica 2

### Tasas específicas de fecundidad, 2010

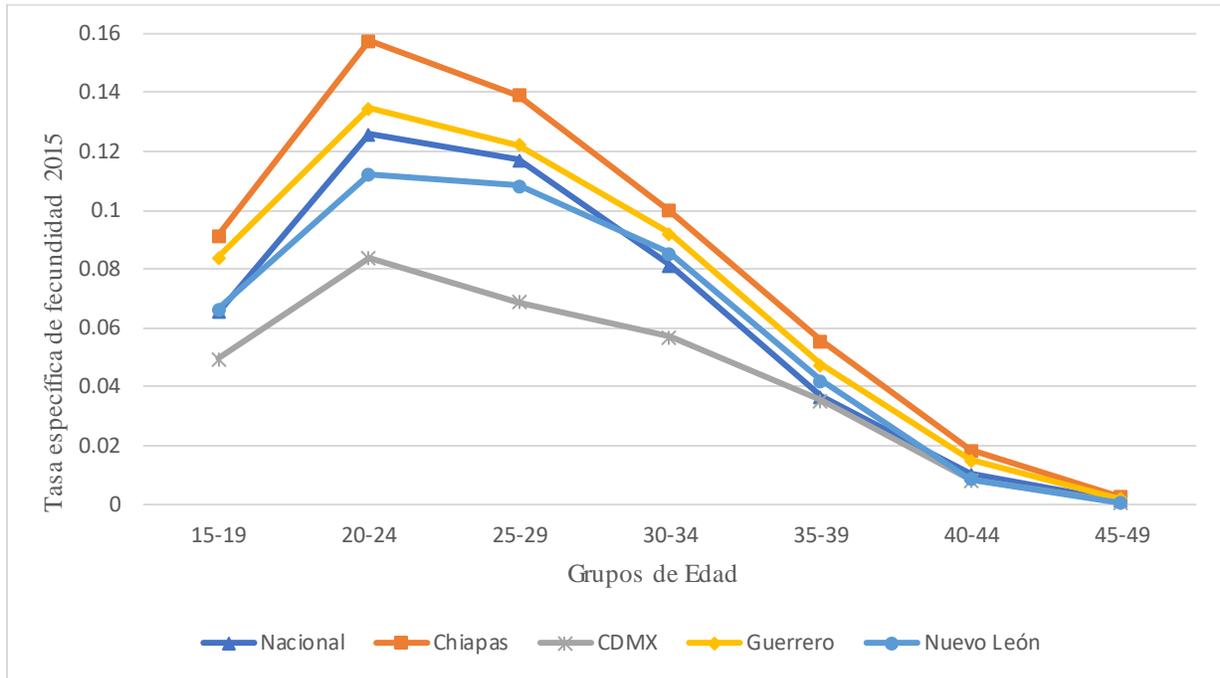


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censos de Población y Vivienda, 2010.

En la gráfica 3 se representan los datos del año 2015. La tendencia baja prevalece en la Ciudad de México (CDMX). La semejanza en su comportamiento del estado de Nuevo León al compararlo a nivel nacional nos hace plantear la interrogante si el momento de transición de fecundidad de estos dos estados viven momentos similares. La apertura que marca los datos del año 2015 en el estado de Chiapas refleja el rezago que empezaba a producirse en comparación con las demás entidades.

### Gráfica 3

#### Tasas específicas de fecundidad 2015



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Encuesta Intercensal, 2015.

#### 4.2. Desarrollo del modelo función del doble logaritmo de la Función de Gompertz

En este apartado se presentan los resultados de aplicar el modelo del Doble Logaritmo de la Función de Gompertz, se buscó una óptima función estándar que permitiera efectuar la desagregación de la función acumulada y finalmente realizar la proyección con el mismo modelo.

Un aspecto fundamental que se tiene que tomar en cuenta cuando se trabaja con datos censales es su corrección, por lo que es necesario efectuar técnicas para mitigarlo. En este trabajo, se ajustó la estructura de la fecundidad por edad de los datos presentados aplicando el modelo del Doble Logaritmo de la Función de Gompertz como un método de suavización y ajuste. El éxito que se tenga en el ajuste de la estructura por edad dependerá de un correcto patrón estándar que se elija (Mina Valdés, 1982).

#### **4.2.1. Elección patrón estándar**

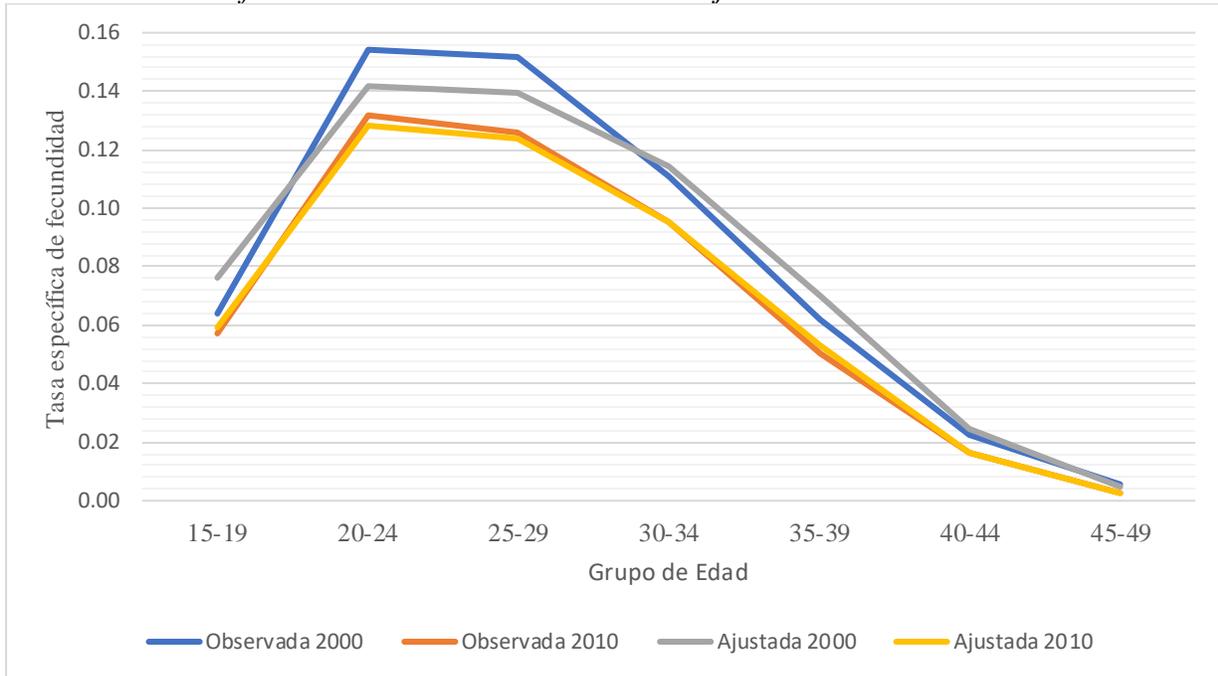
La elección del patrón estándar para este trabajo fue utilizar una estructura reciente de la fecundidad mexicana dejando de lado la idea de lo propuesto por Brass como se mencionó en el cuadro (1) donde como comenta Chackiel (1979) puede caer en trabajos poco satisfactorios.

La gráfica 4 expone los resultados a nivel nacional al aplicar el modelo Doble Logaritmo de la Función de Gompertz y variándolo en los distintos años estudiados (2000, 2010 y 2015), esta gráfica ayuda para encontrar la estructura de la fecundidad más adecuada para la información propuesta. De acuerdo con las pruebas realizadas, se determinó que el mejor ajuste fue utilizar como estándar la estructura de fecundidad mexicana del año 2015, tanto en edades centrales, como en las edades extremas. El soporte de la elección consistió en probar diversas estructuras a los datos propuestos y la selección se enfocó a que fue el que mejor se ajustó con la información censal esta comparación se muestra en la gráfica 4.

La información de la encuesta intercensal del 2015 es la más precisa, por lo que su comportamiento en la gráfica 4 es más acorde al año 2010 donde se comporta aceptablemente en comparación con la tendencia del 2000; sin embargo, a nivel estatal la calidad de la información baja considerablemente.

## Gráfica 4

### *Estructura de la fecundidad observada contra la ajustada a nivel nacional*



Nota: Las gráficas son con respecto al año 2015 el cual se eligió como patrón estándar.

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

### 4.2.2. Verificación de supuestos

El modelo de la Función de Gompertz se basa en la linealidad de sus parámetros, su finalidad al ajustar las tasas de fecundidad con funciones matemáticas es transformar el conjunto de información básica, como son los indicadores en una serie de medidas que resuman y permitan comprender el desenvolvimiento de la fecundidad.

La verificación de los supuestos será importante, puesto que con ello tendremos la certeza de que los puntos enlistados por el método se cumplan, teniendo mayor eficiencia al momento de su aplicación.

El cálculo se llevó a cabo realizando el doble logaritmo de la estructura de la fecundidad acumulada  $F(t)$ , así como las variables,  $M_o(t)$  y  $\widehat{M}(t)$  empleando como base el patrón estándar del año 2015.

La validación consistió comprobar que existiera una relación lineal entre  $M_o(t)$  y  $\widehat{M}(t)$ . Estos cálculos se exponen en la gráfica 5 a nivel nacional, así como en los cuatro estados elegidos para este análisis y para los datos del Censo de Población y Vivienda 2000 – 2010, así como la Encuesta Intercensal 2015.

Lo que se observa en la gráfica 5 al hacer una exploración de manera visual es que la linealidad de patrón estándar  $\widehat{M}(t)$  de los datos de la Encuesta Intercensal 2015 es aceptable para aplicar el modelo al ser comparada con los datos de los valores del Censo de Población y Vivienda 2000 - 2010, tanto a nivel nacional como en los estados (Ciudad de México, Nuevo León y Guerrero).

El comportamiento más errático se refleja en el estado de Chiapas. El motivo por el cual dicha tendencia radica en el proceso de transición de fecundidad tardía que está viviendo, así como las variaciones que tiene la entidad sureña en los últimos años. Este punto es importante, ya que nos hace suponer que este modelo funciona solo con ciertos momentos de transición y no tiene la misma efectividad con todos los estados.

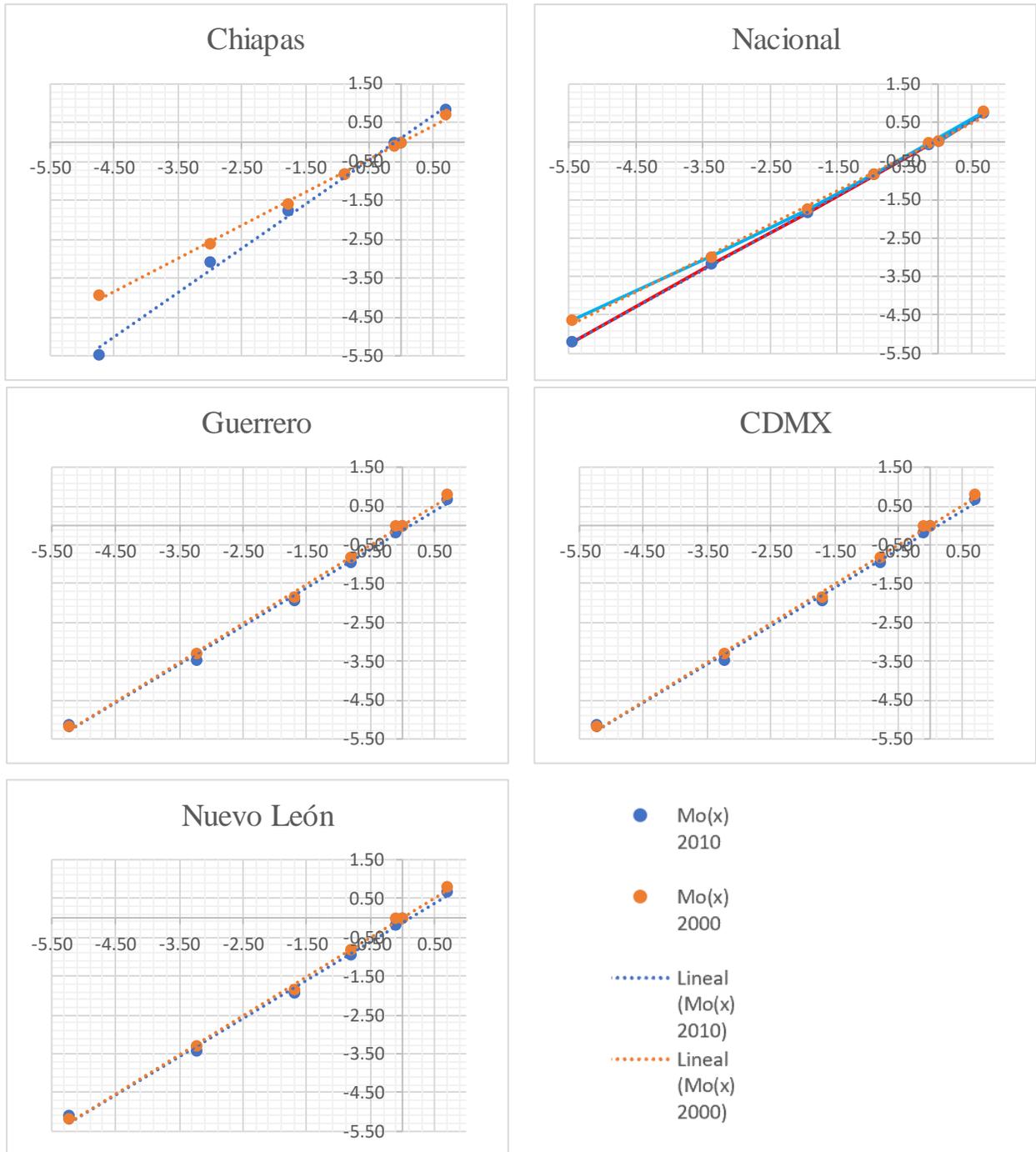
Al aplicar la función de Gompertz con la estructura acumulada reflejada en la gráfica 5 cumple el punto de linealidad adecuadamente, derivado a que se logrará asimilar su patrón de comportamiento, por tanto, debería poder predecir lo que sucederá en el futuro. Sin embargo, tal predicción sería válida siempre y cuando las condiciones no cambiaran<sup>14</sup> (Mina Valdés, 1982).

---

<sup>14</sup> Los cálculos de  $M_o(t)$ ,  $M_s(t)$  y la estructura de fecundidad acumulada 2000,2010 y 2015 se encuentran en Anexo 1.2 para su consulta.

### Gráfica 5

Estructura de fecundidad acumulada, doble logaritmo, 2000 y 2010



Nota: Las gráficas son con respecto al año 2015 el cual se eligió como patrón estándar.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de población y Vivienda 2000, Censos de población y vivienda 2010, Encuesta intercensal del 2015.

### 4.2.3. Interpretación de los parámetros $\alpha$ y $\beta$

Por la relevancia que hay al comprender el significado de  $\alpha$  y  $\beta$  se destinará un apartado para explicar los parámetros más a detalle citando a Chackiel (1979), principal impulsor de la teoría, donde menciona que el modelo.

$$\hat{M}(t) = \alpha + \beta Ms(t), \alpha \text{ y } \beta$$

Son parámetros que se encargan de diferenciar la estructura del estándar.

El parámetro  $a$  representa la diferencia en la edad media de la fecundidad, tanto que el parámetro  $\beta$  está vinculado con la dispersión de las tasas de fecundidad por edades.

Esto se entiende por:

$a < 0$  Edad media de la fecundidad menor que la estándar.

$a > 0$  Edad media de la fecundidad mayor que la estándar.

$\beta > 1$  Mayor concentración de las tasas de fecundidad por edades.

$\beta < 1$  Menor concentración de las tasas de fecundidad por edades (Chackiel, 1979).

Estos parámetros son fundamentales para el modelo, ya que como lo entiende Sauri (1987) permiten visualizar la consistencia de la información de acuerdo con una interpretación de los datos y así hacer un análisis intuitivo de forma visual de las cifras arrojadas, por lo que se vuelve una cualidad del modelo que a lo largo de este trabajo se tratará de explotar.

La vinculación entre los dos parámetros es producto del nivel de la fecundidad y su estructura, esta situación origina diversas combinaciones entre ellas.

$a > 0$  y  $\beta > 1$  Escenario considerado bajo al estándar.

$a < 0$  y  $\beta < 1$  Escenario en un nivel más elevado de lo esperado.

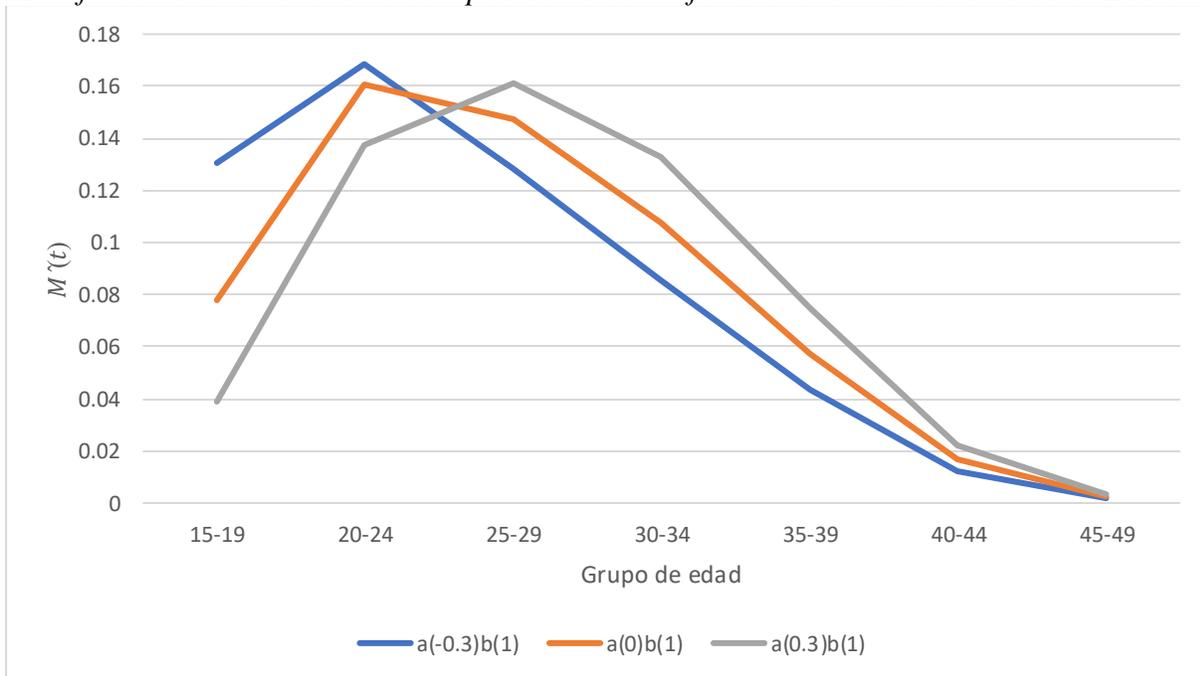
Se hará un ejercicio con el objetivo de ejemplificar los casos expuestos y cómo se comportan gráficamente. Se tomarán los datos a nivel nacional del Censo de Población y Vivienda del 2000 tomando el nivel ( $TGF=2.85$ ) y la estructura de fecundidad de México del 2000 ajustada, dejando  $\beta = 1$  constante y variando  $\alpha$ .

En la gráfica 6 podemos verificar que, si variamos  $\alpha$  y dejamos constante  $\beta$ , la tendencia indica un recorrido muy ligero hacia la derecha, lo último expuesto se acentúa más en las edades de 20 a 25 años, donde se concentra más la fecundidad y se tiene más comportamiento errático.

Este punto al trasladarlo al momento de la aplicación suele ser ventajoso debido a que visualizas los valores y puedes hacer una aproximación más acertada teniendo en cuenta el comportamiento de las variables  $\alpha$  y  $\beta$ .

### Gráfica 6

*Modificaciones a la estructura por edad de la fecundidad a nivel nacional 2000*



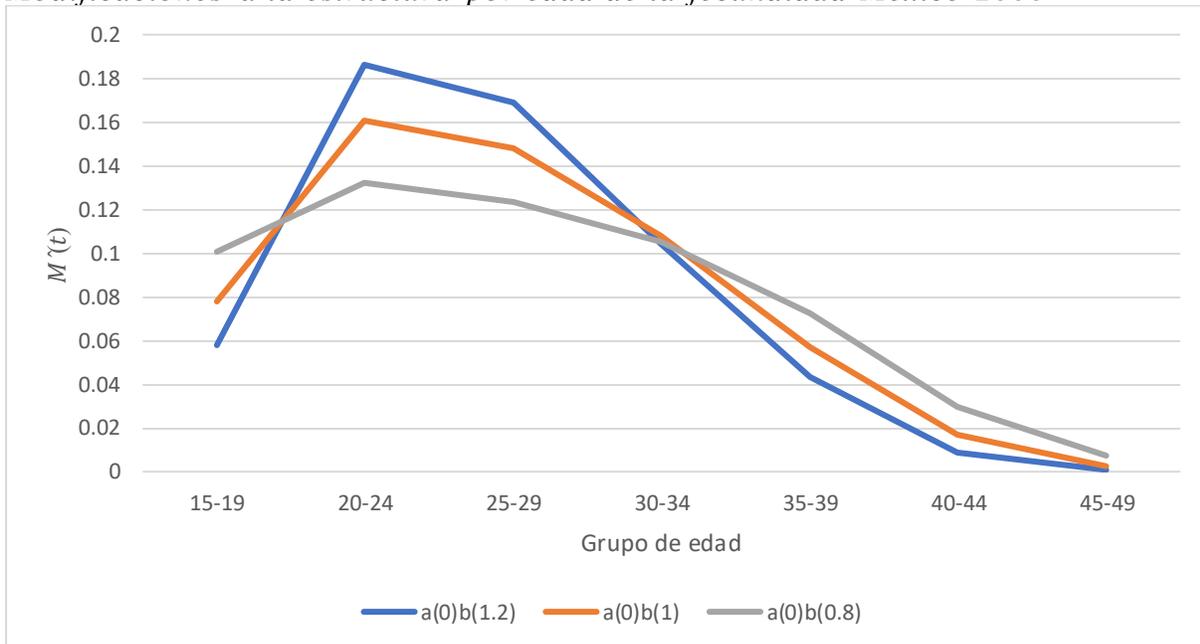
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de población y Vivienda 2000, Censos de población y vivienda 2010, Encuesta intercensal 2015.

De manera análoga, el caso opuesto, tomando los datos a nivel nacional del Censo de Población y Vivienda del año (2000) considerando la tasa global de fecundidad a 2.85 y la estructura de fecundidad de México del 2000 ajustada, dejando  $\beta$  variando y constante  $\alpha = 1$ .

En este segundo caso, las variables que se tomaron en cuenta fueron variar  $\beta$  y  $\alpha$  es constante. En la gráfica 7 se observa que el comportamiento tiende a subir o bajar muy ligeramente la tendencia, por lo que con esta información podemos ver que tanto varían las tendencias conforme pasa el tiempo.

### Gráfica 7

*Modificaciones a la estructura por edad de la fecundidad México 2000*



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de población y Vivienda 2000, Censos de población y vivienda 2010, Encuesta intercensal 2015.

“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 con la estructura estándar, se dé la combinación de un  $\beta > 0$  con  $\alpha < 0$ ; muestras que si es más alta se esperaría un  $\beta < 0$  con  $\alpha > 0$ .

Esto sería una regla general que permitiría estudiar la coherencia de la información de un país que experimenta cambios en sus niveles de fecundidad, pero si se consideran combinaciones distintas de las descritas podría complicarse la observación (Chackiel, 1979).

#### **4.2.4. Obtener los parámetros $\alpha$ y $\beta$**

En este apartado se presenta la aplicación de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  a la información de los datos del Censo de Población y Vivienda 2000 y 2010 así como la Encuesta Intercensal 2015 a la ecuación (7) con la finalidad de conseguir los parámetros requeridos.

El ajuste utilizó seis puntos, se graficaron los valores de  $\widehat{M}(t)$ , eje de las abscisas, y  $M_0(t)$ , en el eje de las ordenadas, a través del método de promedios. Los cálculos se realizaron a nivel nacional, así como en los cuatro estados seleccionados Chiapas, Ciudad de México, Guerrero y Nuevo León. Los cálculos dieron pie al Cuadro 4 donde se analizó el año 2015 donde se obtuvo  $\beta$  igual a 1 y  $\alpha$  igual a 0 en todos los estados, así como a nivel nacional. Esto debido a que este año se eligió como patrón estándar para los demás años.

Para ejemplificar los parámetros dados en el apartado anterior podemos considerar la Ciudad de México donde se cuenta con la variable  $\alpha$  menor a cero (-0.1154) así como  $\beta$  mayor a uno (1.0041) si consideramos el año 2010, aplicando lo dicho por Chackiel nos indica que la estructura está por debajo del estándar. Esto pudiendo ser una forma de comprobar intuitivamente que el país tiene distintos ritmos de transición de fecundidad de acuerdo a cada uno de los estados que se quiera analizar.

#### Cuadro 4

##### Obtención de parámetros $\alpha$ y $\beta$

Parámetro	Entidad Federativa					
	Nacional			Chiapas		
	2000	2010	2015	2000	2010	2015
y1	-0.0306	-0.0595	-0.1302	0.3510	0.0055	-0.0818
y2	-3.1190	-3.4108	-3.5828	-2.7194	-3.4395	-3.1576
x1	-0.1302	-0.1302	-0.1302	-0.0818	-0.0818	-0.0818
x2	-3.5828	-3.5828	-3.5828	-3.1576	-3.1576	-3.1576
$\beta$	0.0860	0.0670	1.0000	0.4326	0.0971	1.0000
$\alpha$	0.8945	0.9707	0.0000	0.9982	1.1201	0.0000

Parámetro	Entidad Federativa					
	Guerrero			Nuevo León		
	2000	2010	2015	2000	2010	2015
y1	0.5683	0.0088	-0.0837	0.4887	-0.1086	-0.0524
y2	-2.7771	-3.3192	-3.2676	-3.7454	-3.2784	-3.8367
x1	-0.0837	-0.0837	-0.0837	-0.0524	-0.0524	-0.0524
x2	-3.2676	-3.2676	-3.2676	-3.8367	-3.8367	-3.8367
$\beta$	0.6563	0.0963	1.0000	0.5474	-0.0647	1.0000
$\alpha$	1.0507	1.0453	0.0000	1.1189	0.8376	0.0000

Parámetro	Entidad Federativa		
	CDMX		
	2000	2010	2015
y1	0.5054	-0.1671	-0.0514
y2	-3.4444	-3.5044	-3.3752
x1	-0.0514	-0.0514	-0.0514
x2	-3.3752	-3.3752	-3.3752
$\beta$	0.5665	-0.1154	1.0000
$\alpha$	1.1883	1.0041	0.0000

Nota: Las gráficas son con respecto al año 2015 el cual se eligió como patrón estándar.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de población y Vivienda 2000, Censos de población y vivienda 2010, Encuesta intercensal 2015.

#### 4.2.5. Ajustes de la estructura de la fecundidad

Ya tenemos todos los elementos para poder aplicar el modelo de la fecundidad de Gompertz, ajustando la estructura por edad de la fecundidad observada mediante la relación (5).

$$\widehat{M}(t) = \alpha + \beta Ms(t) \quad (5)$$

Para obtener los valores de  $\widehat{M}(t)$  (en este trabajo, la estructura de la fecundidad acumulada en México 2015) se obtuvieron los parámetros ( $\alpha$  y  $\beta$ ), se pueden estimar los  $M_o(t)$  ajustados ( $\widehat{M}(t)$ ).

La gráfica 8 se obtuvo al comparar la variable  $\widehat{M}(t)$  la cual se armó a partir de la ecuación (5) de los datos del patrón estándar del año 2015, así como la información de datos  $M(t)$  2000 y  $\widehat{M}(t)$  2010.

Al analizar los gráficos notamos que a nivel nacional la distribución de los valores  $\widehat{M}(t)$  de los años 2000 y 2010 se ajusta adecuadamente y arroja una tendencia lineal salvo en el último grupo de edad 40-45 donde ya hay un descenso marcado.

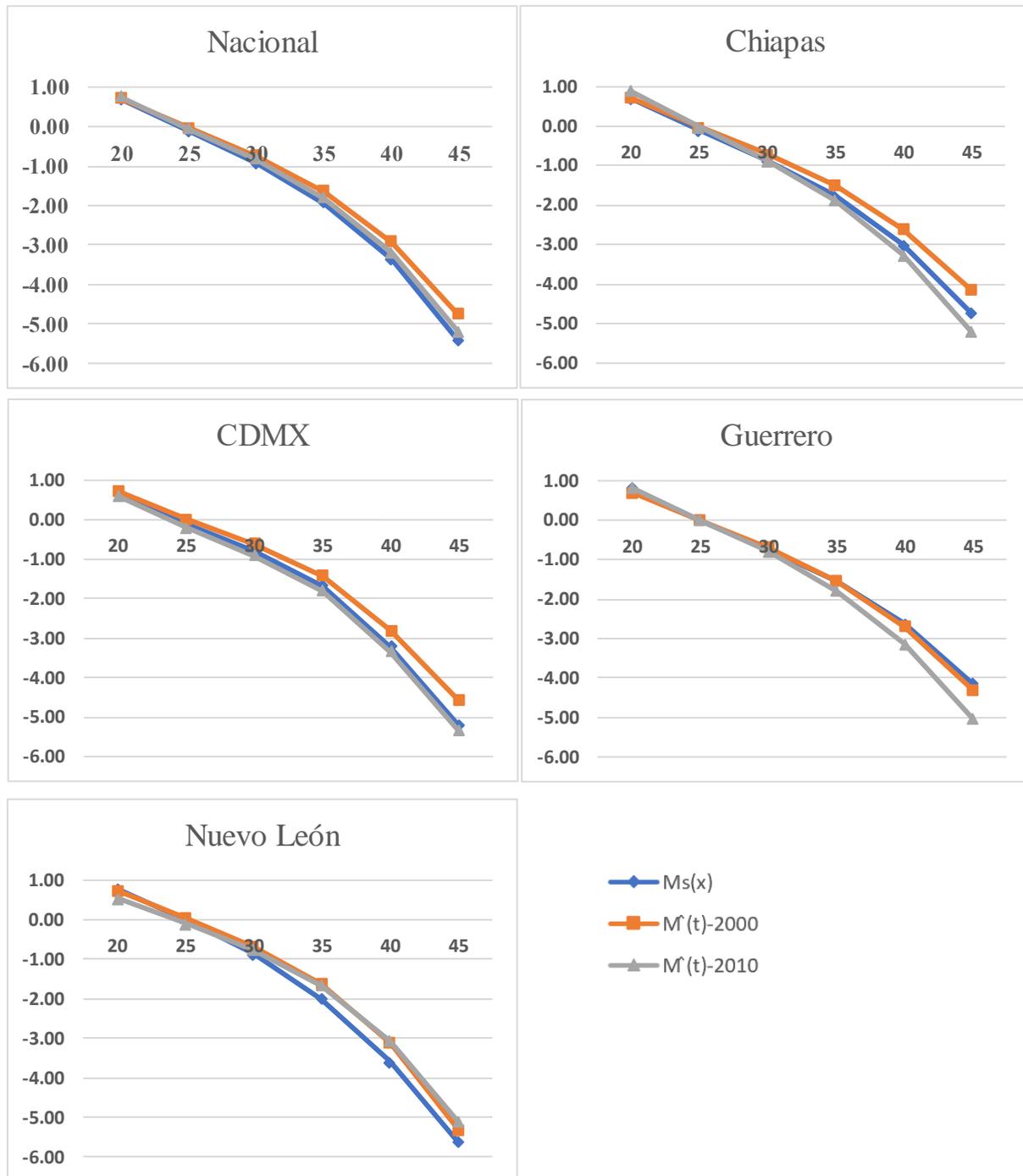
Con dos casos similares se encuentran Chiapas y Guerrero, en contraparte con la Ciudad de México y Nuevo León donde el descenso se empieza a visualizar en los grupos de edad 30-35 teniendo un recorrido de grupo de edad con baja de fecundidad<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> Los cálculos de la distribución  $\widehat{M}(t)$  para el 2000,2010 a nivel nacional, así como en los estados Chiapas, Ciudad de México (CDMX), Guerrero y Nuevo León se encuentran en Anexo 1.3 para su consulta.

### Gráfica 8

Distribución de los valores  $\hat{M}(t)$  para los años 2000 y 2010



Nota: Las gráficas son con respecto al año 2015 el cual se eligió como patrón estándar.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de población y Vivienda 2000, Censos de población y vivienda 2010, Encuesta intercensal del 2015.

De acuerdo con los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , se muestra que todos los estados e inclusive a nivel nacional su comportamiento indica descender.

También se puede apreciar en la gráfica 8 que cada entidad tiene su propio ritmo de caída de fecundidad, esto puede ser predecible porque cada estado es afectado por distintas variables llamadas intermedias las cuales influyen en una población.

Un dato relevante que se observa es que la fecundidad acumulada en la Ciudad de México y Nuevo León está por debajo del promedio, esto se puede apreciar en la tendencia  $M_s(t)$  de cada estado.

El estado que sigue con una fecundidad alta de acuerdo con la información presentada inicialmente es Chiapas, donde la tendencia  $\widehat{M}(t)$  está por arriba, en contraste con el estado de Guerrero, el cual percibe un descenso de fecundidad marcado.

Todos estos análisis son simplemente visualizando los parámetros e interpretándolos por lo que podemos subrayar dentro de los cálculos una de las ventajas mencionadas por parte del método propuesto y un diferenciador con los otros modelos matemáticos.

#### 4.2.6. Obtener los valores $\alpha_0$ y $\beta_0$

Análogamente cómo se obtienen los valores de  $\beta$  y  $\alpha$  se sacaron los parámetros  $\beta_0$  y  $\alpha_0$ , ajustando los seis puntos  $\widehat{M}(t)$  por el método de promedios para los periodos analizados.

$$\text{Donde} \quad M1_0 = \frac{M(20)+M(25)+M(30)}{3} \quad \text{y} \quad M2_0 = \frac{M(35)+M(40)+M(45)}{3}$$

$$\bar{X}1_0 = \frac{20+25+30}{3} = 25 \quad \text{y} \quad \bar{X}2_0 = \frac{35+40+45}{3} = 40$$

El cuadro 5 presenta los cálculos  $M_{20}(x)$  y  $M_{10}(t)$  a nivel nacional, así como por estados seleccionados Ciudad de México, Chiapas, Guerrero y Nuevo León con los puntos medios  $\bar{X}_{10}$  y  $\bar{X}_{20}$  estimando la recta que pasa por ellos obteniendo  $\alpha_0$  y  $\beta_0$  los cuales nos ayudarán para evaluar y poder sacar la desagregación individual.

**Cuadro 5**  
*Obteniendo los valores  $\alpha_0$  y  $\beta_0$  del año 2000 y 2010*

Parámetros	Entidad Federativa									
	Nacional		Chiapas		CDMX		Guerrero		Nuevo León	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
$M_{20}(t)$	0.0306	0.0595	0.351	0.0055	0.5054	0.1671	0.5683	0.0088	0.4887	0.1086
$M_{10}(t)$	-3.119	3.4108	-2.7194	3.4395	-3.4444	3.5044	-2.7771	3.3192	-3.7454	3.2784
$\alpha_0$	5.1169	5.5261	5.4683	5.7473	7.0884	5.3952	6.1439	5.5555	7.5456	5.1743
$\beta_0$	-0.2059	0.2234	-0.2047	0.2297	-0.2633	0.2225	-0.223	0.2219	-0.2823	0.2113

Nota: Las gráficas son con respecto al año 2015 el cual se eligió como patrón estándar.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de población y Vivienda 2000, Censos de población y vivienda 2010, Encuesta intercensal 2015.

#### 4.2.7. Descripción de la estructura de la fecundidad por edades

La población mexicana está determinada por cambios a largo plazo, afectados por variables demográficas; características que explican los altos índices de fecundidad y mortalidad que ha experimentado México hace más de 50 años, y el paulatino descenso que está inmerso en la actualidad (Zavala de Cosío M. , 1992).

Uno de los puntos más destacados es la evolución que ha tenido las políticas de población en nuestro país, al tratar de detallar los diferentes componentes y variables que pueden afectar (Zavala de Cosío M. , 1992).

Por lo que el desagregar la edad se vuelve relativo al fin de ser más minucioso en este rubro y así poder analizar de manera refinada las tendencias con base en su edad simple.

Uno de los temas más representativos en la demografía es la fecundidad adolescente, problemática actual que está enfrentando México; el desagregar la estructura es un componente que podríamos profundizar su análisis, en qué edad están teniendo las mujeres su primer hijo y conocerlo en una tendencia a un futuro.

Una vez más la flexibilidad del modelo es evidente, sin embargo, queda fuera de los objetivos propuestos al principio del trabajo el ahondar en su causalidad, solo nos enfocaremos al aplicar el modelo y describir sus tendencias.

#### **4.2.8. Desagregación a edades individuales**

Tomando la ecuación  $\hat{M}(t) = \beta + \alpha(t)$  para  $t = 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, \dots, 48, 49$  y  $50$  se estimó los valores de  $\hat{M}(t)$  para dichas edades; empleando la ecuación  $\frac{F(t)}{TGF}$ .

En la gráfica 9 se presentan las tasas específicas de fecundidad a edades individuales de los años 2000 y 2010 con respecto al patrón estándar 2015.

La gráfica a nivel nacional se asemeja aceptablemente con las variables  $f(t)$  2000 en contraste  $f(t)$  2010 esto refleja que el descenso al pasar una década ha sido paulatino y se observa un recorrido muy ligero hacia la izquierda

El estado de Chiapas indica que las tendencias sufrieron una marcada modificación del calendario ya que hay un recorrido a la izquierda del 2000 al 2010, por lo que la edad de las mujeres chiapanecas embarazadas se visualiza a ser menor.

En la capital del país se observa que las tendencias sufrieron una marcada modificación del calendario ya que hay un recorrido a la izquierda del 2000 al 2010, la edad de las mujeres de la capital embarazadas tenderá a ser menor por lo que la fecundidad adolescente se mantiene y su descenso en una década es paulatino.

La situación de Guerrero destaca ya que el descenso en los años 2000 al 2010 es evidente en el trabajo siendo elegido originalmente por su alta fecundidad y terminando el estudio como un decremento destacado.

También como los dos estados anteriores hubo una modificación de calendario ya que hay un recorrido a la izquierda del 2000 al 2010, la edad de las mujeres guerrerenses embarazadas tenderá a ser menor y la fecundidad adolescente se vislumbra a mantenerse.

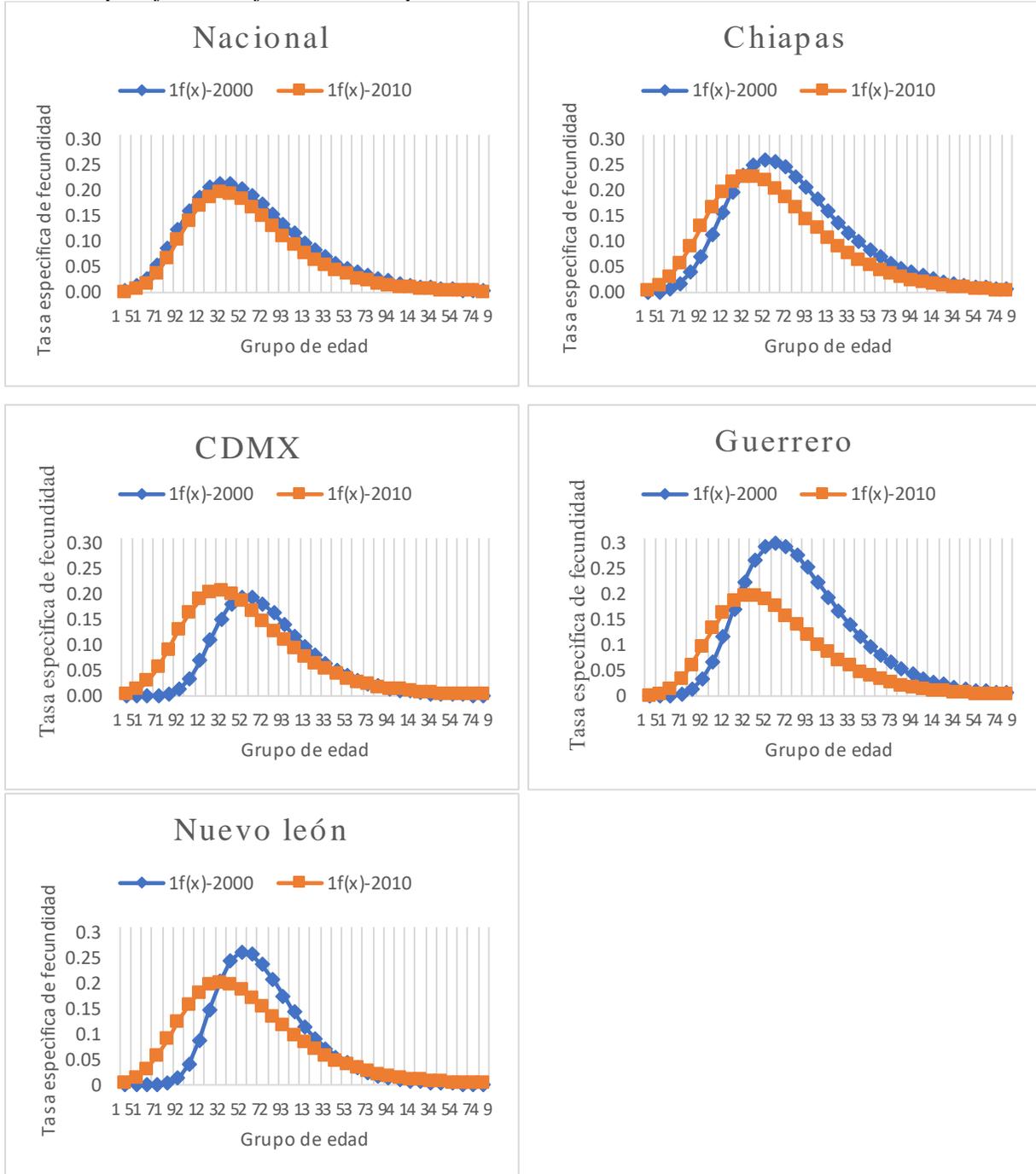
Al norte del país, en Nuevo León hay un descenso también plausible acompañado de una modificación de calendario detectado por un recorrido a la izquierda del 2000 al 2010, la edad de las mujeres embarazadas tenderá a ser menor por lo que la fecundidad adolescente se vislumbra en su conservación.

Lo que se visualiza de manera general es que el descenso de la fecundidad está ocurriendo en todos los estados seleccionados, como también a nivel nacional, por lo que con este supuesto partiremos para aplicar la proyección de población.

La modificación del calendario es otra variable importante por destacar, ya que en todos los estados y a nivel nacional se presenta una fecundidad a menor edad. Siendo uno de los problemas actuales que se está presentando en el país y que el Gobierno tendrá que poner más atención en las siguientes decisiones o reformas políticas relacionadas al crecimiento y desarrollo de la población, así como en el área de salud sexual y reproductiva.

## Gráfica 9

Tasas específicas de fecundidad, por edades individuales



Nota: Las gráficas son con respecto al año 2015 el cual se eligió como patrón estándar.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de población y Vivienda 2000, Censos de población y vivienda 2010, Encuesta intercensal del 2015.

### **4.3. Aplicación del modelo de proyección**

La fecundidad es un componente demográfico el cual se puede manifestar a través de la estructura por edad de una población. Algunos indicadores que sirven para expresar esta relación son la tasa específica de fecundidad, así como la tasa global de fecundidad (Mina Valdés, 1982).

Por lo tanto, proyectar la estructura de la fecundidad por edades es una herramienta útil de información para la formulación de políticas de población y en particular de los Programas de Planificación Familiar y Vivienda (Mina Valdés, 1982).

En este trabajo se aplicó el modelo de la Función de Gompertz mediante las ideas de Juan Chackiel para hacer las proyecciones de las tasas específicas de fecundidad.

El intervalo que se escogió para hacer dichas proyecciones fue del 2010 al 2050, donde se buscó describir sus tendencias y la estructura por edad de la fecundidad esto con la finalidad de tener más detalle de su posible comportamiento, interpretando los componentes de la función al pasar de los años.

La información censal que se utilizó como base histórica fueron las proyecciones de población del año 2010 hasta el 2050 de CONAPO a nivel nacional, así como en los cuatro estados que se venía trabajando CDMX (Ciudad de México), Guerrero, Chiapas y Nuevo León.

Para las proyecciones realizadas se usó la estructura estándar del año 2050 aplicando el ajuste de la estructura de fecundidad por edades y la desagregación de grupos de edades quinquenales a edades individuales, ya que, al ser un procedimiento similar al visto en el apartado anterior se tomó todos los parámetros de validación otorgando un aceptable ajuste con los datos evaluados por lo que será nuestro patrón estándar seleccionado.

#### **4.3.1. Presentación de la información**

En la gráfica 10 se representan las proyecciones de las tasas específicas de fecundidad del 2010 al 2050 en un intervalo quinquenal que se tomaron como base para este trabajo las cuales se sacaron de la información que arroja CONAPO

Se muestran a nivel nacional, así como por los estados seleccionados para el análisis los cuales son Chiapas, Ciudad de México (CDMX), Guerrero, Nuevo León.

En el año 2010 es a donde parte nuestro análisis donde Guerrero y Chiapas son los que se posicionan con valores de alta fecundidad. El grupo de edad 20-24 es el que más aporta a este concepto de manera general, siendo la Ciudad de México la que se separa del resto al manejar niveles muy bajos comparándolo con el resto.

El último año de análisis para este trabajo es el año 2045 en un intervalo quinquenal. El marcado descenso que tendrán todas las entidades incluyendo el nacional en la tasa específica de fecundidad sobresale. Sin embargo, el comportamiento de cada estado se analizará dentro de este trabajo.

Chiapas seguirá estando en la posición de más fecundidad; además, Guerrero Nuevo León y Nacional homologarán sus tendencias y Ciudad de México continuará aislado del resto con la fecundidad más baja.

El procedimiento que se trabajó fué tomar las proyecciones del 2010 al 2050 de las tasas específicas de fecundidad como base y aplicarles un método de corrección de datos para ajustar la información con la finalidad de mejorar nuestros datos.

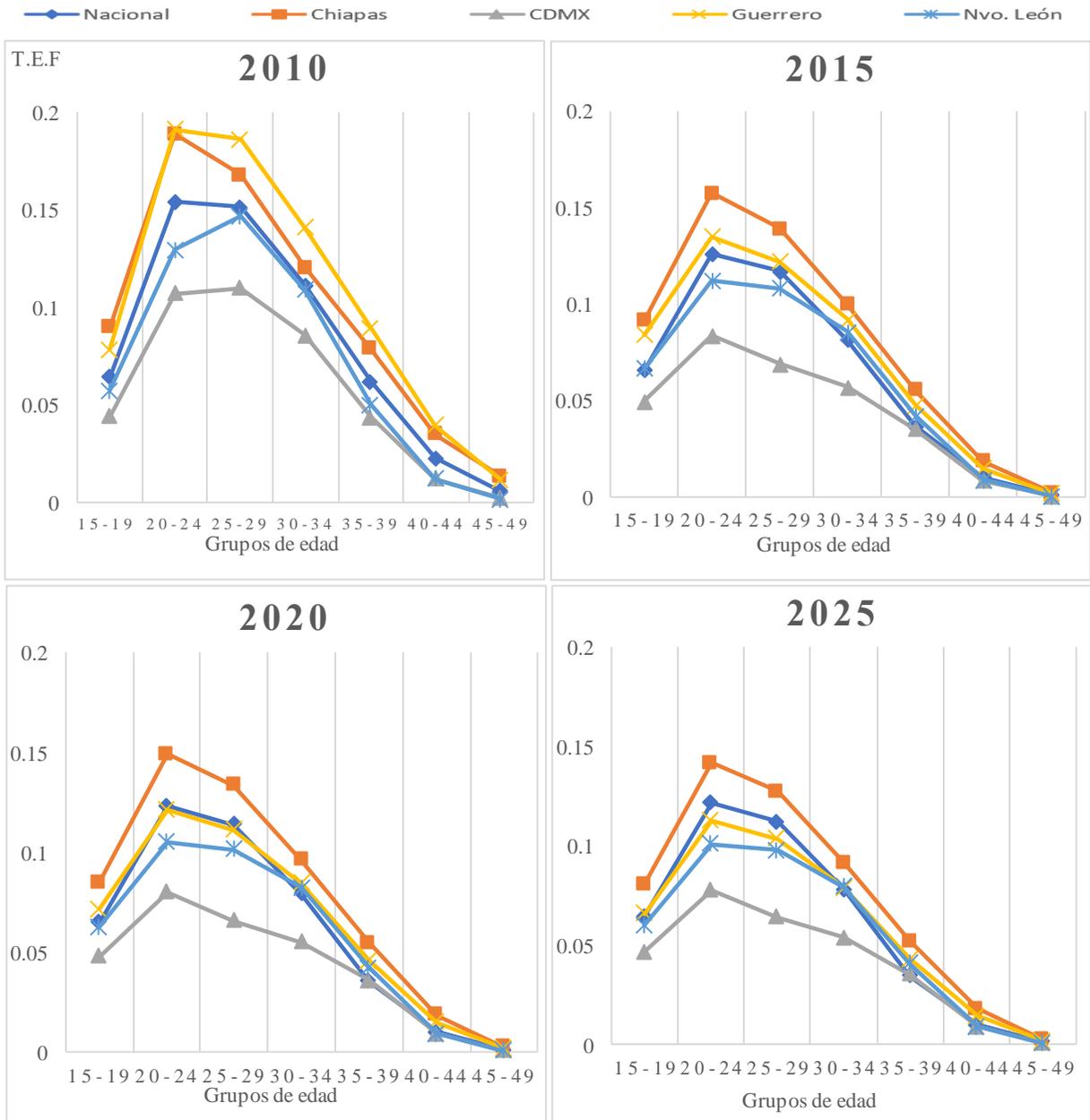
Se implementó el doble logaritmo de la Función de Gompertz para proyectar con el patrón estándar 2050 ya previamente elegido y poder llegar al objetivo propuesto inicialmente<sup>16</sup>.

---

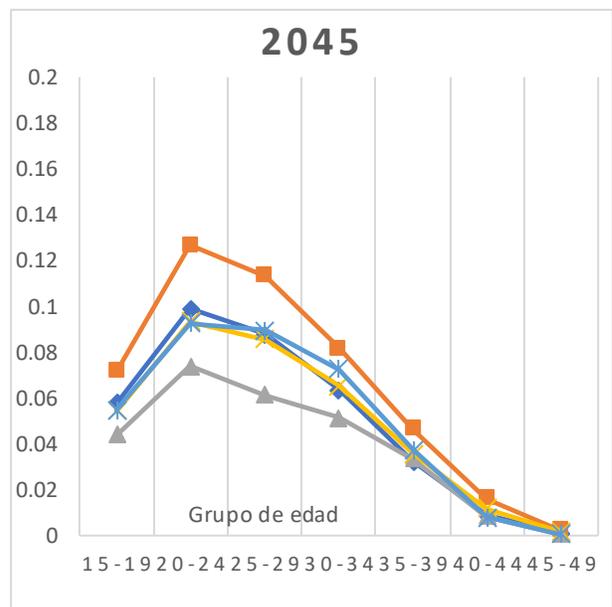
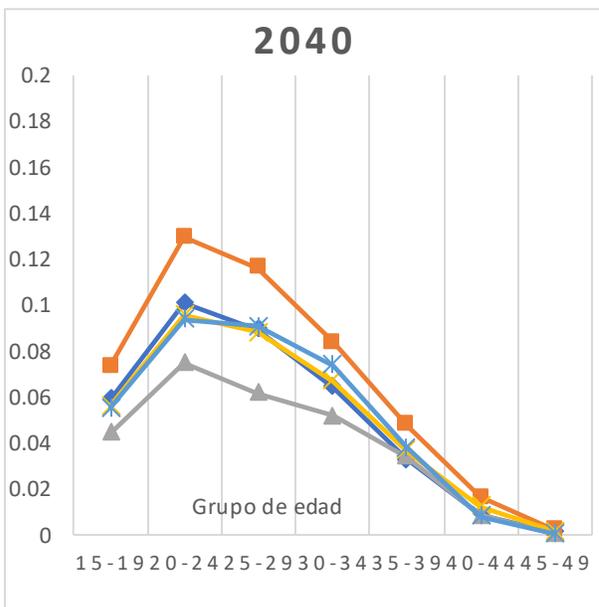
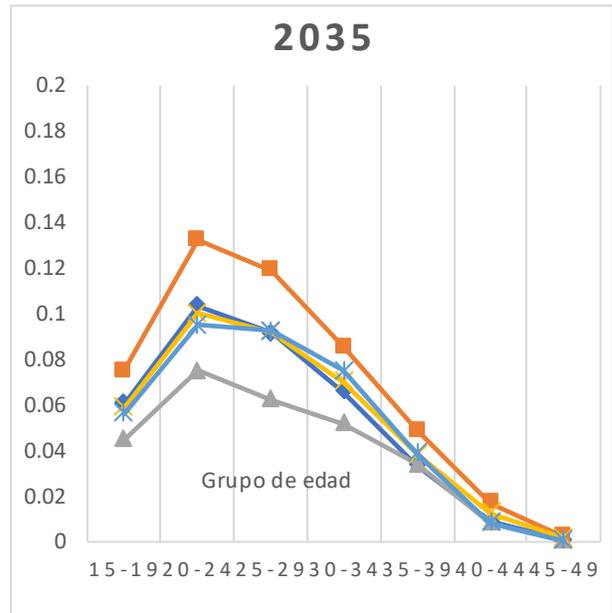
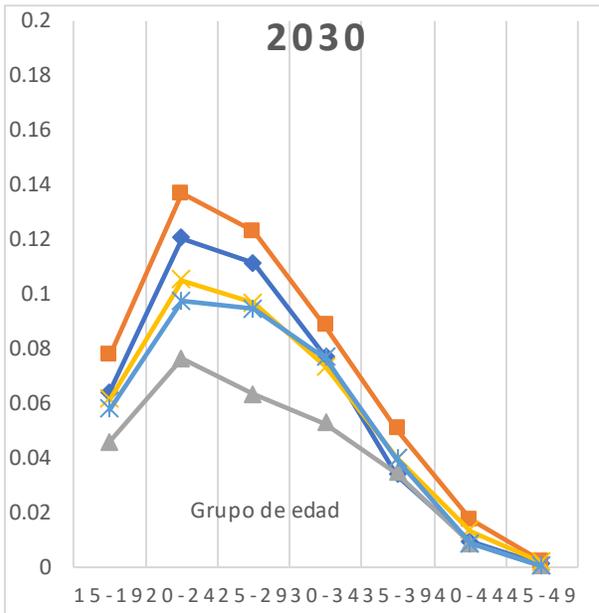
<sup>16</sup> Los datos de las tasas específicas de fecundidad de los años 2010 al 2045 a nivel nacional, así como los estados Chiapas, Guerrero, Ciudad de México (CDMX), y Nuevo León se encuentran en Anexo 1.4 para su consulta.

## Gráfica 10

*Tasas específicas de fecundidad de año 2010 a 2045. nacional y estatal*



◆ Nacional     
 ■ Chiapas     
 ▲ CDMX     
 ✕ Guerrero     
 ✧ Nvo. León



Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar.  
 Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

De acuerdo con la información presentada, estimamos el doble logaritmo de la estructura de la fecundidad acumulada para los años 2010 a 2045<sup>17</sup>.

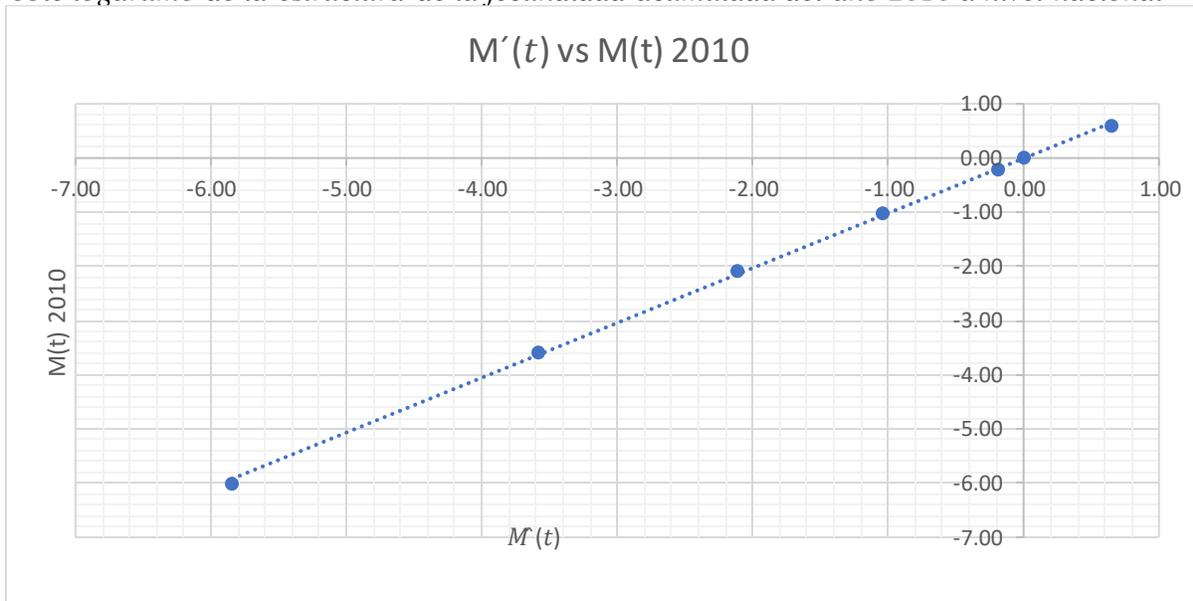
El siguiente paso es calcular los valores de  $\alpha$  y  $\beta$ , estos se consiguen ajustando los seis puntos a través del método de promedios móviles que se obtienen al graficar los valores  $\widehat{M}(t)$ , en el eje de las abscisas, y  $M(t)$ , en el eje de las ordenadas de manera similar que se hizo en el apartado anterior.

Sin embargo, en este caso serán aplicarlos con todos los años que se están trabajando para verificar la linealidad y que se cumpla el supuesto.

En la gráfica 11 se muestra la linealidad que arroja la variable  $\widehat{M}(t)$  comparándola con la variable  $M(t)$  a nivel nacional con el año 2010<sup>18</sup>.

### Gráfica 11

*Doble logaritmo de la estructura de la fecundidad acumulada del año 2010 a nivel nacional*



Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

<sup>17</sup> Los cálculos de la estructura de la fecundidad acumulada a nivel nacional, así como en los estados de Chiapas, Guerrero, Nuevo León y Ciudad de México (CDMX) se encuentran en Anexo 1.5 para su consulta.

<sup>18</sup> Los cálculos de doble logaritmo de la estructura de la fecundidad acumulada a nivel nacional, así como los estados Chiapas, Guerrero, Nuevo León y Ciudad de México (CDMX) para los años quinquenales de 2010 a 2045 con respecto al año 2050 considerando como patrón estándar se encuentran en Anexo 1.6 para su consulta.

### 4.3.2. Obtención de los parámetros M1 y M2

Se calculó las variables M1 y M2 las cuales son los puntos medios de la función. Esto apoyados en la ecuación (7) que se desarrolló en apartados anteriores. Posteriormente, se aplicó el método de promedios para los años 2010 al 2045 a nivel nacional como también para los estados seleccionados.

Se presentan los cuadros 6 al 10, los resultados de las variables M1(t) y M2(t). Estos puntos son importantes ya que nos logran validar la tendencia y a partir de ella proyectar adecuadamente la función requerida. Lo que se observa, es que a partir del año 2035 en todos los cuadros las funciones se mantienen en sus puntos medios. Esto nos indica que a partir de ese año las funciones tenderán a ser monótonas y con pocas variaciones.

#### Cuadro 6

##### *Puntos M1 y M2 a nivel nacional*

Parámetros	Entidad Federativa							
	Nacional							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
M1 (t)	-0.1885	-0.1991	-0.2066	-0.2117	-0.2148	-0.2222	-0.2222	-0.2222
M2(t)	-3.8486	-3.9136	-3.9475	-3.9620	-3.9718	-3.8785	-3.8785	-3.8794

Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

#### Cuadro 7

##### *Puntos M1 y M2 del estado de Chiapas*

Parámetros	Entidad Federativa							
	Chiapas							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
M1 (t)	-0.1758	-0.1946	-0.1770	-0.1725	-0.1711	-0.1717	-0.1712	-0.1713
M2(t)	-3.5585	-3.5428	-3.5227	-3.5042	-3.4981	-3.4989	-3.5005	-3.4988

Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Cuadro 8

#### *Puntos M1 y M2 del estado de CDMX*

Parámetros	Entidad Federativa							
	CDMX							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
<b>M1 (t)</b>	-0.1722	-0.1659	-0.1552	-0.1512	-0.1505	-0.1486	-0.1485	-0.1490
<b>M2(t)</b>	-3.9071	-3.7490	-3.9118	-3.8928	-3.8951	-3.8983	-3.8952	-3.8994

Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Cuadro 9

#### *Puntos M1 y M2 del estado de Guerrero*

Parámetros	Entidad Federativa							
	Guerrero							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
<b>M1 (t)</b>	-0.1668	-0.1982	-0.1615	-0.1547	-0.1532	-0.1539	-0.1538	-0.1544
<b>M2(t)</b>	3.5906	3.6543	-3.5440	-3.5201	-3.5073	-3.5115	-3.5119	-3.5086

Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Cuadro 10

#### *Puntos M1 y M2 del estado de Nuevo León*

Parámetros	Entidad Federativa							
	Nuevo León							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
<b>M1 (t)</b>	-0.2322	-0.1572	-0.1401	-0.1354	-0.1333	-0.1334	-0.1334	-0.1339
<b>M2(t)</b>	-3.9688	-4.2008	-4.2205	-4.2052	-4.1911	-4.1918	-4.1856	-4.2003

Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### 4.3.3. Ajuste de la estructura de la fecundidad

A partir de los valores M1 y M2 estimados en la sección anterior, se calculó los valores  $\alpha$  y  $\beta$ . Con estos parámetros, se sacó el ajuste de la estructura teniendo en cuenta  $\widehat{M}(t)$ . Para calcular el valor de  $\bar{M}(t)$  se hizo uso de la siguiente ecuación.

$$\bar{M}(t) = \alpha + \beta \widehat{M}(t)$$

El procedimiento se aplicó a nivel nacional y para los estados seleccionados (Chiapas, Ciudad de México (CDMX), Guerrero y Nuevo León) considerando las proyecciones de población de las tasas específicas de fecundidad como la función observada, así como los cálculos propios con el modelo aplicado como la función ajustada para los años 2010 al 2045 con respecto al año 2050 como patrón estándar<sup>19</sup>.

Las siguientes gráficas muestran las variaciones que existen al comparar la función observada con la ajustada de la estructura de la fecundidad. Se acomodaron las gráficas de manera que se observará las tendencias al pasar de los años separándolo por entidad federativa para una mejor apreciación.

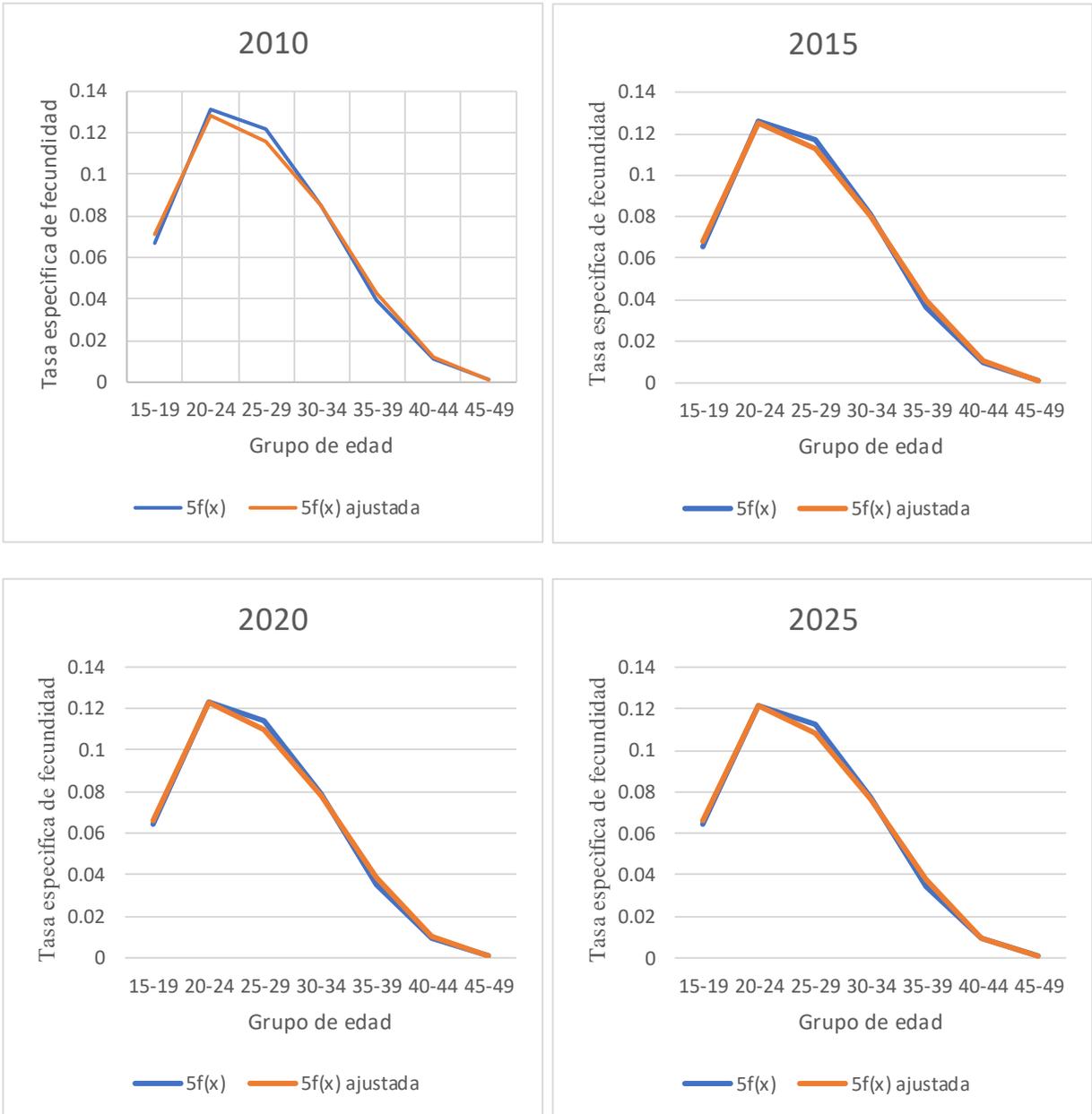
La gráfica 12 muestra los datos a nivel nacional donde se observa que el año 2010 existe una variación en los grupos de edades de 20 a 29 y 30 a 34 años. Sin embargo, al pasar de los años la función observada y la ajustada tienden a ser similares. Otra apreciación fué que el conjunto de graficas hace un aceptable ajuste sin muchas variaciones al pasar el tiempo, esto será un buen indicador al momento de la proyección.

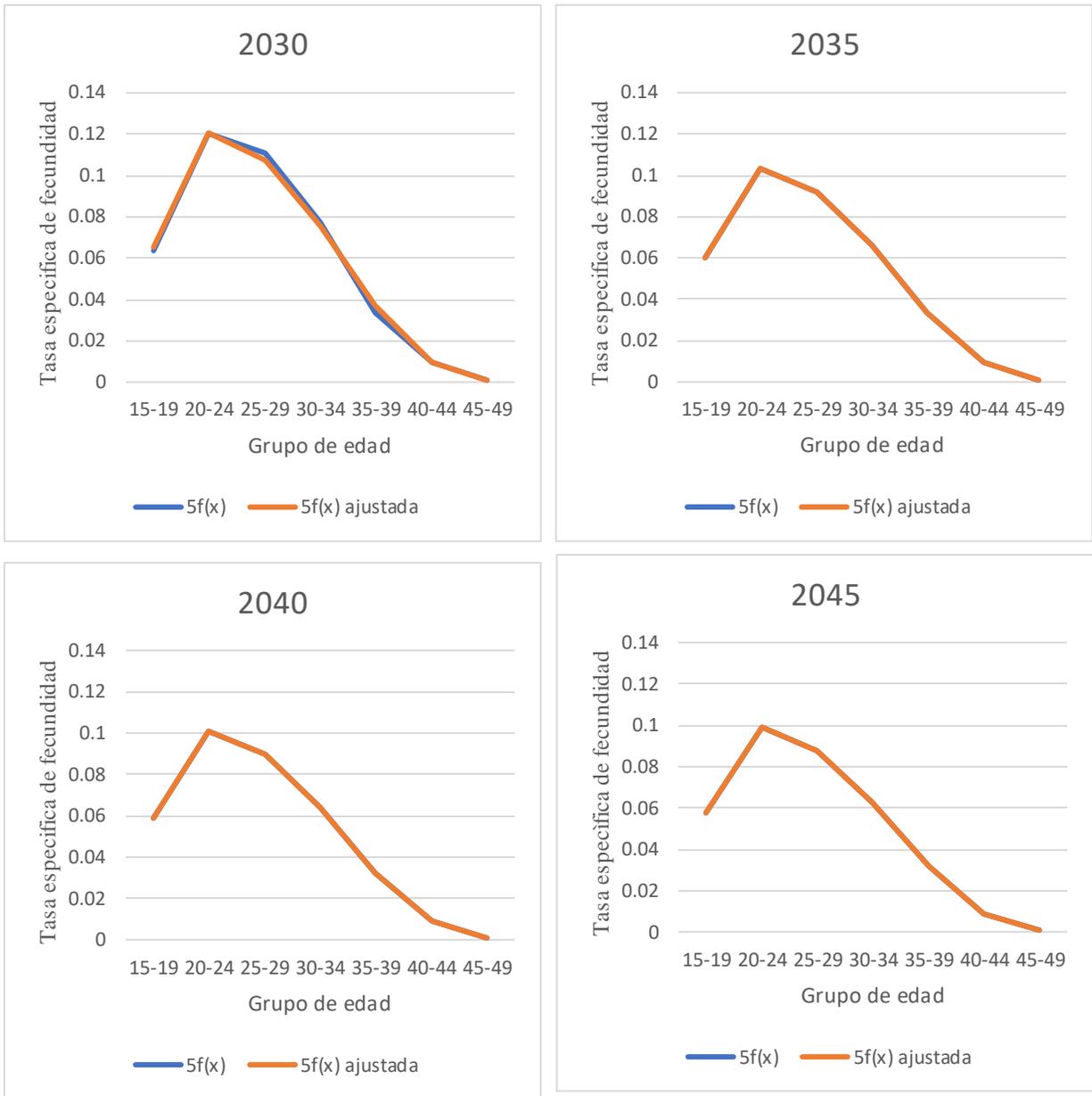
---

<sup>19</sup> Los cálculos del Ajuste de la estructura por edad de la fecundidad a nivel nacional así como los estado de Chiapas, Guerrero, Nuevo León y Ciudad de México (CDMX) de los años 2010, 2015, ..., 2040 y 2045 se encuentran en Anexo 1.7 para su consulta.

## Gráfica 12

Estructura la fecundidad observada contra la ajustada a nivel nacional, 2010 a 2045





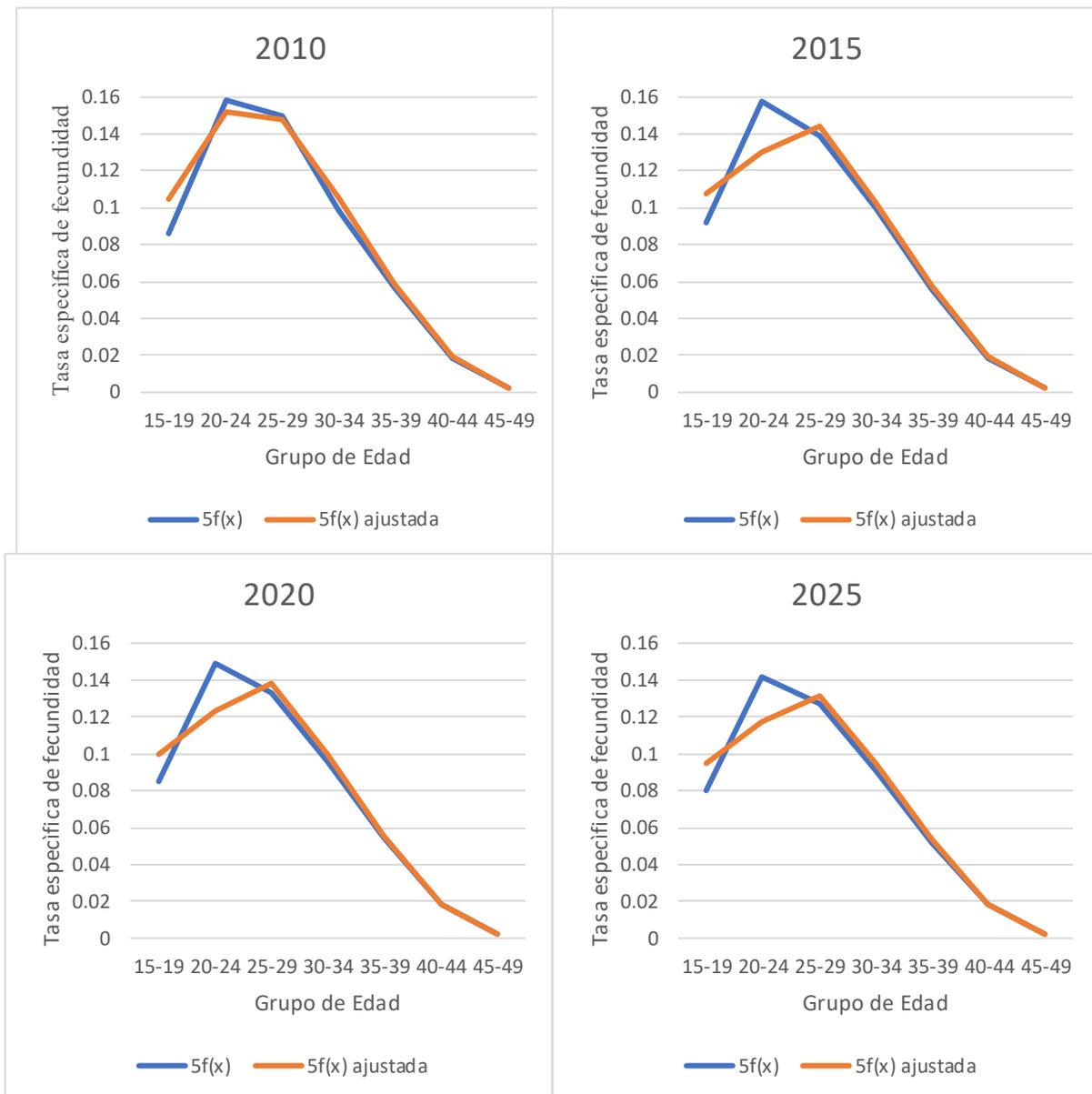
Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar.

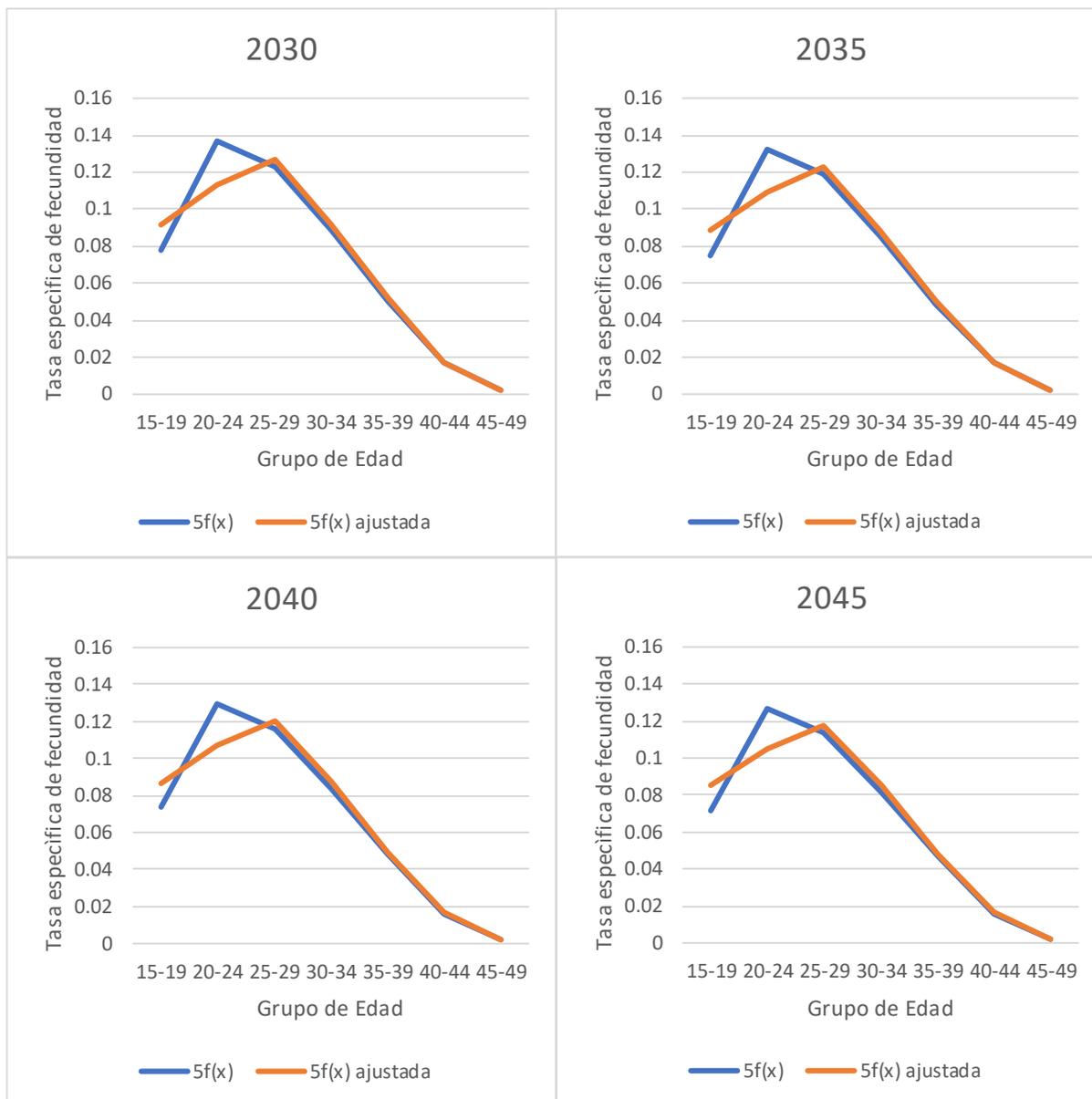
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

La grafica 13 es representada por el estado de Chiapas. El comportamiento errático en los primeros grupos de edad es de destacar; ya que, como se comentó en apartados anteriores el momento de transición de fecundidad que está viviendo el estado se antepone al método propuesto.

### Gráfica 13

Estructura la fecundidad observada contra la ajustada del estado de Chiapas, 2010 a 2045



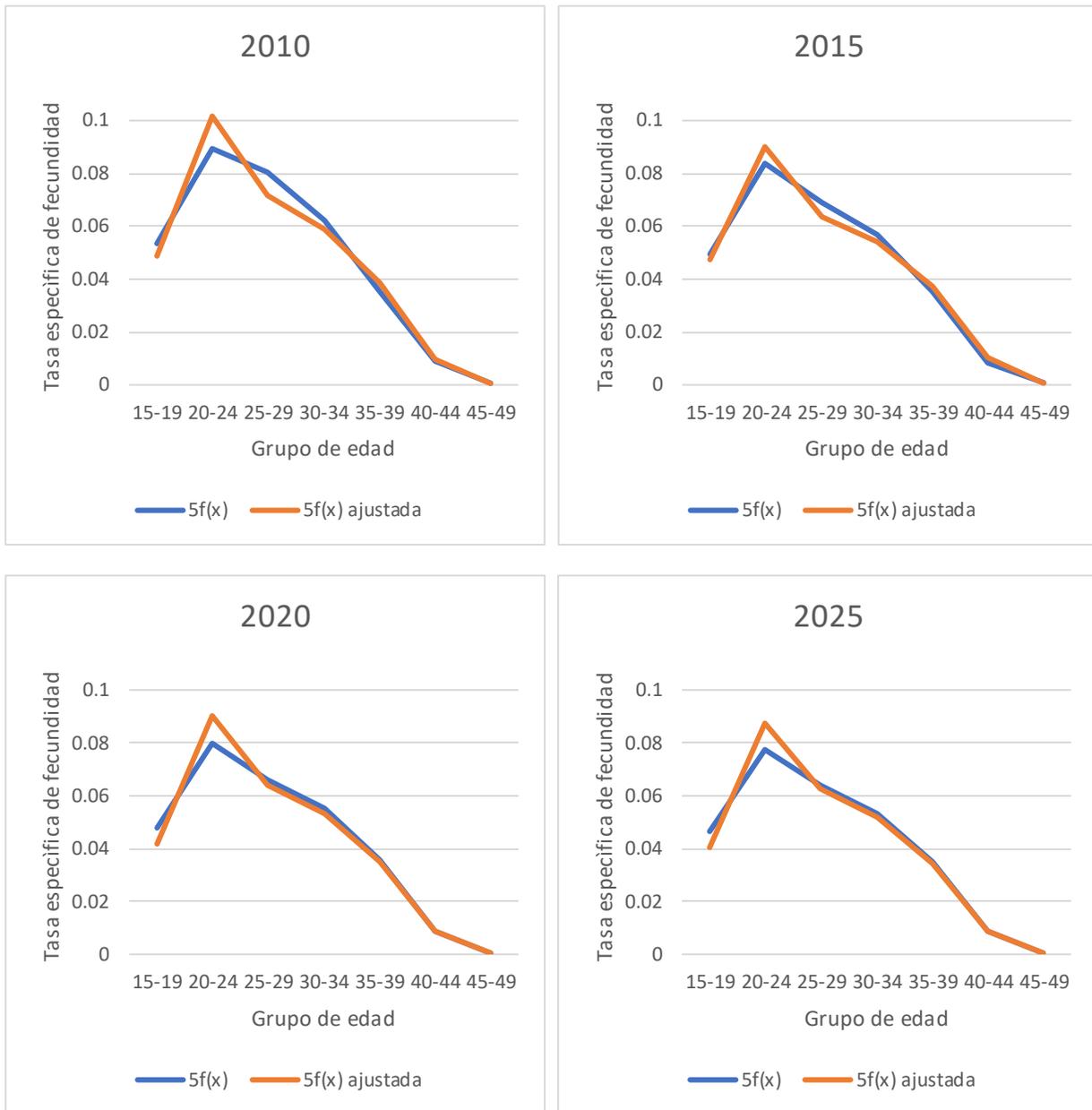


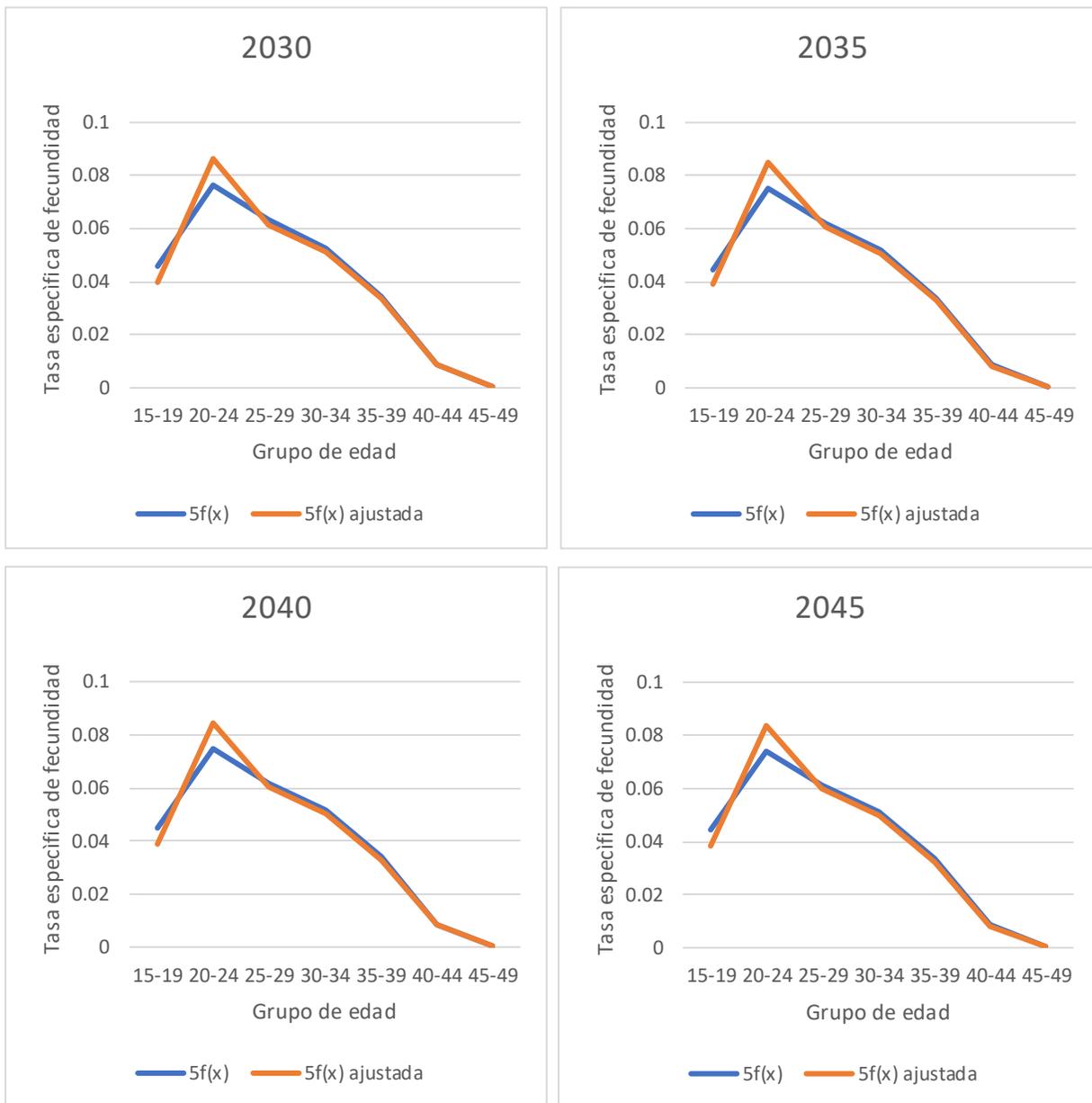
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población., Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar.

La grafica 14 representada por la Ciudad de México (CDMX). La observación radica en el conjunto de edades 20 a 24 años donde el ajuste se comporta con una marcada variación. Este comportamiento al pasar de los años no se mitiga y sigue mostrándose, una causalidad de esta variación es por los embarazos adolescentes donde se muestra que tendrá un alza en este grupo.

### Gráfica 14

Estructura la fecundidad observada vs la ajustada del estado de CDMX, 2010 a 2045





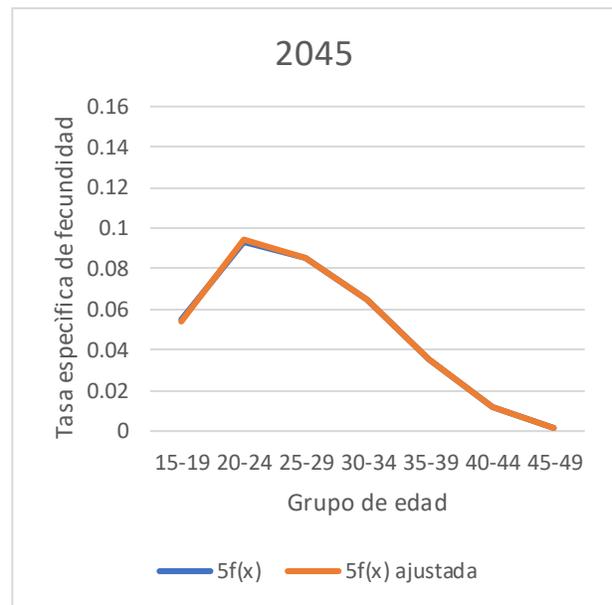
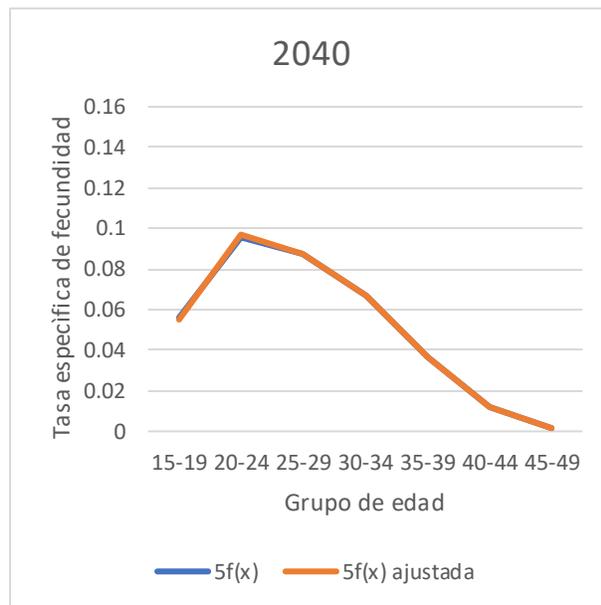
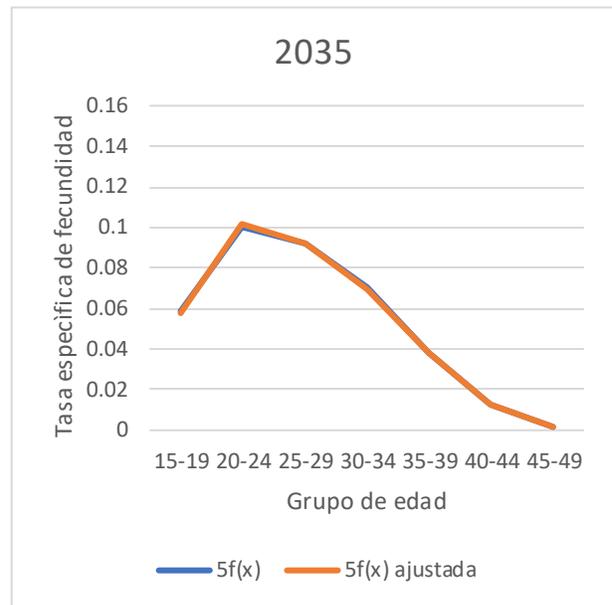
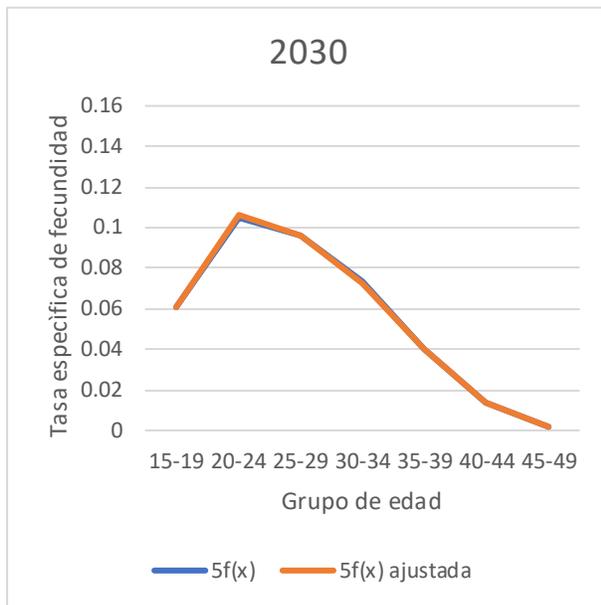
Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar; Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

La grafica 15 vinculada con el estado de Guerrero es la que tiene más similitudes de acuerdo con la función ajustada y la observada. Se muestran un mínimo de ajustes en la estructura de la fecundidad en general se apega a la función original.

### Gráfica 15

Estructura la fecundidad observada vs la ajustada del estado de Guerrero, 2010 a 2045





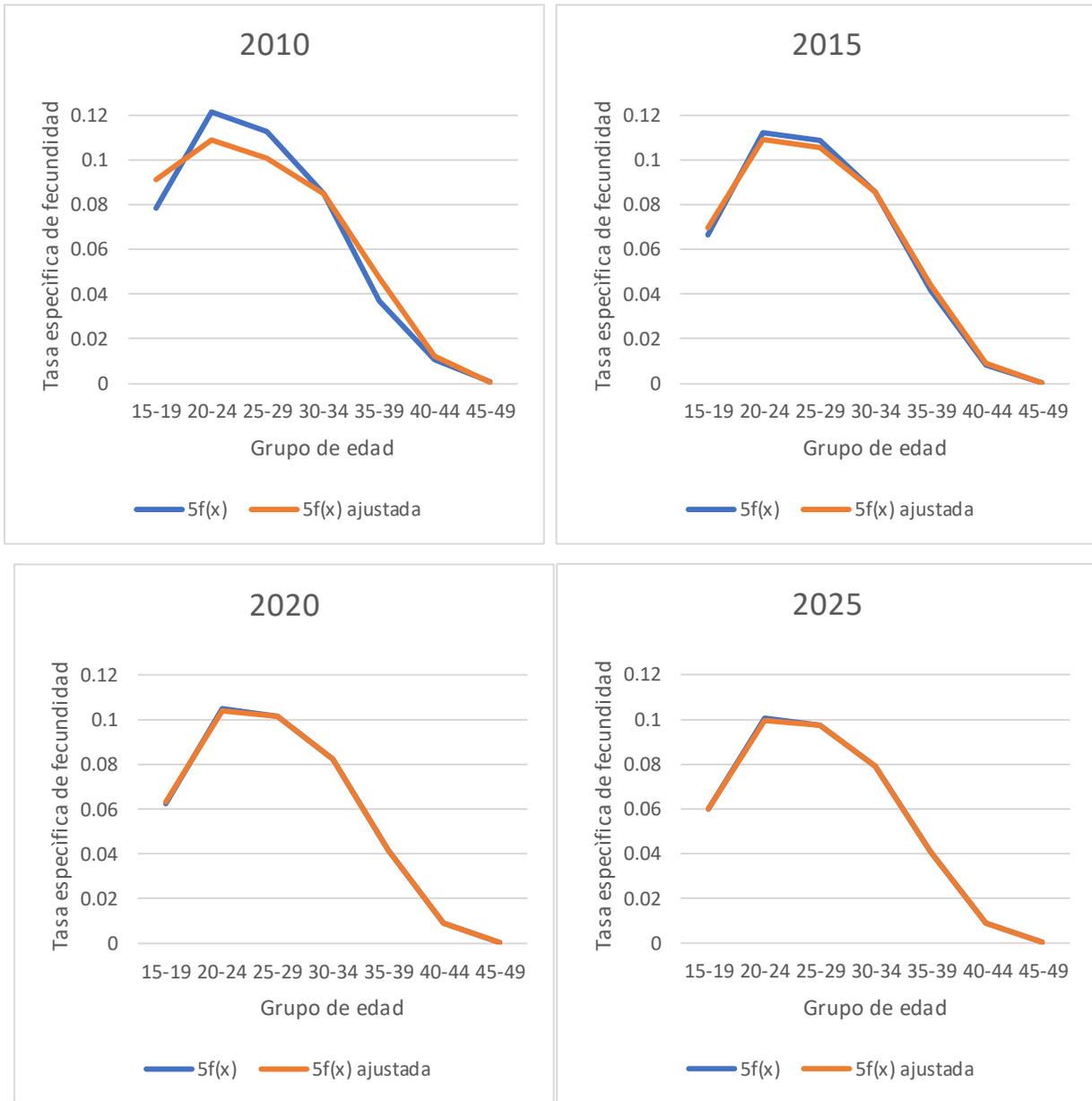
Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar.  
 Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

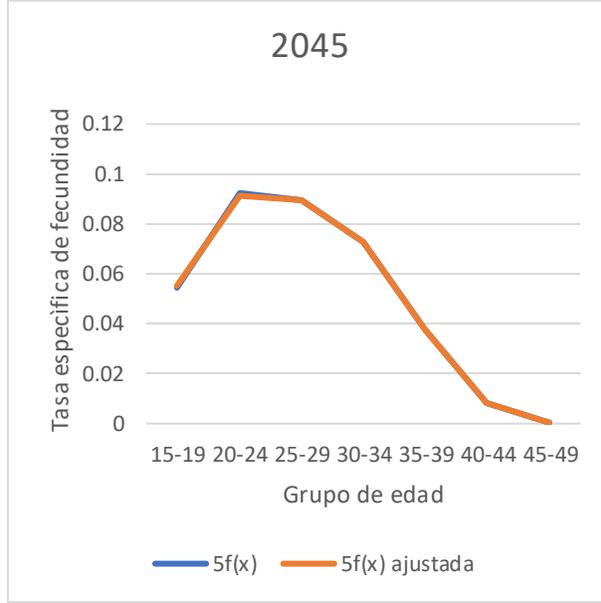
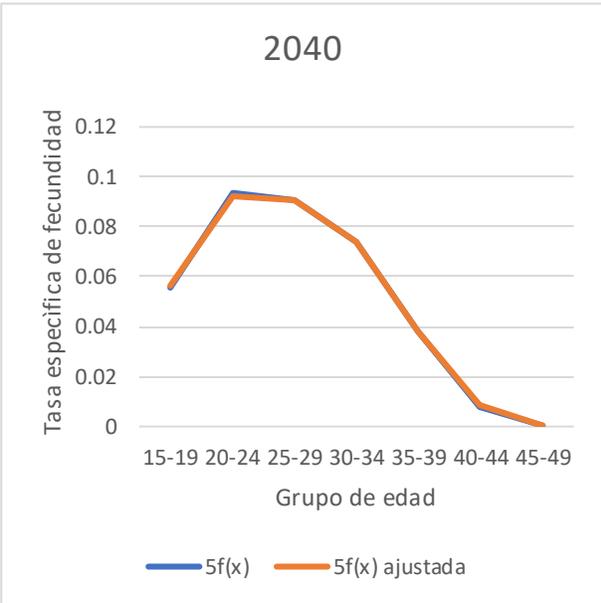
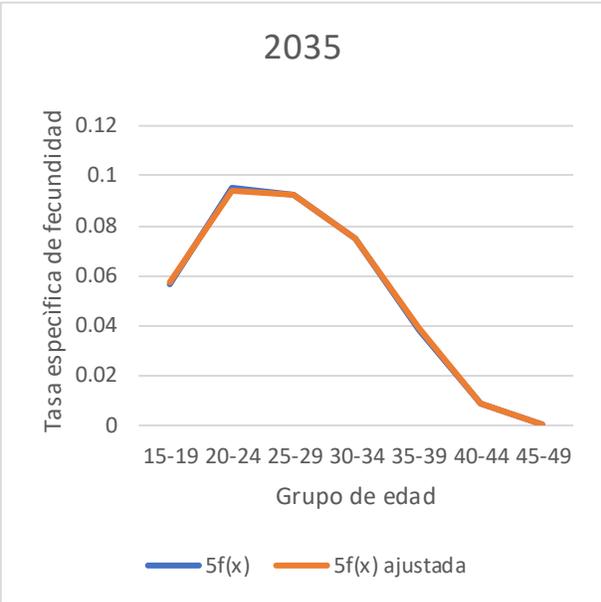
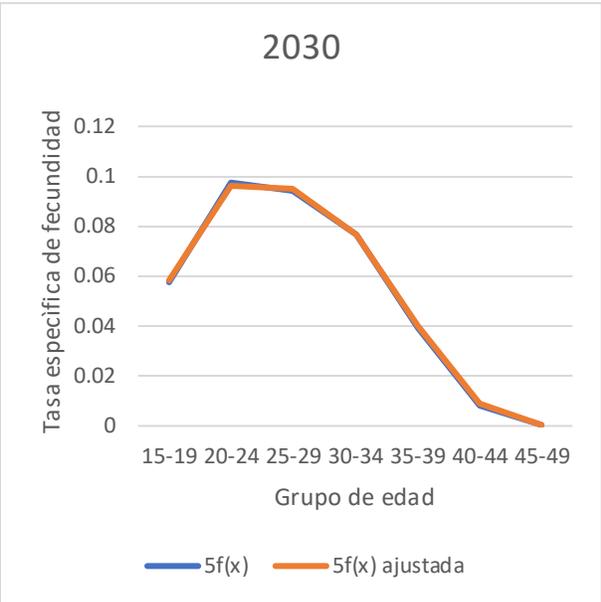
La gráfica 16 muestra los datos del estado de Nuevo León donde se destaca que el año 2010 es a donde tiene su mayor punto de variación ya que ninguno de los grupos de edad se ajusta adecuadamente.

Sin embargo, ya para el 2015 y años subsecuentes el ajuste se amolda correctamente y hay pocas variaciones en los grupos de edad, esto nos indica que los datos en particular del 2010 cuentan con subjetividad y el método sirve como suavizador de la estructura.

**Gráfica 16**

*Estructura la fecundidad observada vs la ajustada de Nuevo León, 2010 al 2045*





Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar.  
 Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 a 2050 del Consejo Nacional de Población.

#### 4.3.4. Sacando los valores $\alpha_0$ y $\beta_0$

Análogamente como se obtienen los valores de  $\beta$  y  $\alpha$ , se sacan los parámetros  $\beta_0$  y  $\alpha_0$ , ajustando los seis puntos  $\widehat{M}(t)$  por el método de promedios para los periodos analizados. Los valores  $\beta_0$  y  $\alpha_0$  son importantes ya que en ocasiones los estándares seleccionados no son los indicados, esto sucede cuando las variables se alejan de 1 y 0 respectivamente. Una vez teniendo la estructura estándar  $\widehat{M}(t)$  y obteniendo los parámetros  $\beta_0$  y  $\alpha_0$  con la estimación, podemos conseguir la variable  $\widehat{M}(t) F(t)/TGF$  y  $\widehat{F}(t)$ <sup>20,21</sup>

Así que, una vez realizado el ajuste de las tasas específicas de fecundidad, se puede aplicar el Modelo de Doble Logaritmo de la Función de Gompertz para desagregar en edades individuales la estructura de la fecundidad, que se había trabajado por grupos quinquenales. Si se consideran las estructuras corregidas con los valores de  $\widehat{M}(t)$  para  $t = 20,25,30,35,40$  y  $45$  y por su linealización se obtiene la relación (11).

$$\alpha_0 = \widehat{M}(t) - \beta_0 \quad (11)$$

$$\beta_0 = \frac{\widehat{M}_2 + \widehat{M}_1}{T_2 - T_1}$$

---

<sup>20</sup> Los cálculos son de distribución  $\widehat{M}(t)$  y valores de  $\alpha_0$  y  $\beta_0$  a nivel nacional, así como los estados de Chiapas, Guerrero, Nuevo León y Ciudad de México (CDMX) de los años 2010, 2015, ..., 2040 y 2045 se encuentran en Anexo 1.8 para su consulta.

<sup>21</sup> Los cálculos son los valores  $\widehat{M}(t)$  y  $\widehat{F}(t)$  por edades individuales de los años 2015, 2020, ..., 2040 y 2045 a nivel nacional, así como los estados Chiapas, Guerrero, Nuevo León y Ciudad de México (CDMX) se encuentran en Anexo 1.9 para su consulta.

#### 4.3.5. Desagregación a edades individuales

En este apartado se desarrolló la ecuación (11) sustituyendo  $t = 16, 17, \dots, 48, 49$  y  $50$  las cuales representan las edades en forma individual, por lo que se obtiene  $\hat{M}(t)$  para dichas edades y empleando la ecuación (10) se estiman los valores  $\frac{F(t)}{TGF}$  y conocida la tasa global de fecundidad se desagrega la  $\hat{F}(t)$  para tener la estructura de edad de la fecundidad por edades individuales.

Posteriormente se proyectó la estructura por edad de la fecundidad, observando la tendencia de los parámetros  $a, \beta$  a través del tiempo. La expresión que nos ayuda a obtenerla es:

$$\hat{M}(t) = \hat{a} + \hat{\beta} M^s(t)$$

Esta fórmula también se puede expresar con los parámetros  $a_0$  y  $\beta_0$  con base en la ecuación para diferentes momentos del tiempo.

El conjunto de gráficas (17) expuestas a continuación son la proyección que se obtuvo al aplicar el Modelo del Doble Logaritmo de la Función de Gompertz con la estructura ajustada a nivel nacional, así como en los estados seleccionados Chiapas, Ciudad de México (CDMX), Guerrero y Nuevo León para los años 2010 al 2045 con respecto a la función estándar 2050<sup>22</sup>.

Al hacer la modelación se observó que las gráficas describen adecuadamente por entidad federativa el impacto de la fecundidad a través del tiempo. Con este análisis se buscó vincular la edad a estas tendencias desagregando la función con el método propuesto.

---

<sup>22</sup> Los cálculos de las tasas específicas de fecundidad por edades individuales desagregados de los años 2010, 2015, ..., 2040 y 2045 a nivel nacional, así como estatal Chiapas, Ciudad de México (CDMX), Guerrero y Nuevo León se encuentran en Anexo 1.10 para su consulta.

La información arrojó que conforme pase el tiempo las tendencias de las entidades estudiadas tendrán un descenso paulatino con distintos ritmos y etapas a lo largo del periodo a analizado entre 2010 al 2050 en un intervalo quinquenal.

En el conjunto de graficas del año 2010 y su comportamiento muestra a Chiapas y Guerrero como los estados de mayor fecundidad. Nuevo León y Nacional conforman el segundo grupo y muy por debajo Ciudad de México (CDMX).

La variación al pasar de los años es apreciable. Por ejemplo, en el año 2020 ya Chiapas solo liderea la fecundidad más alta y por debajo Guerrero, Nuevo León y Nacional; siendo Ciudad de México (CDMX) la entidad más baja.

Las tendencias mostradas para el año 2045 en un intervalo quinquenal se observa que ya hubo una nueva modificación al dejar al estado de Chiapas por arriba y sin un descenso considerable en las proyecciones. Le sigue Nuevo León y Nacional, siendo ahora Guerrero y Ciudad de México (CDMX) los más bajos.

La edad femenina también puede ser un punto a destacar ya que los 24 años es donde se perfilan a las mujeres mexicanas para que en promedio tengan a un hijo por lo menos a nivel nacional y en los estados seleccionados. La tendencia es que haya una modificación del calendario a menor edad.

Este punto puede ser representativo en el trabajo ya que a cierta edad normalmente inician la población en el mercado laboral.

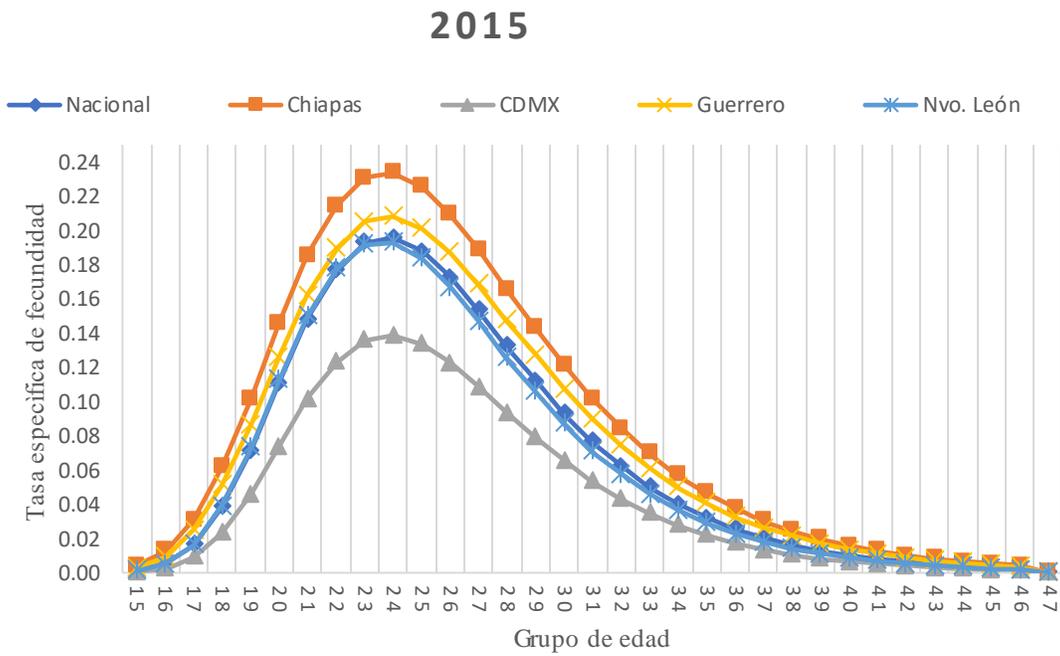
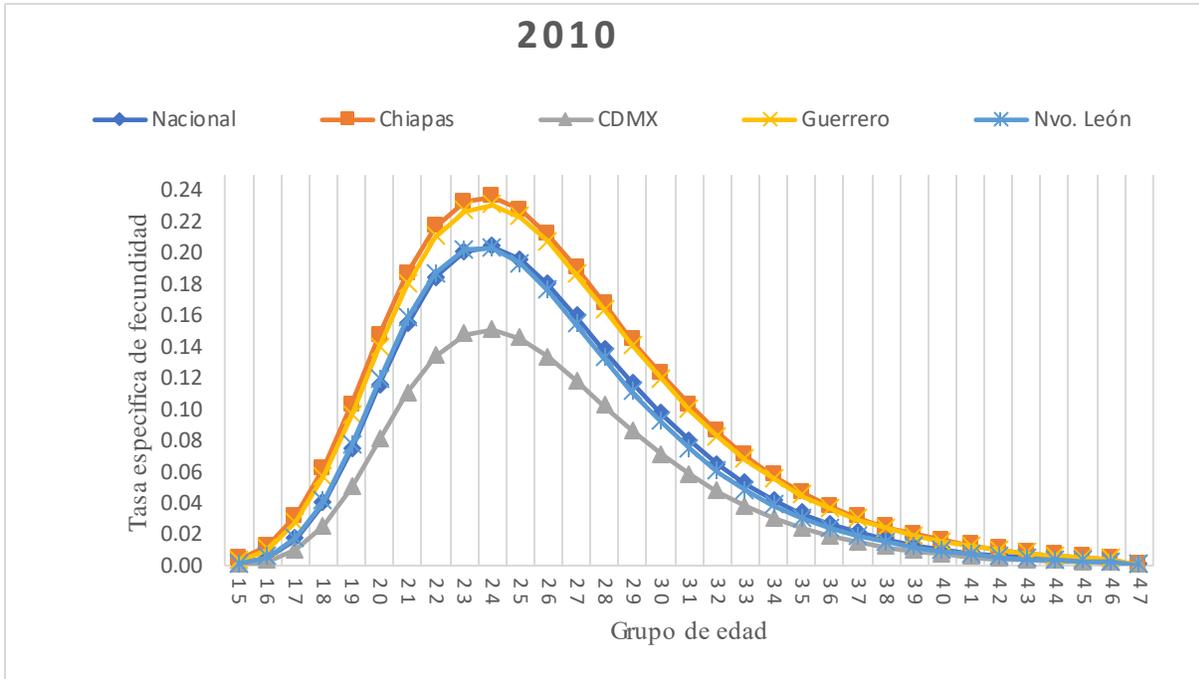
La importancia que tienen la población femenina para la economía y el país resulta clave para anticiparse a estas tendencias y crear un plan de integración y no verse afectado por tal acción.

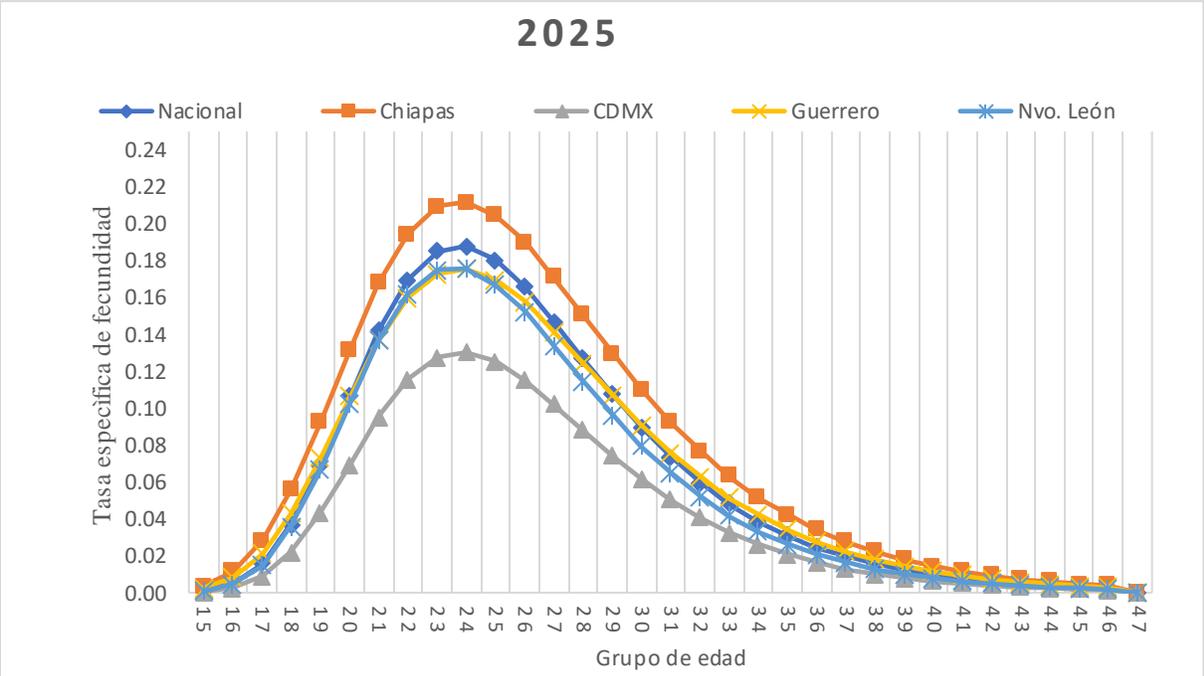
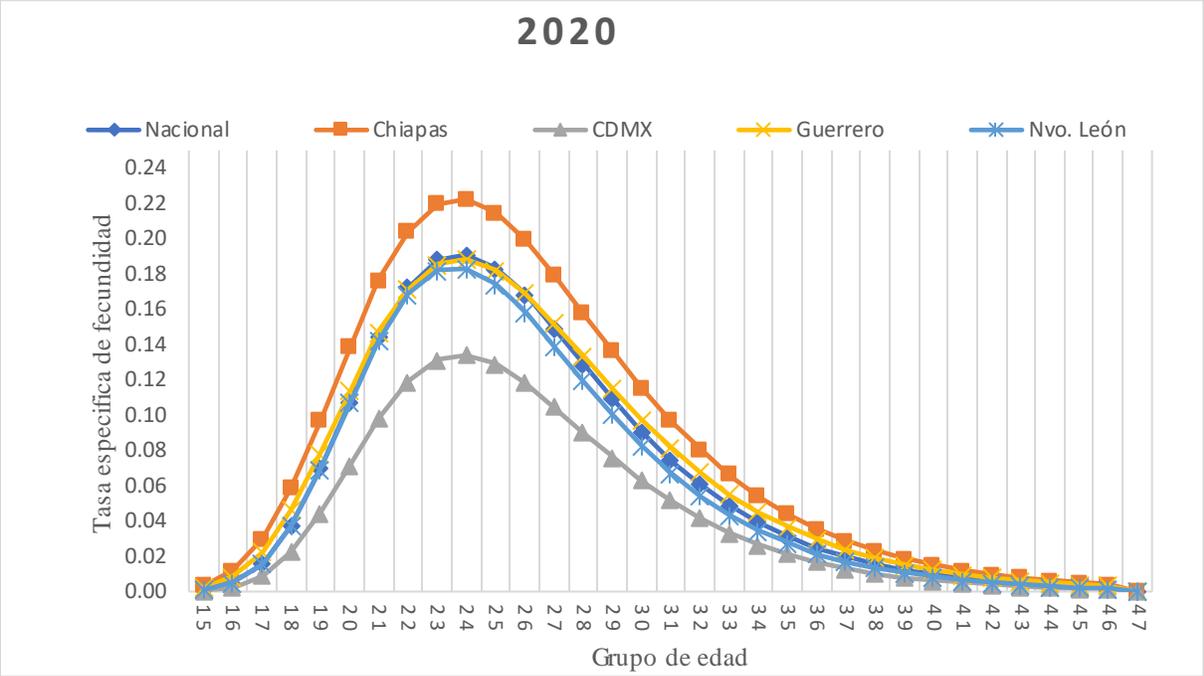
Con la información presentada en la gráfica 17 se observó las tendencias y determinantes de la fecundidad entre edades tempranas.

En los años analizados el nivel de la fecundidad ha decaído casi de manera evidente 50 por ciento, mientras que en las mujeres de entre 15 y 19 años disminuyó solamente 39 por ciento y, por lo tanto, su participación en la tasa global de fecundidad ha sido más frecuente.

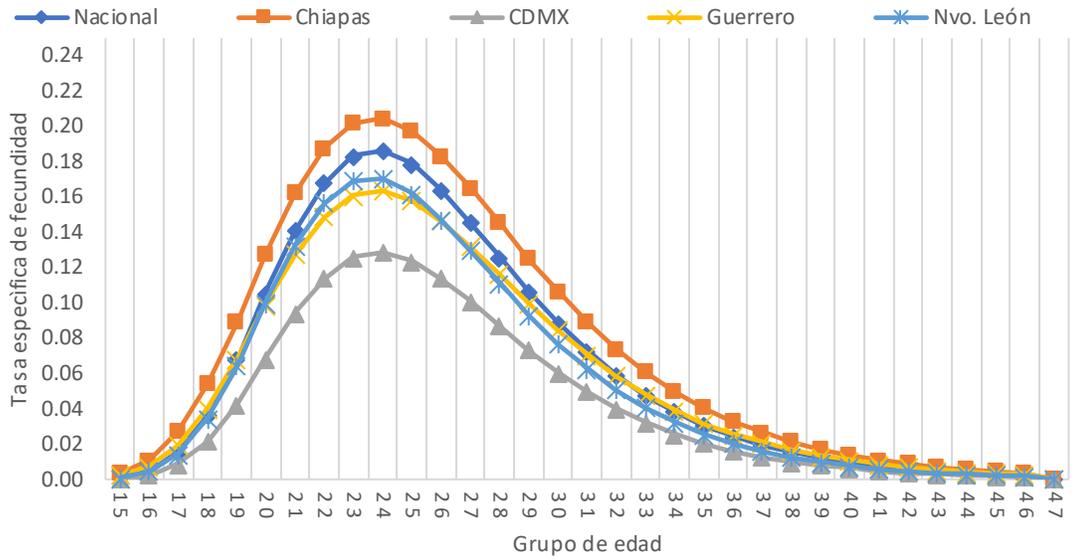
**Gráfica 17**

*Tasas específicas de fecundidad por edades individuales de 2010 a 2045 a nivel nacional, Chiapas, CDMX y Nuevo León*

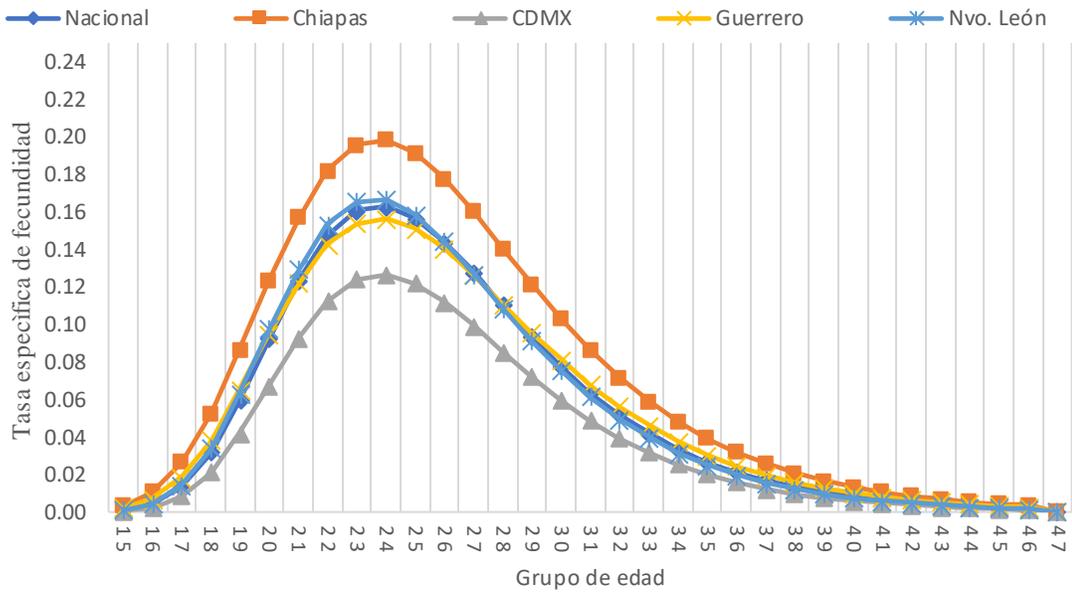


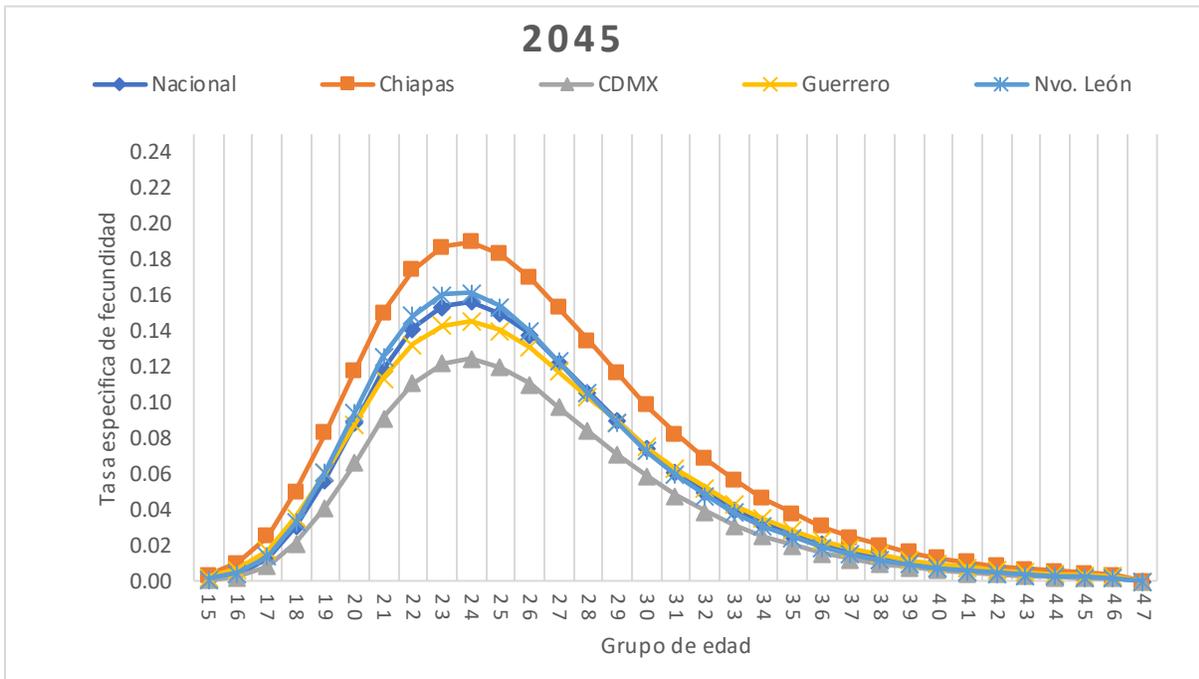
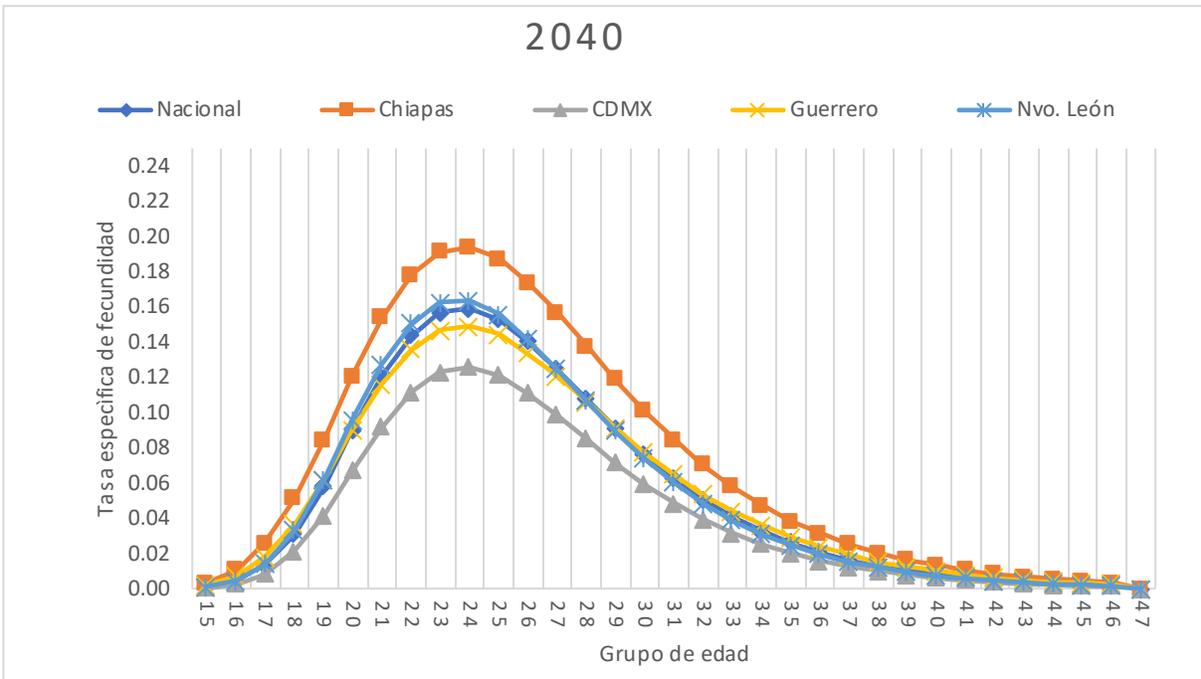


## 2030



## 2035





Nota: Las gráficas son con respecto al año 2050 el cual se eligió como patrón estándar.  
 Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.



## **Discusión y conclusiones**

La urbe mundial está experimentando una transformación sin precedentes. Se espera que la población mundial aumente en 2,000 millones de personas en los próximos 30 años, pasando de los 7,700 millones a 9,700 millones en 2050, pudiendo llegar a un pico de cerca de 11,000 millones para 2100 (Villagomez, 2013).

El cambio que se espera en la sociedad mundial es el envejecimiento debido al aumento de la esperanza de vida y la disminución de los niveles de fecundidad, situación que se ha convertido en un problema a nivel mundial.

La reestructura de la población provoca cambios en el tamaño, la composición y la distribución de la población mundial por lo que tendrán repercusiones para alcanzar mejoras en la prosperidad económica, bienestar social y protección al medio ambiente (Bautista Espinosa, 2016).

México no escapa de cambios culturales, económicos y sociales, existe una clara tendencia de las nuevas generaciones a tener poca descendencia ya que las parejas prefieren más tiempo y libertad para disfrutar del trabajo, vida social e independencia económica.

En la actualidad el número de países que experimentan una reducción en el tamaño de su población está creciendo (Zavala de Cosío M. , 1992). Estos cambios se ven reflejados en el descenso del crecimiento poblacional y la disminución de la fecundidad en el país (Mier & Teran, 1994).

Pese a que el tema de la fecundidad se estudia desde distintas perspectivas debido a su importancia demográfica, este trabajo partió de la peculiaridad de realizar un análisis nacional y en los estados de Chiapas, Ciudad de México, Guerrero y Nuevo León, donde se plantó el objetivo de aplicar un método matemático con la finalidad de proyectar las tasas específicas de fecundidad.

La primera pregunta de la investigación que se hizo dentro del trabajo fue describir las diferencias que hay entre los diversos modelos matemáticos usados para proyectar la variable de fecundidad.

El capítulo 3 se presentó en el cuadro llamado tipos de modelos matemáticos para la proyección, cinco modelos los cuales son (Distribuciones probabilidad Poisson y Binomial Negativa, Función Gompertz, Función Logística, Polinomio William Brass y Método Estable Acotado) en la tabla se describe las ventajas y desventajas.

En este trabajo se aplicó el modelo del Doble Logaritmo de la Función de Gompertz. El modelo se eligió por diversas bondades, por ejemplo, la función tiene una interpretación demográfica de sus parámetros a través del tiempo.

Esta descripción se realizó en el trabajo dando una explicación de los parámetros detallada en cada gráfica y cuadro el éxito que se tuvo en su aplicación dependió de la adecuada estructura por edad utilizada (Mina Valdés, 2003).

La técnica logra desagregar la distribución relativa de las tasas específicas por edad a individuales que originalmente se tenían en edades quinquenales diferenciándolo de algún otro método de proyección de la población (Mina Valdés, 1982).

Cabe señalar que otro uso del modelo presentado fué proyectar la estructura por edad de la fecundidad, observando las tendencias de los parámetros de  $\alpha$  y  $\beta$  a través del tiempo.

Otra pregunta de la investigación que se planteó en el trabajo fué qué tan adecuado es el modelo seleccionado para su implementación de acuerdo a distintas aristas a los que fue sometido, por ejemplo, las escalas geográficas que en este caso fueron nacional y estatal.

Se concluyó que el uso de la corrección en general fue favorable ya que se mitigó la mala calidad de la información estableciendo una metodología para ajustar la estructura similar a la llevada por el Profesor Mina Valdés en su trabajo titulado desagregación de la estructura de la fecundidad por edades empleando la Función Gompertz.

Un valor agregado es que el aplicar este modelo fue necesario solo una hoja de cálculo para desarrollar las hipótesis y las proyecciones valorizando la dócil herramienta que puede llegar a ser.

La flexibilidad del modelo incluso logra de manera adecuada poder interpretar los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ . y con ello lograr un mejor estudio de la estructura por edad de la función de la fecundidad (Mina Valdés, 1982).

En este trabajo, las proyecciones de fecundidad de 2045 comprenden una información quinquenal a nivel nacional, donde se observa una acumulación de la tasa específica de fecundidad entre los grupos de 20 a 30 años mostrando una variación a comparación con las tendencias mostradas para el 2010.

Al igual que a nivel nacional, los estados seleccionados mostraron variaciones; sin embargo, se identificó que hay distintos ritmos de la tendencia en cada uno de las entidades elegidas como, por ejemplo, Ciudad de México donde se observa que en el año 2010 empieza las tasas específicas de fecundidad con aproximadamente con 21 a 26 años de edad, para la proyección del 2050 se traslada un año menos. El estado de Chiapas se observa que a la edad de 18 a 30 años existe una variación de las edades modificándolo a 17 a 28 años.

Dicha información se vuelve trascendental en el trabajo porque con base en la implementación del modelo se mostró que por lo menos en los estados seleccionados y a nivel nacional las mujeres tenderán un movimiento de calendario en los próximos 30 años. Tales aseveraciones se podrían considerar en un programa de planificación familiar, ya que se puede prevenir y anticipar las acciones del gobierno con respecto al tema. Estas pueden ser: orientar las campañas de anticoncepción dirigidas a grupos entre 20 y 30 años, así como prever la capacidad suficiente en el sector salud para su correcta atención a mujeres embarazadas.

Otra interrogante que se propuso para este trabajo fue la hipótesis matemática que se tuvo que considerar en la selección del patrón estándar con la finalidad de producir escenarios plausibles.

La aplicación del modelo del doble logaritmo de la Función de Gompertz puede brindar trabajos insatisfactorios si se utiliza un estándar inadecuado, ya que se observó en el desarrollo de este trabajo si no se considera este punto el método no reflejará en plenitud el impacto de la fecundidad del país, de ahí la importancia de un estándar correcto para el análisis.

El manejo de la información es un elemento a considerar para llegar a un resultado satisfactorio. En el estudio se exploró algunas técnicas utilizadas normalmente en los trabajos de fecundidad.

A pesar de que han tenido avances significativos, se identificó que uno de los principales puntos a mejorar es la calidad de la información, los resultados arrojados nos hacen mencionar diversas falencias en esta materia. Como, por ejemplo, se identificó que la calidad de la información de las encuestas intercensales en los estados elegidos tiene discrepancias. Por un lado, a nivel nacional, los datos del año 2015 son los más precisos, pero a nivel estatal tienden a ser parecidos a las anteriores encuestas.

Esto puede ser causado por el proceso que se someten las encuestas de acuerdo a las escalas geográficas o a la información que se tenga para su evaluación.

La hipótesis que se propone para tal problemática es mejorar la información y con ello proporcionar datos censales de calidad con la premisa que a mejor información proporcionada mejor será la calidad de los resultados.

Esto considerando el presente del país y la población que se esté encuestando ya que con el paso del tiempo las personas cambian sus intereses y formas de actuar, esto puede afectar en gran medida la información proporcionada.

La última pregunta de investigación que se propuso fué distinguir las diferencias que hay entre las proyecciones hechas para el trabajo con el modelo seleccionado en comparación con las proyecciones de población que utiliza el gobierno para este indicador.

Los cálculos que se realizaron para este trabajo revelan que cada estado analizado tiene una tendencia particular dentro de la transición demográfica.

Sería conveniente que de acuerdo con el momento actual que se encontrara el estado se realicen acciones puntuales, considerando su región geográfica y población, y adaptar un programa de planificación familiar nacional a estatal considerando sus características y condiciones de vida; que si bien es más efectivo para algunos estados (Ciudad de México y Nuevo León) no es incluyente para todos.

La variable que puede distinguir este rasgo es el tamaño de localidad de residencia, esto debido a la relación que existe entre las ciudades rurales y urbanizadas fuertemente vinculadas con los patrones reproductivos, donde se observó que en los estados más urbanizados Ciudad de México y Nuevo León la fecundidad es menor a diferencia de los que son más rurales Chiapas y Guerrero (Gomez León Cruces, 2013).

El país sigue mostrando un rezago considerable en los estados del sureste del territorio mexicano; Chiapas presentó al principio del análisis los mayores niveles de fecundidad y se observó que al pasar de los años se sitúa por arriba de las demás entidades mencionadas. También cabe destacar el comportamiento diferenciador de la fecundidad al interior de Chiapas, si bien esto no se analizó en el trabajo, será importante destacarlo para entender el comportamiento de su fecundidad.

En ciudades más urbanizadas como Tuxtla Gutiérrez y Tapachula presentan los niveles más bajos de fecundidad, con alrededor de 2.4 hijos. Esto en contraste con localidades rurales como Chalchihuitan y Totolpa, donde su promedio es de 4 hijos por mujer (Gobernación, 2015).

Estos resultados son reflejo de una fecundidad vinculada con el retraso escolar que sufre el estado y el analfabetismo que todavía se da en las comunidades más alejadas.

Los chiapanecos con estudios de preparatoria tienen un promedio de 1.1 hijos, mientras que las mujeres sin instrucción escolar registran un promedio más elevado, igual a 3.8 hijos (INEGI, 2013).

Por lo cual, el descenso del indicador en la entidad estará vinculado con la formación educativa en las comunidades más pobres siendo éste el que más aporta la fecundidad en el estado.

En este análisis, las proyecciones realizadas desde un inicio sitúan a Chiapas por arriba de los estados mencionados y se esperaría que en un futuro sus niveles de fecundidad descendieran de manera paulatina; sin embargo, seguirán altos en comparación con otros estados del país.

Una evolución interesante es el estado de Guerrero ya que al principio del análisis se eligió por ser uno de las entidades con mayor fecundidad de acuerdo con las tendencias del año 2000 antes citadas. Sin embargo, de acuerdo con la proyección sus niveles apuntan un descenso marcado en el periodo analizado (2010 – 2050).

La aceptación del programa de planificación familiar en la población guerrerense se ha debido principalmente al creciente acceso a los servicios de salud reproductiva, incluyendo la información y disponibilidad de métodos anticonceptivos en los servicios de salud, así como al aumento de la escolaridad de la población y la autonomía de la mujer en las decisiones reproductivas.

Esto ha permitido a mujeres y hombres, decidir si desean tener o no descendencia, planificar el número de hijos y el momento en el que los desean tener, asimismo, la disminución de la fecundidad ha contribuido a minimizar los riesgos de salud de las mujeres y de los niños relacionados con causas materno-infantiles (Gobernación, 2015).

La disminución es evidente en casi todos los grupos de edad, pero se acentúa entre aquellas mujeres que se encuentran en la etapa final de su periodo reproductivo, comprendidas entre 45 y 49 años de edad.

Las mujeres de este grupo tuvieron una reducción de 32.1 por ciento en la fecundidad medida por el número promedio de hijos nacidos vivos y producto de la disminución acumulada a lo largo de todo su periodo reproductivo.

Si bien es cierto, Guerrero es un estado con muchos problemas socioeconómicos, la tendencia a la baja de la fecundidad se sostendrá con una reducción de 0.81 hijos durante el periodo 2010 hasta 2050, el modelo tuvo una aceptable aplicación favoreciendo el momento de transición que está viviendo actualmente el estado (Gobernación, 2015).

Tomando en cuenta los cálculos realizados en el trabajo, así como las transformaciones que se someterán a las políticas públicas se espera que la fecundidad continúe disminuyendo, llegando a 1.95 en 2030 y a 1.68 en 2050. Asimismo, la fecundidad se homologará a estados que actualmente muestran una baja fecundidad.

El estado de Nuevo León durante en el quinquenio comprendido de 2013 a 2017 registró una de las más bajas tasas de fecundidad entre las entidades de la República Mexicana, la cual fue de 2.01 hijos compartiendo este puesto con el estado de Quintana Roo (Gomez León Cruces, 2013).

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional de Dinámica Demográfica (ENADID) 2018, publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) mantiene una escala mínima de fecundidad y se encuentra por debajo del nivel de remplazo; además, se seleccionó este estado por manejar una de las tasas globales de fecundidad más bajas del país en el año 2000 (Galicia, 2019).

Estos resultados reafirman la relación con la variable demográfica de “localidad de residencia” y “fecundidad” ya que la población rural del estado regiomontano se ubica entre el 0.5 por ciento y 10 por ciento, siendo una de las más bajas a nivel nacional y compartiendo terna con Baja California y Coahuila.

En las proyecciones realizadas para este trabajo se arrojó que la tasa global de fecundidad en Nuevo León se estima que llegará a ser de 1.87 en 2030 y 1.76 en 2050.

También se observó que hay similitudes en las tendencias de proyección con las nacionales, debido a que comenzaron su análisis en medias parecidas y acabarán en el periodo proyectado sus tendencias con semejanzas notables.

Un caso especial significó la Ciudad de México, el cual registró las tasas globales de fecundidad más bajas presentadas en los Censos de Población y Vivienda de 2010 marcando 1.69 y la Encuesta Intercensal 2015 con 1.58.

En nuestras proyecciones se destacó que en el 2030 su tasa alcanzará 1.41 y en 2050 será de 1.36 indicador que se puede vincular con la variable de educación, donde a nivel nacional el alfabetismo registra 4.7 por ciento, mientras que en la Ciudad de México sólo el 1.1 por ciento de su población no sabe leer y escribir, por lo cual, se puede considerar que la educación es la pieza clave para mantener bajos los niveles de fecundidad (Mier & Teran, 1994).

Destaca que por lo menos en los estados analizados, la curva de fecundidad por edades individuales a medida que pase el tiempo se homologará la tendencia a la Ciudad de México; es decir, pareciera que seguirá el mismo patrón conforme pase el tiempo.

En el trabajo se identificó que en los estados seleccionados al menos presenta distintos ritmos de transición de fecundidad. Se identificó fue que hay estados que comienzan el proceso de transición y otros que se encuentran en desarrollo.

Al analizar la estructura de la fecundidad en México se pudo notar que, si se compara con países que viven esta fase, se podrá predecir su evolución en un futuro. Es importante considerar las variables intermedias que afectan al proceso e identificar las distinciones geográficas y culturales de cada país (Mier & Teran, 1994). Por ejemplo, la fecundidad en países desarrollados muestra que si hay un aumento de edad en la media de fecundidad se retrasará el nacimiento del primer hijo; en contraparte, los países subdesarrollados disminuirán por no contar con una planificación adecuada en la población.

Tanto a nivel nacional como en los estados seleccionados, las proyecciones arrojan que el rejuvenecimiento de la población, así como la fecundidad adolescente continuarán, siendo este último uno de los problemas más enrevesados que enfrenta la sociedad en la actualidad. Los resultados obtenidos en la implementación de la Ley General de Población de 1974 son de aplaudirse por algunos estados de la República Mexicana, ya que su eficiencia se encuentra por debajo del nivel de remplazo. Considero que se podría adecuar los programas y leyes en materia de planificación social a nuestro entorno actual.

Este trabajo contribuye al análisis sobre fecundidad en el país y a considerar métodos poco utilizados para este indicador con un sustento matemático y actuarial, para continuar el estudio de fecundidad analizando la dinámica demográfica y las políticas públicas a realizar.

Otra línea de investigación a estudiar interesante dentro de la fecundidad a pesar de los prejuicios existentes sería las estimaciones en la fecundidad masculina, es importante dar cuenta de los escasos esfuerzos que han intentado estimarla e incluso ir más allá, tratando de analizar la presencia masculina en las decisiones reproductivas.

## Referencias bibliográficas

- Alba, J., & Potter, F. (1986). *Población y desarrollo en México : una síntesis de la experiencia reciente*. Ciudad de México: Colegio de México.
- Aleida Azamar, A. (2019). *El modelo educativo mexicano, historia y construcción*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Arenas , C. (2013). *La población en México, un enfoque desde la perspectiva del derecho social*. Ciudad de Mexico: Universidad Nacional Autonoma de México.
- Basulto, D. I. (2011). El control demográfico en México. *Revista de Especialidades demográficas de México*.
- Bautista Espinosa, R. (2016). *Análisis estatal de los patrones reproductivos y tendencias de la fecundidad de 2000 a 2030*. Ciudad de México: Tesis de Doctorado. El Colegio de México.
- Bembibre, C. (2011). *Definición de Fecundidad*. Obtenido de Definición ABC:  
<https://www.definicionabc.com/ciencia/fecundidad.php>
- Benítez Zenteno, R. (1993). *Visión latinoamericana de la transición demográfica. Dinámica de la población y práctica política*. México: El Caribe.
- Blake, J. (1965). *Estructura social y fertilidad:un marco de referencia*. Buenos Aires: Eudeba.
- Bongaarts, J. (1982). *Un marco para el analisis de los deterinantes próximos de la fecundidad* . Bogotá: CCRP.
- Brass, W. (1974). *Metodos para estimar la fecundidad y la mortaidad en poblaciones con datos limitados*. Santiago de Chile: CELAPE.

- Brass, W. (1979). *The relational Gompertz model of fertility by age of woman*. United Nations: Report and Selected Papers.
- Brass, W. (1977). *Cuatro lecciones de William Brass*. Santiago Chile: CELADE.
- BUREAU, U. C. (2019). Measuring Fertility From a Census. *United States Census Bureau*, 5.
- Chackiel, J. (1979). *Estructura de la fecundidad por edades ajuste y proyeccion mediante la función de Gompertz linealizada*. Notas de Población (20).
- Chackiel, J. (2004). *La transición en América Latina 1950-200*. Santiago de Chile: Papeles de población.
- CONAPO. (2012). *Documento metodológico. Proyecciones de la población de México 2010-2015 Primera*. Obtenido de [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Informacion\\_General](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Informacion_General)
- Corona Vazquez, R. (1886). *Problemas en el uso de datos e indicadores demograficos en la investigación*. Ciudad de México: Colegio de México.
- Dirección General de Población y Desarrollo. (26 de Junio de 2013). *Fuentes de datos*. Obtenido de [https://www.mimp.gob.pe/webs/mimp/sispod/unidad2\\_fdd.pdf](https://www.mimp.gob.pe/webs/mimp/sispod/unidad2_fdd.pdf)
- Galicia, J. (Octubre de 2019). *Registra Nuevo Leon baja tasa de fecundidad*. Obtenido de <https://noticierouniversal.com/mexico/registra-nuevo-leon-baja-tasa-de-fecundidad/>
- García Guerrero, V. (2013). *Las estimaciones y las proyecciones demográficas como herramienta para el diseño de políticas de población*. Ciudad de México.
- Gobernación. (2015). *Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas 2016-2050*. Ciudad de México: CONAPO.
- Gomez León Cruces, J. (2013). *La situación demografica en México*. CONAPO.

- Gómez, I., Ramiro, M., & Nina, Z. (2011). *Factores relacionados con el embarazo y la maternidad en menores de 15 años.*
- Hernández López, M., & López Vega, R. (2001). *La situación demográfica en México. Panorama desde las proyecciones de población.*
- INEGI. (2013). *Conocimiento Chiapas.* Ciudad de México: SEDE.
- Kirk, K. (1996). *Demografía transición teoría de la población.*
- Mier, & Teran. (1994). *Transición de la demografía en México.*
- Mina Valdés, A. (2006). *Curso básico de demografía.* Ciudad de México: Publicaciones del departamento de matemáticas de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mina Valdés, A. (1982). *Desagregación de la estructura de la fecundidad por edades empleando la función Gompertz.* México: El Colegio de México.
- Mina Valdés, A. (2003). *Estimación de los fenómenos demográficos: funciones y métodos actuariales.* Ciudad de México: Publicaciones del departamento de matemáticas de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Naciones Unidas. (2008). *Principles and Recommendations for Population and Housing Censuses Revisión 2.* Obtenido de Principles and Recommendations for Population and Housing Censuses Revision 2: [https://unstats.un.org/unsd/demographic-social/Standards-and-Methods/files/Principles\\_and\\_Recommendations/Population-and-Housing-Censuses/Series\\_M67Rev2-E.pdf](https://unstats.un.org/unsd/demographic-social/Standards-and-Methods/files/Principles_and_Recommendations/Population-and-Housing-Censuses/Series_M67Rev2-E.pdf)
- Nahr, D. (Diciembre de 2011). *Naciones Unidas.* Obtenido de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>
- Rojas Martínez, L. (2014). *Estudios sobre reproducción masculina.*

- Ordorica Mellado, M. (2015). *Una mirada al futuro demográfico de México*. Ciudad de México: Colegio de México.
- Orgaz Pierce, H. (1991). *La función de Gompertz-Makeham en la descripción y proyección de los fenómenos*. Estudios demograficos y urbanos: El Colegio de México.
- Palecek Rodriguez, M. (2015). *Análsis demográfico de la fecundidad en México y sus niveles de reemplazo por medio de la función de Gompertz por entidad federativa*. Ciudad de México: Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autonoma de México.
- Patarra, N. (1973). *Transición demografica ¿Resumen histórico o Teoría de la población?* Ciudad de México: Demografía y Economía 19(1).
- Pressat, R. (1987). *Diccionario de Demografía*. Madrid España: Ariel.
- Quilobrán, J. (2008). *Los cambios en la familia vistos desde la demografía: un breve reflexión*. Ciudad de México: Centro de estudios demográficos y de desarrollo urbano .
- Secretaría de Gobernación. (19 de noviembre de 2018). *Gobernación*. Obtenido de <https://www.gob.mx/segob/es/articulos/revolucion-mexicana-el-gran-movimiento-social-del-siglo-xx?idiom=es>.
- Sotelo, C. (2019). *Indicadores demograficos basicos*. Madrid: Instituto Nacional de estadística.
- Spiegelman, M. (1972). *Introducción de la Demografía*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Economica.
- Tapia, M. (2010). *Situación Demográfica de México 1910-2010*.
- Villagomez, S. (2013). *Evolución de la situación demográfica*.
- Vinuesa, J. y. (2007). *Técnicas y ejercicios de Demografía*. Madrid: INE Colección.

Welti, C. (2001). *Analisis de la fecundidad en México con los datos de censo de población y vivienda*.

Zavala de Cosio , M. (1992). *Transición demográfica en América Latina y en Europa*. Ciudad de México: Notas de Población.

Zavala de Cosio, M. (1992). *Los antecedentes de la transición demográfica en México* . Ciudad de México: HMex.

Zavala de Cosio, M. (2014). *La Transición demográfica en México (1895-2010)*. Ciudad de México: Los mexicanos, un balance del cambio demográfico, Fondo de Cultura.



## Anexos

### Anexo 1.1

#### **Tasas específicas de fecundidad y tasas globales de fecundidad 2000**

Grupo de edad	Entidad Federativa				
	Nacional	Chiapas	CDMX	Guerrero	Nuevo León
15-19	0.0642	0.0897	0.0442	0.0783	0.0571
20-24	0.1542	0.1889	0.1069	0.1910	0.1293
25-29	0.1514	0.1677	0.1097	0.1860	0.1468
30-34	0.1111	0.1202	0.0856	0.1407	0.1091
35-39	0.0617	0.0787	0.0436	0.0892	0.0502
40-44	0.0228	0.0351	0.0123	0.0394	0.0119
45-49	0.0056	0.0134	0.0023	0.0116	0.0018
TGF	2.8550	3.4749	2.0254	3.6861	2.5342

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

#### **Tasas específicas de fecundidad y tasas globales de fecundidad 2010**

Grupo de edad	Entidad Federativa				
	Nacional	Chiapas	CDMX	Guerrero	Nuevo León
15-19	0.0668	0.0864	0.0536	0.0882	0.0784
20-24	0.1313	0.1584	0.0894	0.1468	0.1215
25-29	0.1218	0.1496	0.0807	0.1389	0.1128
30-34	0.0846	0.0984	0.0624	0.1035	0.0852
35-39	0.0392	0.0566	0.0350	0.0567	0.0370
40-44	0.0112	0.0188	0.0089	0.0145	0.0108
45-49	0.0013	0.0024	0.0006	0.0026	0.0010
(TGF)	2.2810	2.8528	1.6529	2.7556	2.2332

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censos de Población y vivienda (2010).

#### **Tasas específicas de fecundidad y tasas globales de fecundidad 2015**

Grupo de edad	Entidad Federativa				
	Nacional	Chiapas	CDMX	Guerrero	Nuevo León
15-19	0.0656	0.0916	0.0496	0.0840	0.0665
20-24	0.1260	0.1577	0.0838	0.1348	0.1122
25-29	0.1170	0.1392	0.0688	0.1221	0.1084
30-34	0.0814	0.0998	0.0570	0.0921	0.0855
35-39	0.0367	0.0556	0.0354	0.0476	0.0421
40-44	0.0102	0.0186	0.0084	0.0150	0.0088
45-49	0.0011	0.0025	0.0008	0.0018	0.0005
(TGF)	2.1900	2.8249	1.5186	2.4864	2.1203

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Encuesta Intercensal, 2015.

## Anexo 1.2

### Cálculo de Mo(t), Ms(t) y la estructura de fecundidad acumulada 2000

Grupo de edad	Entidad Federativa														
	2000														
	Nacional			Chiapas			CDMX			Guerrero			Nuevo León		
	5f(t)	F(t)	Mo(t)	5f(t)	F(t)	Mo(t)	5f(t)	F(t)	Mo(t)	5f(t)	F(t)	Mo(t)	5f(t)	F(t)	Mo(t)
15-19	0.0642	0.0000	0.0000	0.0900	0.0000	0.0000	0.0442	0.0000	0.0000	0.0800	0.0000	0.0000	0.0783	0.0000	0.0000
20-24	0.1542	0.3210	0.7818	0.1900	0.4500	0.7200	0.1069	0.2210	0.7949	0.1900	0.3900	0.8100	0.1910	0.3915	0.8069
25-29	0.1514	1.0920	0.0397	0.1700	0.3900	0.0900	0.1097	0.7555	0.0152	0.1900	1.3500	0.0100	0.1860	1.3465	0.0057
30-34	0.1111	1.8490	0.8337	0.1200	2.2300	0.8200	0.0856	1.3040	0.8229	0.1400	2.2800	0.7300	0.1407	2.2765	0.7328
35-39	0.0617	2.4045	1.7618	0.0800	2.8300	1.6000	0.0436	1.7320	1.8624	0.0900	2.9800	1.5500	0.0892	2.9800	1.5547
40-44	0.0228	2.7130	2.9756	0.0400	3.2300	2.6200	0.0123	1.9500	3.3036	0.0400	3.4300	2.6300	0.0394	3.4260	2.6340
45-49	0.0056	2.8270	4.6197	0.0100	3.4000	3.9400	0.0023	2.0115	5.1671	0.0100	3.6200	4.1400	0.0116	3.6230	4.1426
TGF	2.855			3.4758			2.0234			3.6975			3.6861		

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de población y Vivienda 2000, Censos de población y vivienda 2010, Encuesta intercensal del 2015.

### Cálculo de Mo(t), Ms(t) y la estructura de fecundidad acumulada 2010

Grupo de edad	Entidad Federativa														
	2010														
	Nacional			Chiapas			CDMX			Guerrero			Nuevo León		
	5f(t)	F(t)	Mo(t)	5f(t)	F(t)	Mo(t)	5f(t)	F(t)	Mo(t)	5f(t)	F(t)	Mo(t)	5f(t)	F(t)	Mo(t)
15-19	0.0569	0.0000	0.0000	0.0400	0.0000	0.0000	0.0725	0.0000	0.0000	0.0500	0.0000	0.0000	0.0503	0.0000	0.0000
20-24	0.1318	0.2843	0.7565	0.1300	0.2200	0.8600	0.1505	0.3623	0.6643	0.1300	0.2500	0.8200	0.1321	0.2516	0.8219
25-29	0.1255	0.9432	0.0708	0.1300	0.8800	0.0100	0.1229	1.1147	0.1992	0.1300	0.9100	0.0100	0.1273	0.9122	0.0133
30-34	0.0950	1.5709	0.8640	0.0900	1.5200	0.8300	0.0930	1.7290	0.9663	0.1000	1.5500	0.7800	0.1003	1.5489	0.7823
35-39	0.0503	2.0459	1.8499	0.0500	1.9800	1.7600	0.0513	2.1942	1.9506	0.0600	2.0500	1.7300	0.0566	2.0502	1.7319
40-44	0.0167	2.2975	3.1877	0.0200	2.2500	3.0800	0.0128	2.4505	3.4507	0.0200	2.3300	3.0500	0.0200	2.3333	3.0450
45-49	0.0027	2.3811	5.1948	0.0000	2.3400	5.4800	0.0030	2.5143	5.1118	0.0000	2.4300	5.1800	0.0027	2.4333	5.1807
TGF	2.3943			2.3500			2.5295			2.4500			2.4470		

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de población y Vivienda 2000, Censos de población y vivienda 2010, Encuesta intercensal del 2015

### Cálculo de Mo(t), Ms(t) y la estructura de fecundidad acumulada 2015

Grupo de edad	Entidad Federativa														
	2015														
	Nacional			Chiapas			CDMX			Guerrero			Nuevo León		
	5f(t)	F(t)	Mo(t)	5f(t)	F(t)	Mo(t)	5f(t)	F(t)	Mo(t)	5f(t)	F(t)	Mo(t)	5f(t)	F(t)	Mo(t)
15-19	0.0625	0.0000	0.0000	0.0800	0.0800	0.0000	0.0408	0.0000	0.0000	0.0700	0.0000	0.0000	0.0709	0.0000	0.0000
20-24	0.1286	0.3127	0.6876	0.1600	0.1600	0.7200	0.0853	0.2041	0.7158	0.1400	0.3500	0.7000	0.1404	0.3544	0.6961
25-29	0.1182	0.9557	0.1372	0.1500	0.1500	0.1000	0.0738	0.6308	0.0863	0.1300	1.0600	0.0900	0.1334	1.0564	0.0900
30-34	0.0864	1.5469	0.9411	0.1100	0.1100	0.8700	0.0623	0.9999	0.7837	0.1000	1.7200	0.8600	0.1024	1.7236	0.8573
35-39	0.0459	1.9790	1.9388	0.0700	0.0700	1.7600	0.0411	1.3114	1.6845	0.0600	2.2400	1.8100	0.0565	2.2357	1.8066
40-44	0.0134	2.2084	3.3765	0.0200	0.0200	2.9900	0.0106	1.5170	3.2216	0.0200	2.5200	3.1000	0.0193	2.5183	3.0979
45-49	0.0020	2.2752	5.4332	0.0100	0.0100	4.7300	0.0017	1.5702	5.2194	0.0000	2.6200	4.9000	0.0039	2.6151	4.8983
TGF	2.2852			2.9800			1.5787			2.6300			2.6346		

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de población y Vivienda 2000, Censos de población y vivienda 2010, Encuesta intercensal del 2015.

### Anexo 1.3

#### Distribución de los valores $\widehat{M}(t)$ para el 2000,2010 a nivel nacional, así como estatal (Chiapas, CDMX, Guerrero y Nuevo León)

Edad exacta	Entidad Federativa														
	Nacional			Chiapas			CDMX			Guerrero			Nuevo León		
	$M_s(t)$	$\widehat{M}(t)_{2000}$	$\widehat{M}(t)_{2010}$	$M_s(t)$	$\widehat{M}(t)_{2000}$	$\widehat{M}(t)_{2010}$	$M_s(t)$	$\widehat{M}(t)_{2000}$	$\widehat{M}(t)_{2010}$	$M_s(t)$	$\widehat{M}(t)_{2000}$	$\widehat{M}(t)_{2010}$	$M_s(t)$	$\widehat{M}(t)_{2000}$	$\widehat{M}(t)_{2010}$
20	0.6876	0.7011	0.7344	0.7164	0.7268	0.8995	0.7158	0.7262	0.6032	0.8069	0.7087	0.824	0.7803	0.7418	0.5494
25	-0.1372	-0.0368	0.0662	-0.0956	0.0004	-0.0100	-0.0863	0.0088	-0.2021	-0.0057	0.0054	0.0022	-0.0010	0.0427	-0.1053
30	-0.9411	-0.7559	0.8465	-0.8661	-0.6888	-0.8730	-0.7837	-0.6151	-0.9023	-0.7328	-0.6809	-0.7998	-0.8718	-0.6673	-0.7701
35	-1.9388	-1.6484	1.8150	-1.7559	-1.4848	-1.8696	-1.6845	-1.4209	-1.8068	-1.5547	-1.5301	-1.7921	-2.0029	-1.6147	-1.6572
40	-3.3765	-2.9345	3.2105	-2.9916	-2.5902	-3.2537	-3.2216	-2.7959	-3.3502	-2.8634	-2.6852	-3.1418	-3.5958	-3.1122	-3.0594
45	-5.4332	-4.7743	5.2069	-4.7251	-4.1408	-5.1953	-5.2194	-4.5830	-5.3561	-4.1426	-4.2958	-5.0237	-5.6374	-5.3115	-5.1187
Parámetros	$\alpha = 0.0860 \beta = .8945$			$\alpha = 0.43260 \beta = 0.9982$			$\alpha = 0.5665 \beta = 1.188$			$\alpha = 0.6562 \beta = 1.0507$			$\alpha = 0.5474 \beta = 1.1188$		

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo General de población y Vivienda 2000, Censos de población y vivienda 2010, Encuesta intercensal 2015.

## Anexo 1.4

### Tasas específicas de fecundidad 2010 al 2045 a nivel nacional

Grupo Edad	Entidad Federativa							
	Nacional							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
15-19	0.0668	0.0656	0.0648	0.0642	0.0640	0.0605	0.0590	0.0579
20-24	0.1313	0.1260	0.1231	0.1214	0.1203	0.1033	0.1009	0.0990
25-29	0.1218	0.1170	0.1137	0.1121	0.1112	0.0915	0.0893	0.0876
30-34	0.0846	0.0814	0.0792	0.0777	0.0770	0.0659	0.0643	0.0632
35-39	0.0392	0.0367	0.0354	0.0345	0.0338	0.0334	0.0327	0.0320
40-44	0.0112	0.0102	0.0097	0.0095	0.0093	0.0092	0.0090	0.0088
45-49	0.0013	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009
TGF	2.2810	2.1900	2.1350	2.1023	2.0831	1.8235	1.7804	1.7468

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Tasas específicas de fecundidad 2010 al 2045 del estado de Chiapas

Grupo de Edad	Entidad Federativa							
	Chiapas							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
15-19	0.0864	0.0916	0.0849	0.0803	0.0774	0.0752	0.0735	0.0718
20-24	0.1584	0.1577	0.1491	0.1417	0.1369	0.1323	0.1296	0.1267
25-29	0.1496	0.1392	0.1332	0.1270	0.1229	0.1188	0.1162	0.1135
30-34	0.0984	0.0998	0.0958	0.0913	0.0883	0.0856	0.0837	0.0817
35-39	0.0566	0.0556	0.0543	0.0520	0.0503	0.0487	0.0478	0.0467
40-44	0.0188	0.0186	0.0185	0.0179	0.0174	0.0168	0.0164	0.0161
45-49	0.0024	0.0025	0.0023	0.0023	0.0022	0.0022	0.0021	0.0021
TGF	2.8528	2.8249	2.6901	2.5627	2.4769	2.3971	2.3462	2.2926

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Tasas específicas de fecundidad 2010 al 2045 del estado de CDMX

Grupo de edad	Entidad Federativa							
	CDMX							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
15-19	0.0536	0.0496	0.0478	0.0463	0.0457	0.0448	0.0445	0.0441
20-24	0.0894	0.0838	0.0798	0.0774	0.0764	0.0752	0.0748	0.0740
25-29	0.0807	0.0688	0.0658	0.0640	0.0632	0.0622	0.0618	0.0612
30-34	0.0624	0.0570	0.0549	0.0535	0.0528	0.0520	0.0517	0.0511
35-39	0.0350	0.0354	0.0357	0.0350	0.0345	0.0340	0.0339	0.0335
40-44	0.0089	0.0084	0.0088	0.0087	0.0087	0.0085	0.0084	0.0084
45-49	0.0006	0.0008	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
TGF	1.6529	1.5186	1.4666	1.4269	1.4086	1.3856	1.3775	1.3637

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Tasas específicas de fecundidad 2010 al 2045 del estado de Guerrero

Grupo de edad	Entidad Federativa							
	Guerrero							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
15-19	0.0882	0.0840	0.0714	0.0658	0.0612	0.0587	0.0559	0.0545
20-24	0.1468	0.1348	0.1211	0.1125	0.1049	0.1003	0.0956	0.0932
25-29	0.1389	0.1221	0.1110	0.1034	0.0965	0.0922	0.0879	0.0856
30-34	0.1035	0.0921	0.0843	0.0785	0.0732	0.0701	0.0668	0.0650
35-39	0.0567	0.0476	0.0454	0.0428	0.0399	0.0382	0.0365	0.0355
40-44	0.0145	0.0150	0.0149	0.0143	0.0134	0.0128	0.0122	0.0119
45-49	0.0026	0.0018	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016
TGF	2.7556	2.4864	2.2500	2.0953	1.9539	1.8689	1.7822	1.7365

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Tasas específicas de fecundidad 2010 al 2045 del estado de Nuevo León

Grupo de edad	Entidad Federativa							
	Nuevo León							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
15-19	0.0784	0.0665	0.0626	0.0597	0.0577	0.0564	0.0554	0.0547
20-24	0.1215	0.1122	0.1049	0.1005	0.0975	0.0952	0.0936	0.0924
25-29	0.1128	0.1084	0.1014	0.0974	0.0946	0.0923	0.0907	0.0895
30-34	0.0852	0.0855	0.0822	0.0791	0.0768	0.0750	0.0737	0.0726
35-39	0.0370	0.0421	0.0419	0.0406	0.0394	0.0386	0.0379	0.0374
40-44	0.0108	0.0088	0.0089	0.0087	0.0085	0.0083	0.0082	0.0081
45-49	0.0010	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
TGF	2.2332	2.1203	2.0115	1.9320	1.8743	1.8313	1.7993	1.7747

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

## Anexo 1.5

### Estructura de la fecundidad acumulada a nivel nacional

Grupo de edad	Entidad Federativa							
	Nacional							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
15-19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-24	0.6526	0.6415	0.6345	0.6307	0.6276	0.5861	0.5863	0.5862
25-29	-0.1817	-0.1900	-0.1974	-0.2016	-0.2038	-0.2224	-0.2223	-0.2225
30-34	-1.0364	-1.0489	-1.0568	-1.0642	-1.0683	-1.0304	-1.0305	-1.0304
35-39	-2.1185	-2.1520	-2.1684	-2.1786	-2.1889	-2.0627	-2.0622	-2.0627
40-44	-3.5833	-3.6390	-3.6672	-3.6773	-3.6856	-3.5695	-3.5716	-3.5699
45-49	-5.8438	-5.9499	-6.0067	-6.0302	-6.0410	-6.0032	-6.0017	-6.0057

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Estructura de la fecundidad acumulada del estado de Chiapas

Grupo de edad	Entidad Federativa							
	Chiapas							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
15-19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-24	0.6356	0.5987	0.6136	0.6173	0.6186	0.6169	0.6173	0.6174
25-29	-0.1668	-0.2007	-0.1828	-0.1783	-0.1767	-0.1772	-0.1771	-0.1774
30-34	-0.9961	-0.9819	-0.9617	-0.9563	-0.9551	-0.9547	-0.9537	-0.9538
35-39	-1.9206	-1.9248	-1.8950	-1.8848	-1.8832	-1.8836	-1.8812	-1.8798
40-44	-3.2732	-3.2691	-3.2333	-3.2147	-3.2102	-3.2128	-3.2133	-3.2086
45-49	-5.4816	-5.4344	-5.4398	-5.4130	-5.4011	-5.4002	-5.4069	-5.4079

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Estructura de la fecundidad acumulada del estado de CDMX

Grupo de edad	Entidad Federativa							
	CDMX							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
15-19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-24	0.5988	0.5950	0.5953	0.5976	0.5979	0.6003	0.6001	0.5998
25-29	-0.1762	-0.1944	-0.1840	-0.1799	-0.1791	-0.1777	-0.1778	-0.1780
30-34	-0.9394	-0.8983	-0.8769	-0.8712	-0.8702	-0.8685	-0.8678	-0.8688
35-39	-1.9320	-1.8400	-1.7944	-1.7839	-1.7827	-1.7816	-1.7795	-1.7801
40-44	-3.5275	-3.4815	-3.4395	-3.4205	-3.4185	-3.4221	-3.4207	-3.4186
45-49	-6.2619	-5.9255	-6.5015	-6.4740	-6.4841	-6.4912	-6.4853	-6.4994

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Estructura de la fecundidad acumulada del estado de Guerrero

Grupo de edad	Entidad Federativa							
	Guerrero							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
15-19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-24	0.6057	0.5759	0.6104	0.6161	0.6174	0.6162	0.6164	0.6159
25-29	-0.1597	-0.1970	-0.1634	-0.1571	-0.1556	-0.1563	-0.1564	-0.1571
30-34	-0.9465	-0.9734	-0.9316	-0.9231	-0.9215	-0.9217	-0.9213	-0.9219
35-39	-1.9394	-1.9758	-1.9044	-1.8879	-1.8846	-1.8858	-1.8844	-1.8839
40-44	-3.4589	-3.3730	-3.2677	-3.2409	-3.2311	-3.2340	-3.2348	-3.2323
45-49	-5.3735	-5.6140	-5.4600	-5.4315	-5.4063	-5.4146	-5.4165	-5.4097

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

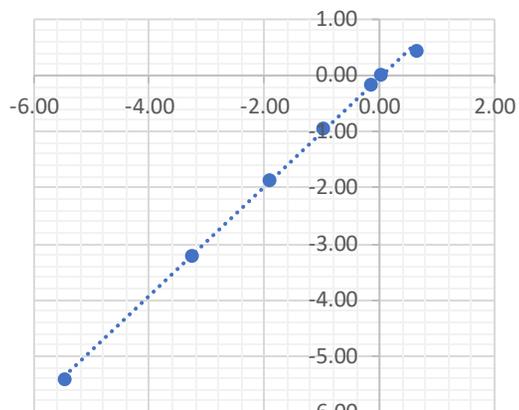
### Estructura de la fecundidad acumulada del estado de Nuevo León

Grupo de edad	Entidad Federativa							
	Nuevo León							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
15-19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-24	0.5536	0.6165	0.6211	0.6245	0.6267	0.6260	0.6264	0.6262
25-29	-0.2184	-0.1463	-0.1321	-0.1276	-0.1256	-0.1257	-0.1259	-0.1263
30-34	-1.0318	-0.9419	-0.9091	-0.9032	-0.9010	-0.9007	-0.9007	-0.9015
35-39	-2.1593	-2.0467	-1.9941	-1.9832	-1.9796	-1.9792	-1.9786	-1.9796
40-44	-3.6263	-3.8132	-3.7544	-3.7345	-3.7262	-3.7257	-3.7254	-3.7282
45-49	-6.1209	-6.7424	-6.9130	-6.8980	-6.8676	-6.8704	-6.8528	-6.8931

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población

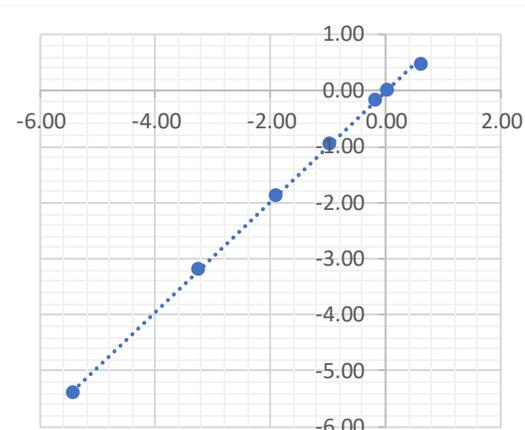
## Anexo 1.6

### Doble logaritmo de la estructura de la fecundidad acumulada del 2010 al 2045 del estado de Chiapas



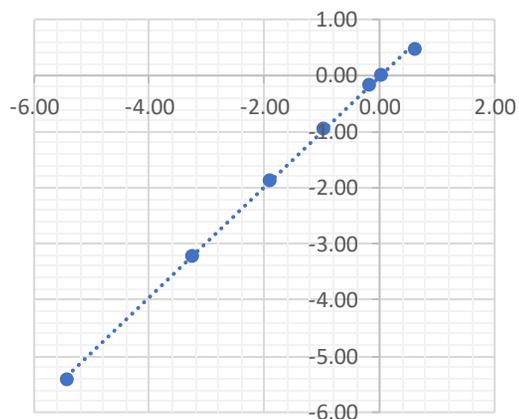
2010

● Series1  
..... Lineal (Series1)



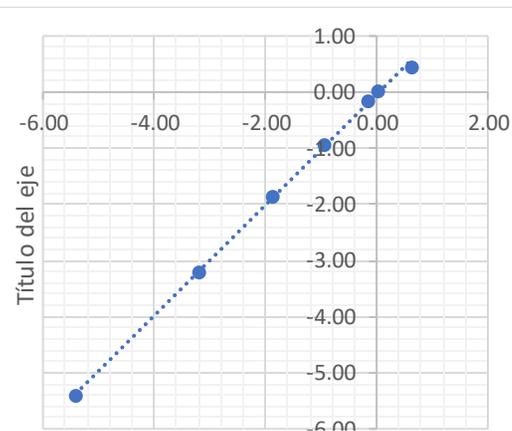
2015

● Series1  
..... Lineal (Series1)



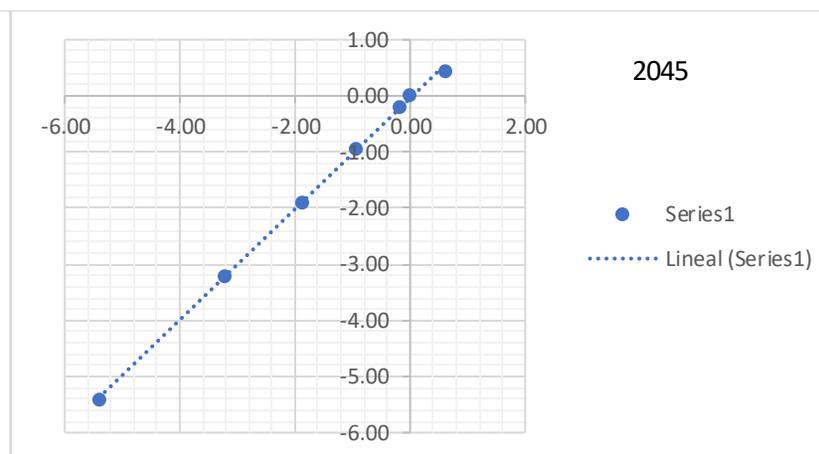
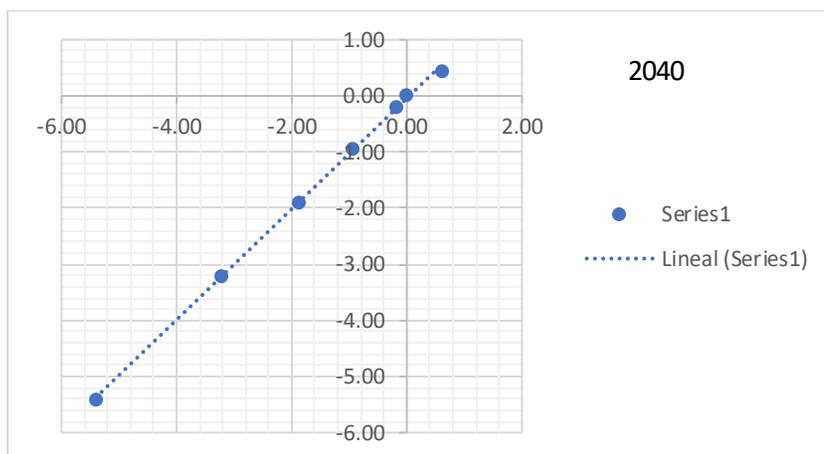
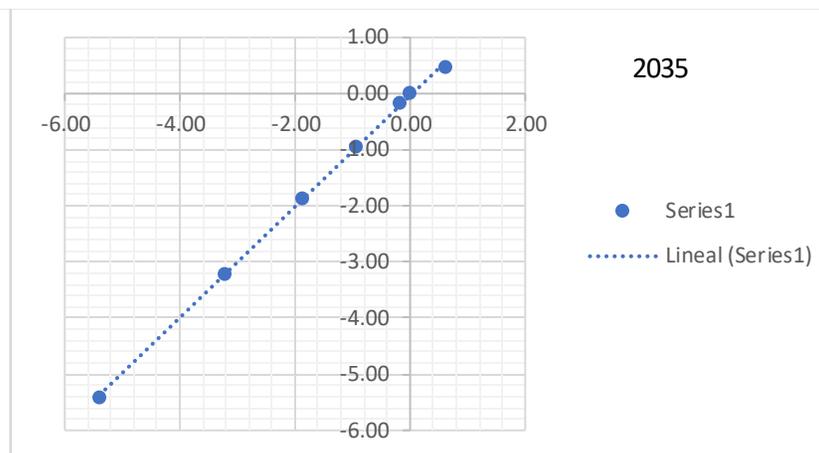
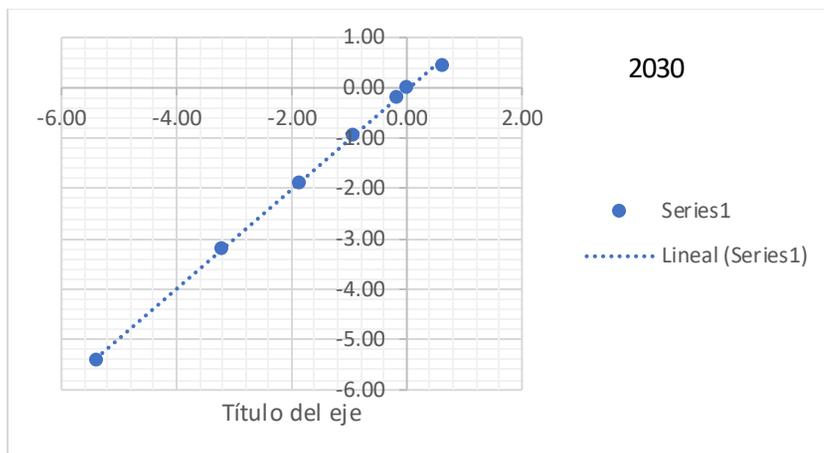
2020

● Series1  
..... Lineal (Series1)



2025

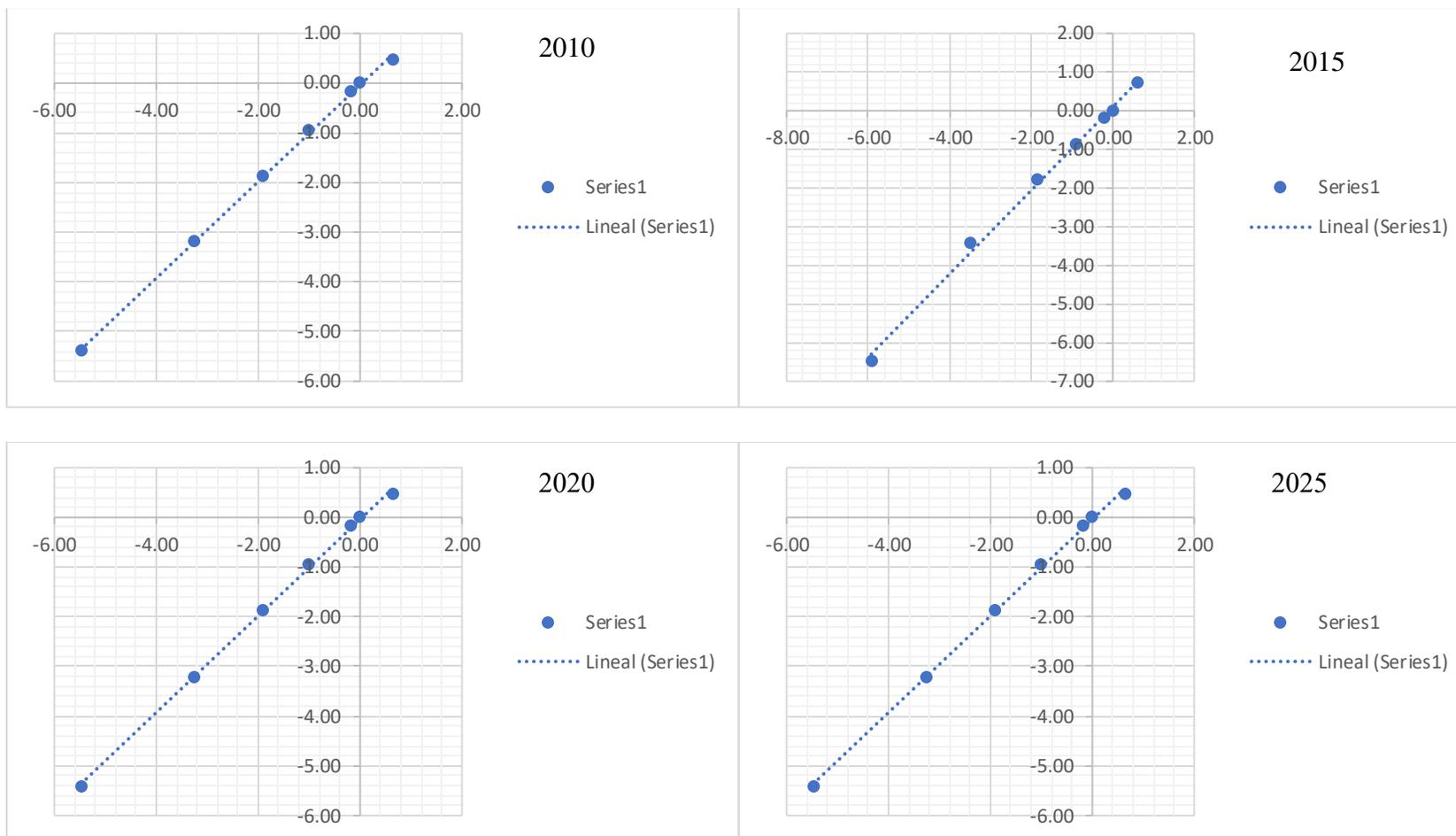
● Series1  
..... Lineal (Series1)

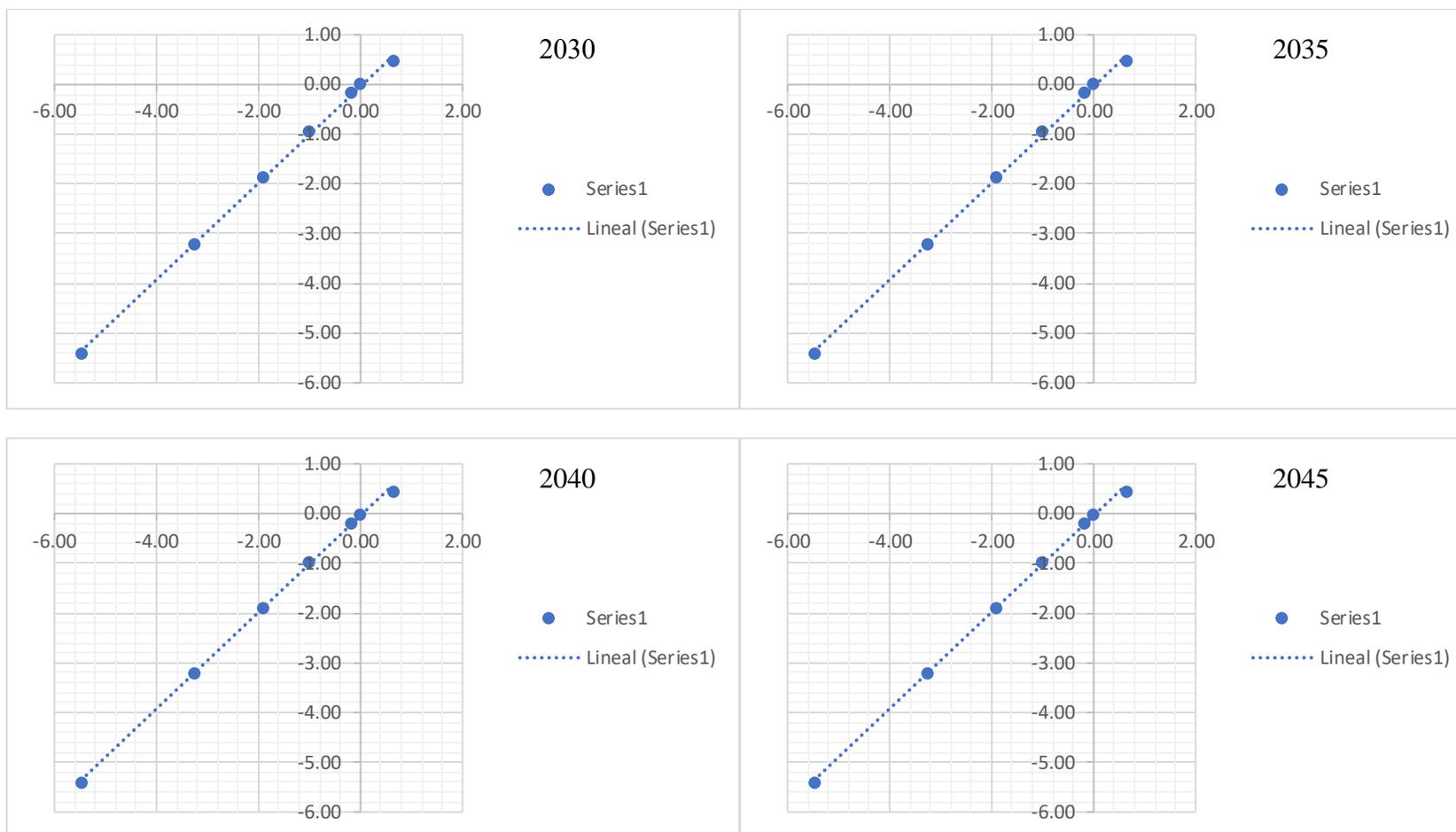


Nota: Las gráficas se hicieron con respecto al patrón estándar 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Doble logaritmo de la estructura de la fecundidad acumulada del 2010 al 2045 del estado de Ciudad de México

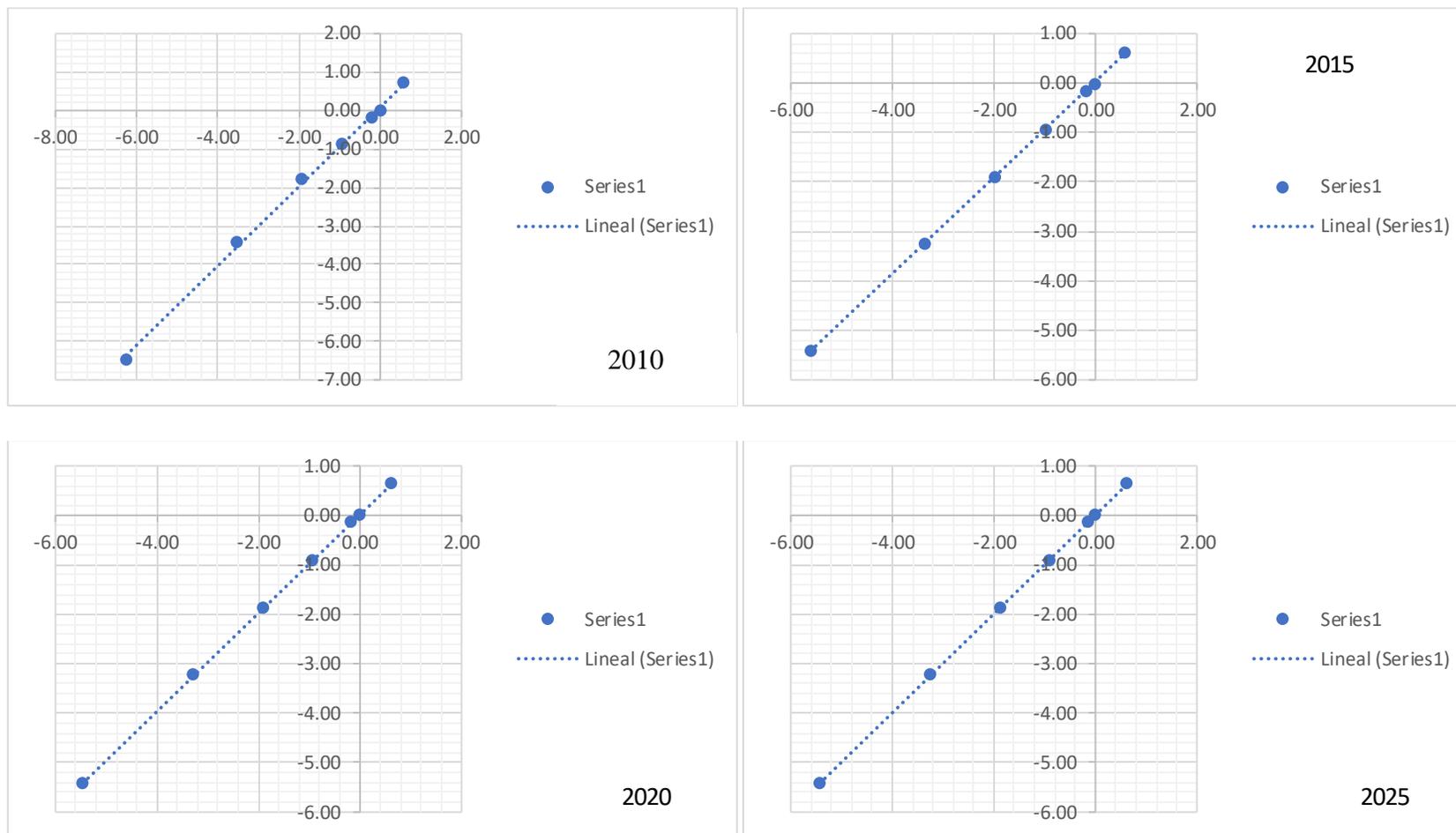




Nota: Las gráficas se hicieron con respecto al patrón estándar 2050.

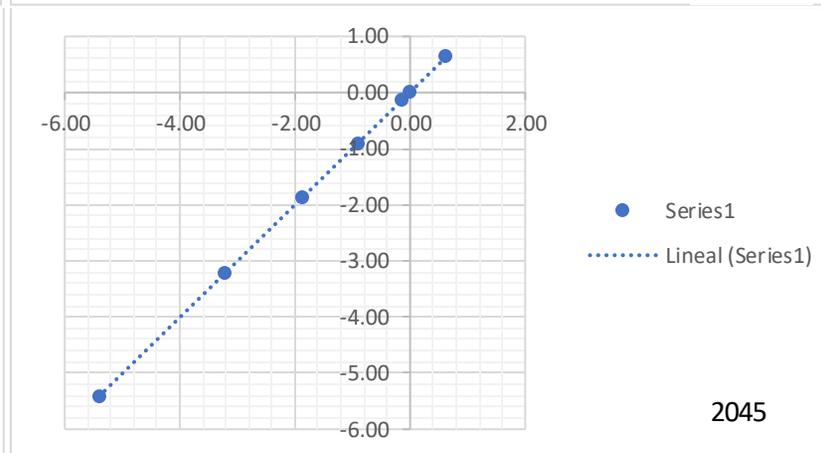
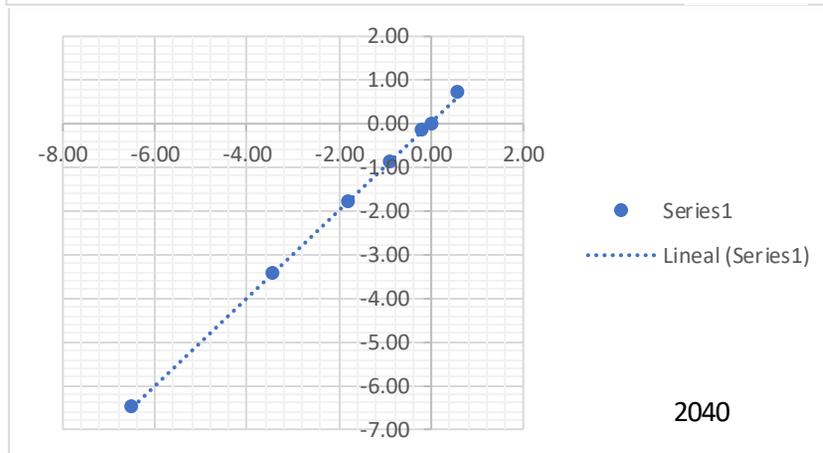
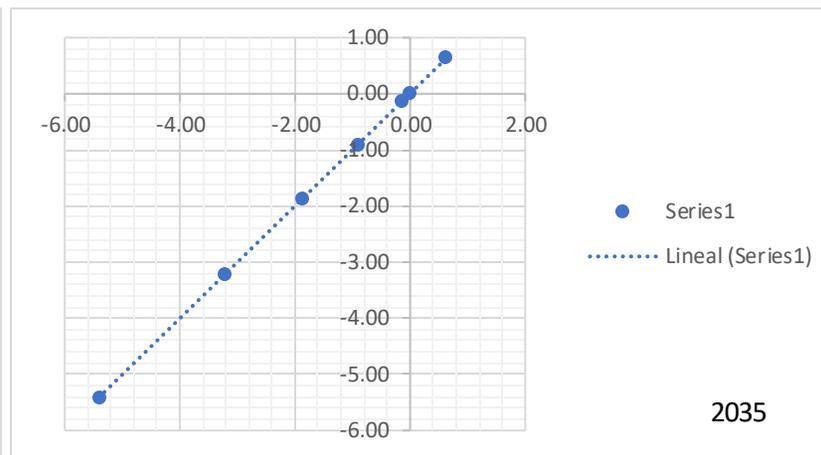
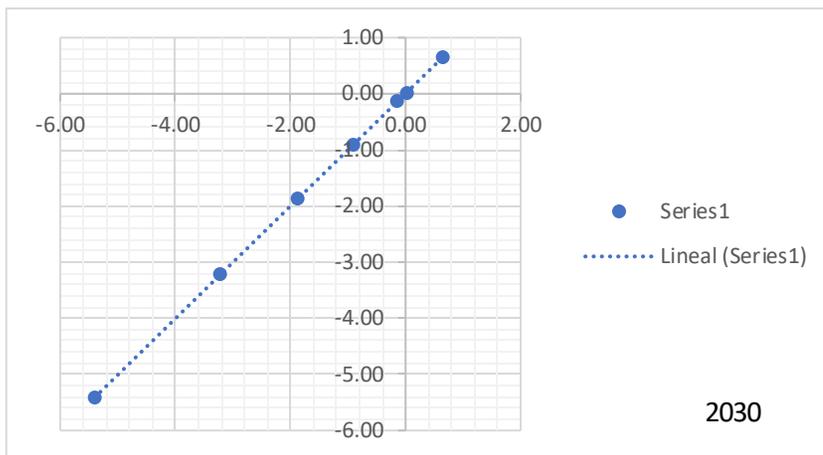
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

## Doble logaritmo de la estructura de la fecundidad acumulada del 2010 al 2045 del estado de Guerrero



Nota: Las gráficas se hicieron con respecto al patrón estándar 2050.

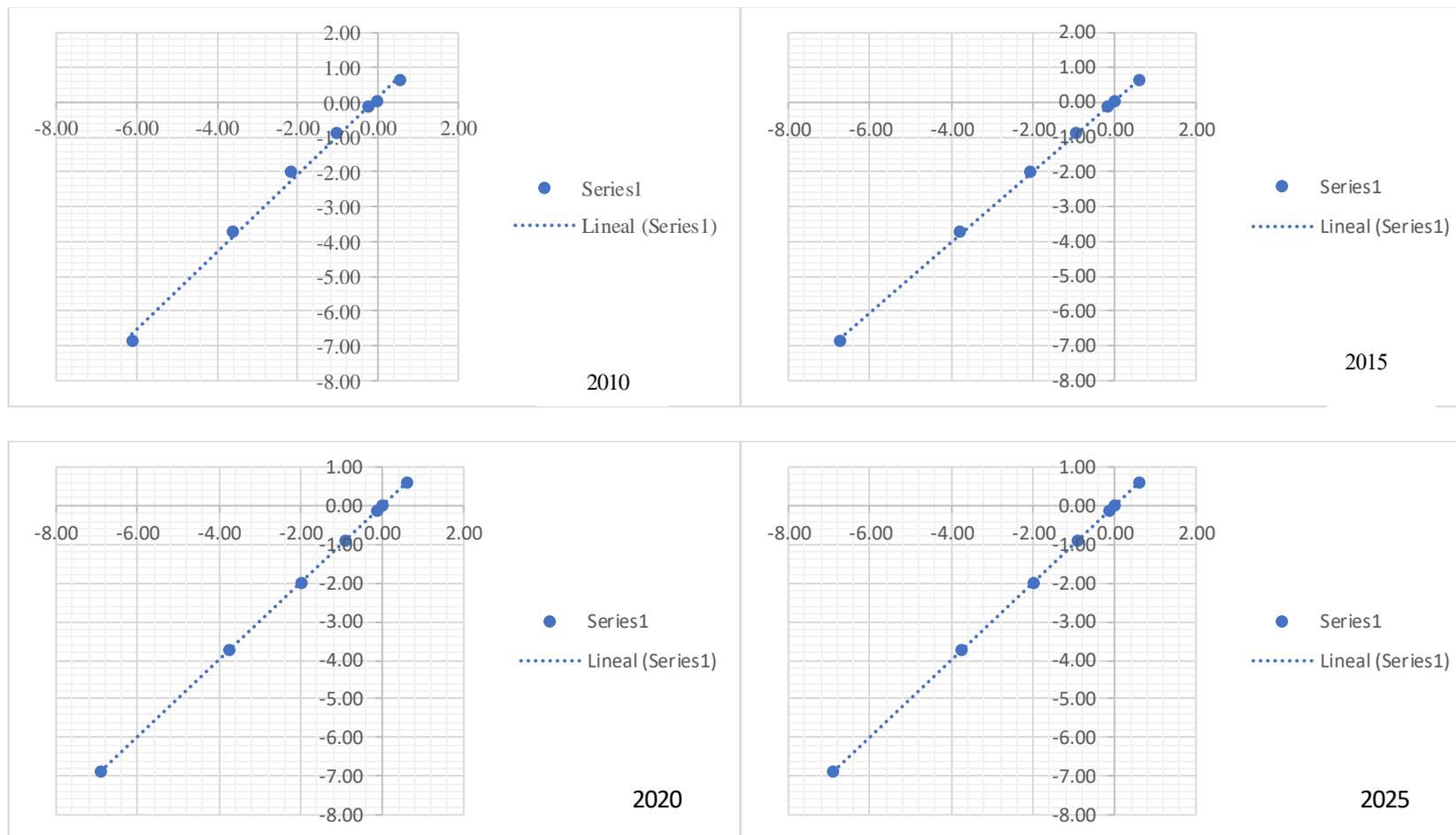
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.



Nota: Las gráficas se hicieron con respecto al patrón estándar 2050.

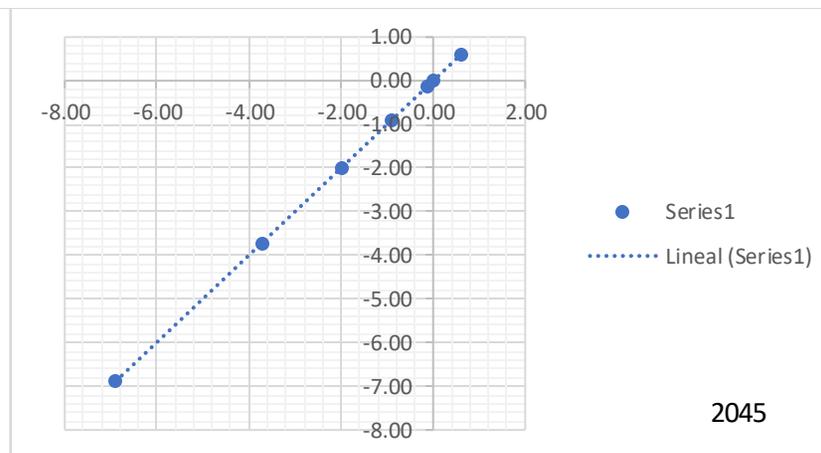
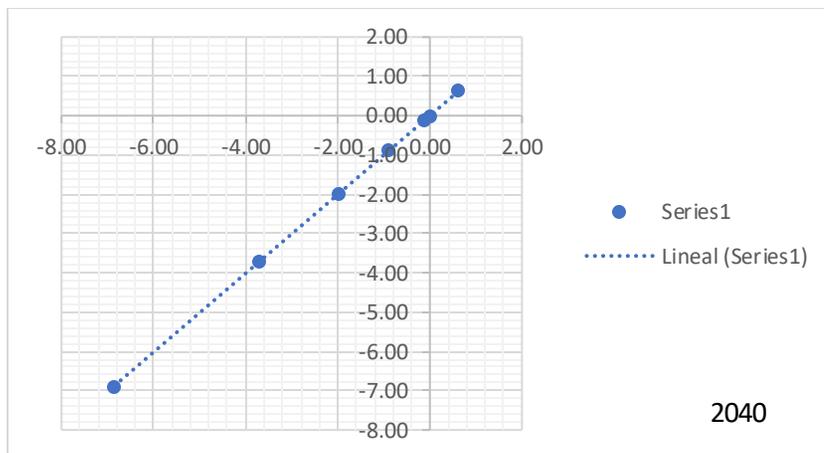
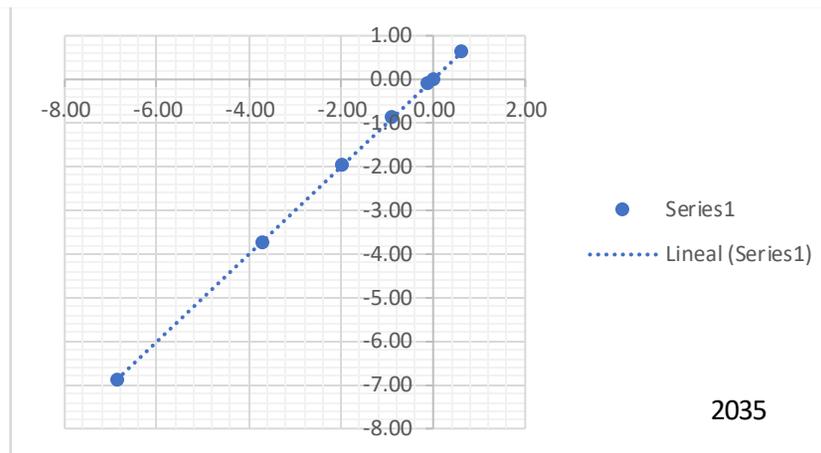
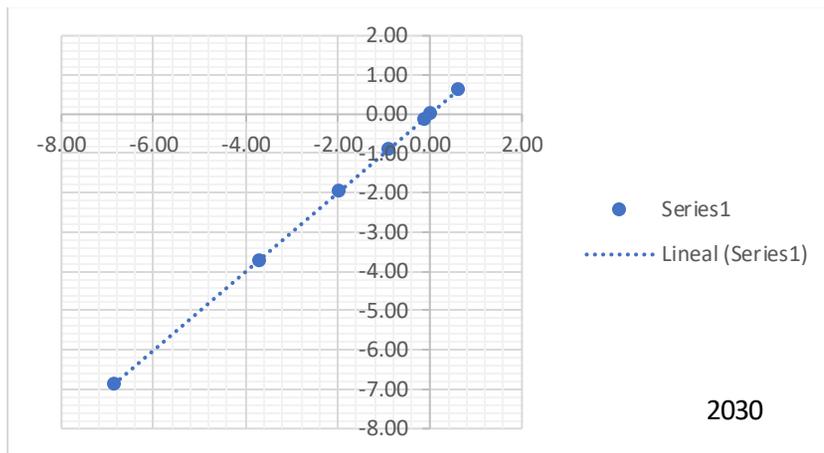
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Doble logaritmo de la estructura de la fecundidad acumulada del 2010 al 2045 del estado de Nuevo León



Nota: Las gráficas se hicieron con respecto al patrón estándar 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.



Nota: Las gráficas se hicieron con respecto al patrón estándar 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

Anexo 1.7

**Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2015 a nivel nacional**

Edad	Entidad Federativa					
	Nacional					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0656	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0680
20-24	0.1260	0.6415	0.5861	0.6224	0.3398	0.1251
25-29	0.1170	0.1900	0.2228	0.1993	0.9652	0.1124
30-34	0.0814	1.0489	1.0310	1.0204	1.5272	0.0806
35-39	0.0367	2.1520	2.0627	2.0685	1.9300	0.0402
40-44	0.0102	3.6390	3.5716	3.6014	2.1311	0.0108
45-49	0.0011	5.9499	6.0024	6.0709	2.1849	0.0010
(TGF)	2.1900	$\alpha$	0.0270	$\beta$	1.0159	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2015 del estado de Chiapas**

Edad	Entidad Federativa					
	Chiapas					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0916	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1080
20-24	0.1577	0.5987	0.4577	0.5034	0.5401	0.1301
25-29	0.1392	0.2007	0.1775	0.1464	1.1909	0.1443
30-34	0.0998	0.9819	0.9542	0.9409	1.9121	0.1032
35-39	0.0556	1.9248	1.8800	1.8879	2.4280	0.0578
40-44	0.0186	3.2690	3.2087	3.2471	2.7172	0.0192
45-49	0.0025	5.4344	5.4045	5.4933	2.8133	0.0023
(TGF)	2.8249	$\alpha$	0.0352	$\beta$	1.0229	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2015 del estado de CDMX

Edad	Entidad Federativa					
	CDMX					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0496	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0473
20-24	0.0838	0.5950	0.7210	0.6200	0.2366	0.0901
25-29	0.0688	0.1944	0.1783	0.2317	0.6870	0.0637
30-34	0.0570	0.8983	0.8692	0.8860	1.0055	0.0542
35-39	0.0354	1.8400	1.7820	1.7505	1.2764	0.0375
40-44	0.0084	3.4815	3.4218	3.3035	1.4637	0.0103
45-49	0.0008	5.9255	6.4727	6.1930	1.5154	0.0006
(TGF)	1.5186	$\alpha$	0.0628	$\beta$	0.9471	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2015 del estado de Guerrero

Edad	Entidad Federativa					
	Guerrero					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0840	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0800
20-24	0.1348	0.5759	0.6284	0.6027	0.4000	0.1402
25-29	0.1221	0.1970	0.1574	0.2051	1.1011	0.1230
30-34	0.0921	0.9734	0.9228	0.9920	1.7160	0.0900
35-39	0.0476	1.9758	1.8853	1.9815	2.1662	0.0472
40-44	0.0150	3.3730	3.2354	3.3694	2.4023	0.0150
45-49	0.0018	5.6140	5.4166	5.6119	2.4773	0.0018
(TGF)	2.4864	$\alpha$	0.0433	$\beta$	1.0281	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajuste de la estructura por edad de la fecundidad del año 2015 del estado de Nuevo León

Edad	Entidad Federativa					
	Nuevo León					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0665	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0695
20-24	0.1122	0.6165	0.6154	0.5926	0.3474	0.1092
25-29	0.1084	0.1463	0.1263	0.1460	0.8935	0.1058
30-34	0.0855	0.9419	0.9016	0.9182	1.4224	0.0855
35-39	0.0421	2.0467	1.9796	1.9918	1.8499	0.0441
40-44	0.0088	3.8132	3.7308	3.7358	2.0703	0.0096
45-49	0.0005	6.7424	6.8826	6.8747	2.1181	0.0004
(TGF)	2.1203	$\alpha$	0.0203	$\beta$	0.9959	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2020 a nivel nacional

Edad	Entidad Federativa					
	Nacional					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0648	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0664
20-24	0.1231	0.6345	0.5861	0.6208	0.3322	0.1229
25-29	0.1137	0.1974	0.2228	0.2068	0.9468	0.1098
30-34	0.0792	1.0568	1.0310	1.0337	1.4960	0.0781
35-39	0.0354	2.1684	2.0627	2.0893	1.8864	0.0386
40-44	0.0097	3.6672	3.5716	3.6330	2.0793	0.0102
45-49	0.0011	6.0067	6.0024	6.1201	2.1303	0.0009
(TGF)	2.1350	$\alpha$	0.0211	$\beta$	1.0231	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2020 del estado de Chiapas

Edad	Entidad Federativa					
	Chiapas					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0849	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1000
20-24	0.1491	0.6136	0.4577	0.5206	0.4998	0.1234
25-29	0.1332	0.1828	0.1775	0.1288	1.1167	0.1382
30-34	0.0958	0.9617	0.9542	0.9227	1.8078	0.0995
35-39	0.0543	1.8950	1.8800	1.8690	2.3055	0.0560
40-44	0.0185	3.2333	3.2087	3.2273	2.5854	0.0187
45-49	0.0023	5.4398	5.4045	5.4718	2.6788	0.0023
(TGF)	2.6901	$\alpha$	0.0527	$\beta$	1.0222	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2020 del estado de CDMX

Edad	Entidad Federativa					
	Ciudad de México					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0478	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0417
20-24	0.0798	0.5953	0.7210	0.6688	0.2083	0.0902
25-29	0.0658	0.1840	0.1783	0.2242	0.6595	0.0642
30-34	0.0549	0.8769	0.8692	0.9102	0.9807	0.0532
35-39	0.0357	1.7944	1.7820	1.8165	1.2465	0.0348
40-44	0.0088	3.4395	3.4218	3.4447	1.4205	0.0088
45-49	0.0004	6.5015	6.4727	6.4741	1.4643	0.0005
(TGF)	1.4666	$\alpha$	0.0471	$\beta$	0.9929	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2020 del estado de Guerrero

Edad	Entidad Federativa					
	Guerrero					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\tilde{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0714	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0698
20-24	0.1211	0.6104	0.6284	0.6223	0.3492	0.1235
25-29	0.1110	0.1634	0.1574	0.1684	0.9665	0.1110
30-34	0.0843	0.9316	0.9228	0.9385	1.5215	0.0836
35-39	0.0454	1.9044	1.8853	1.9069	1.9394	0.0453
40-44	0.0149	3.2677	3.2354	3.2653	2.1657	0.0150
45-49	0.0019	5.4600	5.4166	5.4599	2.2404	0.0019
(TGF)	2.2500	$\alpha$	0.0100	$\beta$	1.0062	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2020 del estado de Nuevo León

Edad	Entidad Federativa					
	Nuevo León					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\tilde{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0626	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0631
20-24	0.1049	0.6211	0.6154	0.6166	0.3154	0.1039
25-29	0.1014	0.1321	0.1263	0.1288	0.8350	0.1018
30-34	0.0822	0.9091	0.9016	0.9080	1.3438	0.0822
35-39	0.0419	1.9941	1.9796	1.9914	1.7548	0.0420
40-44	0.0089	3.7544	3.7308	3.7513	1.9648	0.0089
45-49	0.0004	6.9130	6.8826	6.9188	2.0095	0.0004
(TGF)	2.0115	$\alpha$	0.0019	$\beta$	1.0050	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2025 a nivel nacional

Edad	Entidad Federativa					
	Nacional					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0642	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0658
20-24	0.1214	0.6307	0.5861	0.6178	0.3290	0.1214
25-29	0.1121	0.2016	0.2228	0.2119	0.9361	0.1081
30-34	0.0777	1.0642	1.0310	1.0409	1.4768	0.0766
35-39	0.0345	2.1786	2.0627	2.0991	1.8598	0.0377
40-44	0.0095	3.6773	3.5716	3.6468	2.0481	0.0099
45-49	0.0010	6.0302	6.0024	6.1401	2.0977	0.0009
(TGF)	2.1023	$\alpha$	0.0166	$\beta$	1.0257	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2025 del estado de Chiapas

Edad	Entidad Federativa					
	Chiapas					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0803	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0950
20-24	0.1417	0.6173	0.4577	0.5222	0.4749	0.1170
25-29	0.1270	0.1783	0.1775	0.1245	1.0598	0.1314
30-34	0.0913	-0.9563	0.9542	0.9151	1.7170	0.0951
35-39	0.0520	1.8848	1.8800	1.8574	2.1924	0.0538
40-44	0.0179	3.2147	3.2087	3.2100	2.4613	0.0181
45-49	0.0023	5.4130	5.4045	5.4451	2.5517	0.0022
(TGF)	2.5627	$\alpha$	0.0562	$\beta$	1.0179	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2025 del estado de CDMX

Edad	Entidad Federativa					
	Ciudad de México					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\tilde{M}(t)$	F(t)	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0463	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0405
20-24	0.0774	0.5976	0.7210	0.6695	0.2034	0.0874
25-29	0.0640	0.1799	0.1783	0.2199	0.6395	0.0624
30-34	0.0535	0.8712	0.8692	0.9032	0.9514	0.0518
35-39	0.0350	1.7839	1.7820	1.8059	1.2107	0.0341
40-44	0.0087	3.4205	3.4218	3.4276	1.3813	0.0087
45-49	0.0004	6.4740	6.4727	6.4449	1.4246	0.0005
(TGF)	1.4269	$\alpha$	0.0435	$\beta$	0.9890	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2025 del estado de Guerrero

Edad	Entidad Federativa					
	Guerrero					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\tilde{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0658	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0647
20-24	0.1125	0.6161	0.6284	0.6251	0.3234	0.1143
25-29	0.1034	0.1571	0.1574	0.1615	0.8948	0.1032
30-34	0.0785	0.9231	0.9228	0.9277	1.4109	0.0782
35-39	0.0428	1.8879	1.8853	1.8913	1.8019	0.0426
40-44	0.0143	3.2409	3.2354	3.2428	2.0150	0.0142
45-49	0.0018	5.4315	5.4166	5.4264	2.0861	0.0018
(TGF)	2.0953	A	0.0039	B	1.0011	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2025 del estado de Nuevo León

Edad	Entidad Federativa					
	Nuevo León					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0597	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0603
20-24	0.1005	0.6245	0.6154	0.6193	0.3015	0.0995
25-29	0.0974	0.1276	0.1263	0.1242	0.7988	0.0977
30-34	0.0791	0.9032	0.9016	0.9013	1.2872	0.0792
35-39	0.0406	1.9832	1.9796	1.9819	1.6832	0.0406
40-44	0.0087	3.7345	3.7308	3.7372	1.8865	0.0087
45-49	0.0004	6.8980	6.8826	6.8965	1.9300	0.0004
(TGF)	1.9320	$\alpha$	0.0024	$\beta$	1.0024	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2030 a nivel nacional

Edad	Entidad Federativa					
	Nacional					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0640	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0654
20-24	0.1203	0.6276	0.5861	0.6161	0.3270	0.1206
25-29	0.1112	0.2038	0.2228	0.2150	0.9299	0.1072
30-34	0.0770	1.0683	1.0310	1.0455	1.4657	0.0757
35-39	0.0338	2.1889	2.0627	2.1056	1.8443	0.0371
40-44	0.0093	3.6856	3.5716	3.6561	2.0300	0.0097
45-49	0.0010	6.0410	6.0024	6.1538	2.0787	0.0009
(TGF)	2.0831	$\alpha$	0.0139	$\beta$	1.0275	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2030 del estado de Chiapas**

Edad	Entidad Federativa					
	Chiapas					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0774	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0917
20-24	0.1369	0.6186	0.4577	0.5226	0.4587	0.1129
25-29	0.1229	0.1767	0.1775	0.1232	1.0232	0.1270
30-34	0.0883	0.9551	0.9542	0.9127	1.6579	0.0920
35-39	0.0503	1.8832	1.8800	1.8536	2.1177	0.0521
40-44	0.0174	3.2102	3.2087	3.2044	2.3784	0.0175
45-49	0.0022	5.4011	5.4045	5.4364	2.4661	0.0022
(TGF)	2.4769	$\alpha$	0.0573	$\beta$	1.0165	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2030 del estado de CDMX**

Edad	Entidad Federativa					
	Ciudad de México					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0457	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0398
20-24	0.0764	0.5979	0.7210	0.6709	0.1992	0.0863
25-29	0.0632	0.1791	0.1783	0.2192	0.6309	0.0616
30-34	0.0528	0.8702	0.8692	0.9031	0.9392	0.0512
35-39	0.0345	1.7827	1.7820	1.8065	1.1952	0.0337
40-44	0.0087	-3.4185	-3.4218	3.4295	1.3636	0.0085
45-49	0.0004	6.4841	6.4727	-6.4492	1.4063	0.0004
(TGF)	1.4086	$\alpha$	0.0427	$\beta$	0.9898	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2030 del estado de Guerrero

Edad	Entidad Federativa					
	Guerrero					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\widehat{M}(t)$	$\widehat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0612	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0604
20-24	0.1049	0.6174	0.6284	0.6240	0.3022	0.1062
25-29	0.0965	0.1556	0.1574	0.1600	0.8333	0.0961
30-34	0.0732	0.9215	0.9228	0.9236	1.3136	0.0730
35-39	0.0399	1.8846	1.8853	1.8839	1.6784	0.0400
40-44	0.0134	3.2311	3.2354	3.2309	1.8782	0.0134
45-49	0.0018	5.4063	5.4166	5.4071	1.9452	0.0017
(TGF)	1.9539	$\alpha$	0.0029	$\beta$	0.9977	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2030 del estado de Nuevo León

Edad	Entidad Federativa					
	Nuevo León					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\widehat{M}(t)$	$\widehat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0577	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0585
20-24	0.0975	0.6267	0.6154	0.6192	0.2925	0.0962
25-29	0.0946	0.1256	0.1263	0.1221	0.7735	0.0946
30-34	0.0768	0.9010	0.9016	0.8970	1.2466	0.0769
35-39	0.0394	1.9796	1.9796	1.9744	1.6313	0.0397
40-44	0.0085	3.7262	3.7308	3.7245	1.8296	0.0085
45-49	0.0004	6.8676	6.8826	6.8745	1.8723	0.0004
(TGF)	1.8743	$\alpha$	0.0041	$\beta$	0.9994	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2035 a nivel nacional

Edad	Entidad Federativa					
	Nacional					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0605	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0604
20-24	0.1033	0.5860	0.5861	0.5864	0.3022	0.1033
25-29	0.0915	0.2224	0.2228	0.2224	0.8189	0.0915
30-34	0.0659	1.0304	1.0310	1.0307	1.2763	0.0659
35-39	0.0334	2.0627	2.0627	2.0623	1.6058	0.0334
40-44	0.0092	3.5695	3.5716	3.5712	1.7729	0.0092
45-49	0.0009	6.0032	6.0024	6.0020	1.8190	0.0009
(TGF)	1.8235	$\alpha$	0.0003	$\beta$	1.0000	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2035 del estado de Chiapas

Edad	Entidad Federativa					
	Chiapas					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0752	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0889
20-24	0.1323	0.6169	0.4577	0.5220	0.4444	0.1093
25-29	0.1188	0.1772	0.1775	0.1238	0.9907	0.1228
30-34	0.0856	0.9547	0.9542	0.9133	1.6049	0.0890
35-39	0.0487	1.8836	1.8800	1.8544	2.0497	0.0504
40-44	0.0168	3.2128	3.2087	3.2051	2.3018	0.0170
45-49	0.0022	5.4002	5.4045	5.4372	2.3867	0.0021
(TGF)	2.3971	$\alpha$	0.0567	$\beta$	1.0165	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2035 del estado de CDMX

Edad	Entidad Federativa					
	Ciudad de México					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0448	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0390
20-24	0.0752	0.6003	0.7210	0.6738	0.1948	0.0850
25-29	0.0622	0.1777	0.1783	0.2175	0.6198	0.0608
30-34	0.0520	0.8685	0.8692	0.9022	0.9236	0.0505
35-39	0.0340	1.7816	1.7820	1.8069	1.1758	0.0331
40-44	0.0085	3.4221	3.4218	3.4321	1.3415	0.0084
45-49	0.0004	6.4912	6.4727	6.4559	1.3834	0.0004
(TGF)	1.3856	$\alpha$	0.0407	$\beta$	0.9911	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2035 del estado de Guerrero

Edad	Entidad Federativa					
	Guerrero					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0587	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0578
20-24	0.1003	0.6162	0.6284	0.6241	0.2890	0.1017
25-29	0.0922	0.1563	0.1574	0.1607	0.7976	0.0919
30-34	0.0701	0.9217	0.9228	0.9252	1.2572	0.0698
35-39	0.0382	1.8858	1.8853	1.8864	1.6059	0.0382
40-44	0.0128	3.2340	3.2354	-3.2348	1.7967	0.0128
45-49	0.0017	-5.4146	5.4166	5.4132	1.8605	0.0017
(TGF)	1.8689	$\alpha$	0.0035	$\beta$	0.9987	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2035 del estado de Nuevo León

Edad	Entidad Federativa					
	Nuevo León					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0564	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0572
20-24	0.0952	0.6260	0.6154	0.6191	0.2859	0.0940
25-29	0.0923	0.1257	0.1263	0.1222	0.7558	0.0925
30-34	0.0750	0.9007	0.9016	0.8972	1.2181	0.0752
35-39	0.0386	1.9792	1.9796	1.9747	1.5940	0.0387
40-44	0.0083	3.7257	3.7308	3.7251	1.7877	0.0083
45-49	0.0004	6.8704	6.8826	6.8754	1.8294	0.0004
(TGF)	1.8313	$\alpha$	0.0040	$\beta$	0.9995	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2040 a nivel nacional

Edad	Entidad Federativa					
	Nacional					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0590	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0590
20-24	0.1009	0.5863	0.5861	0.5865	0.2950	0.1009
25-29	0.0893	0.2223	0.2228	0.2224	0.7995	0.0893
30-34	0.0643	1.0305	1.0310	1.0306	1.2461	0.0643
35-39	0.0327	2.0622	2.0627	2.0623	1.5678	0.0326
40-44	0.0090	3.5716	3.5715	3.5712	1.7310	0.0090
45-49	0.0009	6.0017	6.0024	6.0020	1.7760	0.0009
(TGF)	1.7804	$\alpha$	0.0004	$\beta$	1.0000	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2040 del estado de Chiapas

Edad	Entidad Federativa					
	Chiapas					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\tilde{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0735	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0868
20-24	0.1296	0.6173	0.4577	0.5230	0.4342	0.1070
25-29	0.1162	0.1771	0.1775	0.1232	0.9692	0.1203
30-34	0.0837	0.9537	0.9542	0.9133	1.5708	0.0871
35-39	0.0478	1.8812	1.8790	1.8549	2.0063	0.0493
40-44	0.0164	3.2133	3.2087	3.2065	2.2530	0.0166
45-49	0.0021	5.4069	5.4045	5.4461	2.3360	0.0020
(TGF)	2.3462	$\alpha$	0.0574	$\beta$	1.0172	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2040 del estado de CDMX

Edad	Entidad Federativa					
	Ciudad de México					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\tilde{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0445	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0388
20-24	0.0748	0.6001	0.7210	0.6733	0.1939	0.0844
25-29	0.0618	0.1778	0.1783	0.2173	0.6160	0.0604
30-34	0.0517	0.8678	0.8692	0.9015	0.9178	0.0502
35-39	0.0339	1.7795	1.7820	1.8054	1.1686	0.0330
40-44	0.0084	3.4207	3.4218	3.4293	1.3335	0.0084
45-49	0.0004	6.4853	6.4727	6.4507	1.3753	0.0004
(TGF)	1.3775	$\alpha$	0.0407	$\beta$	0.9903	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2040 del estado de Guerrero

Edad	Entidad Federativa					
	Guerrero					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0559	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0551
20-24	0.0956	0.6164	0.6284	0.6243	0.2755	0.0970
25-29	0.0879	0.1564	0.1574	0.1606	0.7605	0.0877
30-34	0.0668	0.9213	0.9228	0.9251	1.1989	0.0665
35-39	0.0365	1.8844	1.8853	-1.8866	1.5315	0.0364
40-44	0.0122	3.2348	3.2354	3.2351	1.7134	0.0122
45-49	0.0016	5.4165	5.4166	5.4140	1.7743	0.0016
(TGF)	1.7822	$\alpha$	0.0033	$\beta$	0.9989	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2040 del estado de Nuevo León

Edad	Entidad Federativa					
	Nuevo León					
	5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
15-19	0.0554	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0563
20-24	0.0936	0.6264	0.6154	0.6180	0.2814	0.0922
25-29	0.0907	0.1259	0.1263	-0.1222	0.7426	0.0907
30-34	0.0737	0.9007	0.9016	0.8960	1.1963	0.0738
35-39	0.0379	1.9786	1.9796	1.9719	1.5655	0.0381
40-44	0.0082	3.7254	3.7308	3.7196	1.7562	0.0082
45-49	0.0004	6.8528	6.8826	6.8652	1.7974	0.0004
(TGF)	1.7993	$\alpha$	0.0038	$\beta$	0.9980	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2045 a nivel nacional

Entidad Federativa					
Nacional					
5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\tilde{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
0.0579	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0579
0.0990	0.5862	0.5861	0.5866	0.2894	0.0990
0.0876	0.2225	0.2228	0.2225	0.7845	0.0877
0.0632	-1.0304	1.0310	1.0309	1.2227	0.0631
0.0320	2.0627	2.0627	2.0628	1.5383	0.0320
0.0088	3.5699	3.5716	3.5721	1.6984	0.0088
0.0009	6.0057	6.0024	6.0035	1.7425	0.0009
1.7468	$\alpha$	0.0004	$\beta$	1.0002	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2045 del estado de Chiapas

Entidad Federativa					
Chiapas					
5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\tilde{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
0.0718	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0849
0.1267	0.6174	0.4577	0.5225	0.4246	0.1045
0.1135	0.1774	0.1775	0.1233	0.9472	0.1175
0.0817	0.9538	0.9542	0.9130	1.5347	0.0851
0.0467	1.8798	1.8800	1.8541	1.9603	0.0482
0.0161	3.2086	3.2087	3.2050	2.2015	0.0162
0.0021	5.4079	5.4045	5.4373	2.2826	0.0020
2.2926	$\alpha$	0.0571	$\beta$	1.0166	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2045 del estado de CDMX

Entidad Federativa					
Ciudad de México					
5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\tilde{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
0.0441	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0384
0.0740	0.5998	0.7210	0.6736	0.1918	0.0837
0.0612	0.1780	0.1783	0.2179	0.6102	0.0598
0.0511	0.8688	0.8692	0.9027	0.9091	0.0465
0.0335	1.7801	1.7820	1.8076	1.1574	0.0326
0.0084	3.4186	3.4218	3.4331	1.3204	0.0082
0.0004	6.4994	6.4727	6.4574	1.3616	0.0004
1.3637	$\alpha$	0.0411	$\beta$	0.9913	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2045 del estado de Guerrero

Entidad Federativa					
Guerrero					
5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\tilde{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
0.0545	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0538
0.0932	0.6159	0.6284	0.6229	0.2692	0.0944
0.0856	0.1571	0.1574	-0.1611	0.7413	0.0853
0.0650	0.9219	0.9228	0.9248	1.1679	0.0648
0.0355	1.8839	1.8853	1.8852	1.4919	0.0355
0.0119	3.2323	3.2354	3.2322	1.6692	0.0119
0.0016	5.4097	5.4166	5.4085	1.7287	0.0016
1.7365	$\alpha$	0.0041	$\beta$	0.9978	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Ajustes de la estructura por edad de la fecundidad del año 2045 del estado de Nuevo León

Entidad Federativa					
Nuevo León					
5f(t)	M(t)	Ms(t)	$\bar{M}(t)$	$\hat{F}(t)$	5f(t) ajustada 2015
0.0547	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0553
0.0924	0.6262	0.6154	0.6202	0.2765	0.0913
0.0895	0.1263	0.1263	0.1227	0.7328	0.0897
0.0726	0.9015	0.9016	0.8992	1.1814	0.0728
0.0374	1.9796	1.9796	1.9789	1.5456	0.0374
0.0081	3.7282	3.7308	3.7327	1.7327	0.0083
0.0004	6.8931	6.8826	6.8893	1.7729	0.0004
1.7747	$\alpha$	0.0038	$\beta$	1.0015	

Nota: Los cuadros se hicieron con respecto al patrón estándar año 2050.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

## Anexo 1.8

### Distribución $\hat{M}(t)$ y valores de $\alpha$ o y $\beta$ o a nivel nacional

Parámetros	Entidad federativa							
	Nacional							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
M2o(x)	-0.1885	-0.1991	-0.2066	-0.2117	-0.2148	-0.2222	-0.2222	-0.2222
M1o (x)	-3.8486	-3.9136	-3.9475	-3.9620	-3.9718	0.7778	-3.8785	-3.8794
$\alpha$ o	5.9117	5.9917	6.0282	6.0389	6.0468	1.7778	5.8717	5.8731
$\beta$ o	-0.2440	-0.2476	-0.2494	-0.2500	-0.2505	2.7778	-0.2438	-0.2438

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Distribución $\hat{M}(t)$ y valores de $\alpha$ o y $\beta$ o del estado de Chiapas

Parámetros	Entidad federativa							
	Chiapas							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
M2o(x)	-0.1758	-0.1946	-0.1770	-0.1725	-0.1711	-0.2222	-0.1712	-0.1713
M1o (x)	-3.5585	-3.5428	-3.5227	-3.5042	-3.4981	0.7778	-3.5005	-3.4988
$\alpha$ o	5.4621	5.3856	5.3992	5.3804	5.3740	1.7778	5.3777	5.3746
$\beta$	-0.2255	-0.2232	-0.2230	-0.2221	-0.2218	2.7778	-0.2220	-0.2218

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Distribución  $\hat{M}(t)$  y valores de  $\alpha$  o y  $\beta$  o del estado de CDMX**

Parámetros	Entidad federativa							
	CDMX							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
M2o(x)	-0.1722	-0.1659	-0.1552	-0.1512	-0.1505	-0.2222	-0.1485	-0.1490
M1o (x)	-3.9071	-3.7490	-3.9118	-3.8928	-3.8951	0.7778	-3.8952	-3.8994
$\alpha$ o	6.0526	5.8059	6.1058	6.0849	6.0905	1.7778	6.0960	6.1016
$\beta$	-0.2490	-0.2389	-0.2504	-0.2494	-0.2496	2.7778	-0.2498	-0.2500

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Distribución  $\hat{M}(t)$  y valores de  $\alpha$  o y  $\beta$  o del estado de Guerrero**

Parámetros	Entidad federativa							
	Guerrero							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
M2o(x)	-0.1668	-0.1982	-0.1615	-0.1547	-0.1532	-0.2222	-0.1538	-0.1544
M1o (x)	-3.5906	-3.6543	-3.5440	-3.5201	-3.5073	0.7778	-3.5119	-3.5086
$\alpha$ o	5.5395	5.5620	5.4760	5.4543	5.4370	1.7778	5.4430	5.4361
$\beta$	-0.2283	-0.2304	-0.2255	-0.2244	-0.2236	2.7778	-0.2239	-0.2236

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Distribución  $\hat{M}(t)$  y valores de  $\alpha$  o  $\beta$  o del estado de Nuevo León**

Parámetros	Entidad federativa							
	Nuevo León							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
M2o(x)	-0.2322	-0.1572	-0.1401	-0.1354	-0.1333	-0.2222	-0.1334	-0.1339
M1o (x)	-3.9688	-4.2008	-4.2205	-4.2052	-4.1911	0.7778	-4.1856	-4.2003
$\alpha$ o	5.9955	6.5821	6.6607	6.6476	6.6298	1.7778	6.6202	6.6434
$\beta$	-0.2491	-0.2696	-0.2720	-0.2713	-0.2705	2.7778	-0.2701	-0.2711

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

Anexo 1.9

Valores  $\hat{M}(t)$  y  $\hat{F}(t)$  por edades individuales 2015

Edad t	Nacional		Chiapas		CDMX		Guerrero		Nuevo León	
	$\hat{M}(t)$	$\hat{F}(t)$								
15	2.2516	0.0002	2.0794	0.0009	2.3177	0.0001	2.1157	0.0006	2.2589	0.0001
16	2.0076	0.0013	1.8538	0.0048	2.0687	0.0006	1.8875	0.0034	2.0098	0.0012
17	1.7636	0.0064	1.6283	0.0173	1.8197	0.0032	1.6592	0.0130	1.7607	0.0063
18	1.5196	0.0227	1.4028	0.0484	1.5707	0.0124	1.4309	0.0379	1.5115	0.0228
19	1.2756	0.0610	1.1773	0.1100	1.3217	0.0357	1.2027	0.0891	1.2624	0.0619
20	1.0316	0.1324	0.9518	0.2119	1.0727	0.0816	0.9744	0.1757	1.0133	0.1349
21	0.7876	0.2431	0.7263	0.3574	0.8237	0.1555	0.7462	0.3018	0.7642	0.2476
22	0.5436	0.3913	0.5008	0.5425	0.5747	0.2569	0.5179	0.4641	0.5151	0.3976
23	0.2996	0.5681	0.2752	0.7570	0.3257	0.3801	0.2897	0.6536	0.2660	0.5751
24	0.0555	0.7609	0.0497	0.9876	0.0768	0.5158	0.0614	0.8585	0.0169	0.7668
25	-0.1885	0.9566	-0.1758	1.2210	-0.1722	0.6544	-0.1668	1.0666	-0.2322	0.9596
26	-0.4325	1.1445	-0.4013	1.4463	-0.4212	0.7878	-0.3951	1.2677	-0.4813	1.1429
27	-0.6765	1.3172	-0.6268	1.6556	-0.6702	0.9104	-0.6233	1.4545	-0.7304	1.3098
28	-0.9205	1.4704	-0.8523	1.8442	-0.9192	1.0191	-0.8516	1.6227	-0.9795	1.4566
29	-1.1645	1.6029	-1.0778	2.0100	-1.1682	1.1127	-1.0798	1.7703	-1.2286	1.5823
30	-1.4085	1.7149	-1.3034	2.1530	-1.4172	1.1917	-1.3081	1.8974	-1.4778	1.6878
31	-1.6525	1.8082	-1.5289	2.2743	-1.6662	1.2571	-1.5363	2.0050	-1.7269	1.7749
32	-1.8965	1.8847	-1.7544	2.3761	-1.9152	1.3105	-1.7646	2.0950	-1.9760	1.8458
33	-2.1405	1.9470	-1.9799	2.4606	-2.1642	1.3538	-1.9928	2.1695	-2.2251	1.9031
34	-2.3845	1.9972	-2.2054	2.5301	-2.4132	1.3885	-2.2211	2.2307	-2.4742	1.9490
35	-2.6285	2.0374	-2.4309	2.5870	-2.6622	1.4162	-2.4494	2.2807	-2.7233	1.9856
36	-2.8725	2.0695	-2.6564	2.6334	-2.9112	1.4381	-2.6776	2.3212	-2.9724	2.0145
37	-3.1165	2.0950	-2.8820	2.6710	-3.1602	1.4555	-2.9059	2.3540	-3.2215	2.0374
38	-3.3605	2.1152	-3.1075	2.7014	-3.4092	1.4692	-3.1341	2.3804	-3.4706	2.0554
39	-3.6046	2.1312	-3.3330	2.7259	-3.6581	1.4799	-3.3624	2.4017	-3.7197	2.0695
40	-3.8486	2.1438	-3.5585	2.7456	-3.9071	1.4883	-3.5906	2.4187	-3.9688	2.0806
41	-4.0926	2.1537	-3.7840	2.7614	-4.1561	1.4949	-3.8189	2.4324	-4.2179	2.0893
42	-4.3366	2.1615	-4.0095	2.7741	-4.4051	1.5001	-4.0471	2.4433	-4.4671	2.0961
43	-4.5806	2.1676	-4.2350	2.7843	-4.6541	1.5042	-4.2754	2.4520	-4.7162	2.1014
44	-4.8246	2.1724	-4.4606	2.7924	-4.9031	1.5073	-4.5036	2.4590	-4.9653	2.1056
45	-5.0686	2.1762	-4.6861	2.7990	-5.1521	1.5098	-4.7319	2.4645	-5.2144	2.1088
46	-5.3126	2.1792	-4.9116	2.8042	-5.4011	1.5117	-4.9601	2.4690	-5.4635	2.1113
47	-5.5566	2.1815	-5.1371	2.8084	-5.6501	1.5132	-5.1884	2.4725	-5.7126	2.1133

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Valores $\hat{M}(t)$ y $\hat{F}(t)$ por edades individuales 2020

Edad	Nacional		Chiapas		CDMX		Guerrero		Nuevo León	
t	$\hat{M}(t)$	$\hat{F}(t)$								
15	2.2516	0.0002	2.0794	0.0009	2.3177	0.0001	2.1157	0.0006	2.2589	0.0001
16	2.0076	0.0013	1.8538	0.0045	2.0687	0.0005	1.8875	0.0031	2.0098	0.0012
17	1.7636	0.0063	1.6283	0.0165	1.8197	0.0031	1.6592	0.0117	1.7607	0.0060
18	1.5196	0.0221	1.4028	0.0461	1.5707	0.0120	1.4309	0.0343	1.5115	0.0216
19	1.2756	0.0595	1.1773	0.1048	1.3217	0.0345	1.2027	0.0806	1.2624	0.0587
20	1.0316	0.1291	0.9518	0.2017	1.0727	0.0788	0.9744	0.1590	1.0133	0.1280
21	0.7876	0.2370	0.7263	0.3404	0.8237	0.1502	0.7462	0.2731	0.7642	0.2349
22	0.5436	0.3815	0.5008	0.5166	0.5747	0.2481	0.5179	0.4199	0.5151	0.3772
23	0.2996	0.5539	0.2752	0.7209	0.3257	0.3671	0.2897	0.5915	0.2660	0.5456
24	0.0555	0.7418	0.0497	0.9404	0.0768	0.4982	0.0614	0.7769	0.0169	0.7275
25	-0.1885	0.9326	-0.1758	1.1627	-0.1722	0.6320	-0.1668	0.9652	-0.2322	0.9104
26	-0.4325	1.1157	-0.4013	1.3773	-0.4212	0.7609	-0.3951	1.1472	-0.4813	1.0843
27	-0.6765	1.2840	-0.6268	1.5766	-0.6702	0.8793	-0.6233	1.3162	-0.7304	1.2425
28	-0.9205	1.4335	-0.8523	1.7562	-0.9192	0.9842	-0.8516	1.4684	-0.9795	1.3818
29	-1.1645	1.5626	-1.0778	1.9141	-1.1682	1.0746	-1.0798	1.6020	-1.2286	1.5011
30	-1.4085	1.6718	-1.3034	2.0502	-1.4172	1.1509	-1.3081	1.7170	-1.4778	1.6011
31	-1.6525	1.7627	-1.5289	2.1658	-1.6662	1.2140	-1.5363	1.8144	-1.7269	1.6837
32	-1.8965	1.8374	-1.7544	2.2627	-1.9152	1.2657	-1.7646	1.8959	-1.9760	1.7511
33	-2.1405	1.8981	-1.9799	2.3431	-2.1642	1.3074	-1.9928	1.9633	-2.2251	1.8054
34	-2.3845	1.9470	-2.2054	2.4093	-2.4132	1.3410	-2.2211	2.0187	-2.4742	1.8490
35	-2.6285	1.9862	-2.4309	2.4636	-2.6622	1.3677	-2.4494	2.0639	-2.7233	1.8836
36	-2.8725	2.0175	-2.6564	2.5077	-2.9112	1.3889	-2.6776	2.1006	-2.9724	1.9111
37	-3.1165	2.0424	-2.8820	2.5435	-3.1602	1.4056	-2.9059	2.1302	-3.2215	1.9328
38	-3.3605	2.0621	-3.1075	2.5724	-3.4092	1.4189	-3.1341	2.1541	-3.4706	1.9499
39	-3.6046	2.0776	-3.3330	2.5957	-3.6581	1.4292	-3.3624	2.1734	-3.7197	1.9633
40	-3.8486	2.0899	-3.5585	2.6145	-3.9071	1.4374	-3.5906	2.1888	-3.9688	1.9738
41	-4.0926	2.0996	-3.7840	2.6296	-4.1561	1.4438	-3.8189	2.2011	-4.2179	1.9820
42	-4.3366	2.1072	-4.0095	2.6417	-4.4051	1.4488	-4.0471	2.2110	-4.4671	1.9885
43	-4.5806	2.1131	-4.2350	2.6514	-4.6541	1.4527	-4.2754	2.2189	-4.7162	1.9935
44	-4.8246	2.1178	-4.4606	2.6591	-4.9031	1.4557	-4.5036	2.2252	-4.9653	1.9975
45	-5.0686	2.1215	-4.6861	2.6654	-5.1521	1.4581	-4.7319	2.2303	-5.2144	2.0005
46	-5.3126	2.1244	-4.9116	2.6703	-5.4011	1.4600	-4.9601	2.2343	-5.4635	2.0029
47	-5.5566	2.1267	-5.1371	2.6743	-5.6501	1.4614	-5.1884	2.2375	-5.7126	2.0048

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Valores $\hat{M}(t)$ y $\hat{F}(t)$ por edades individuales 2025

Edad	Nacional		Chiapas		CDMX		Guerrero		Nuevo León	
t	$\hat{M}(t)$	$\hat{F}(t)$								
15	2.2516	0.0002	2.0794	0.0009	2.3177	0.0001	2.1157	0.0005	2.2589	0.0001
16	2.0076	0.0012	1.8538	0.0043	2.0687	0.0005	1.8875	0.0028	2.0098	0.0012
17	1.7636	0.0062	1.6283	0.0157	1.8197	0.0030	1.6592	0.0109	1.7607	0.0061
18	1.5196	0.0218	1.4028	0.0439	1.5707	0.0116	1.4310	0.0320	1.5115	0.0220
19	1.2756	0.0586	1.1773	0.0998	1.3217	0.0336	1.2027	0.0751	1.2624	0.0597
20	1.0316	0.1271	0.9518	0.1922	1.0727	0.0767	0.9744	0.1481	1.0133	0.1301
21	0.7876	0.2334	0.7263	0.3242	0.8237	0.1461	0.7462	0.2543	0.7642	0.2389
22	0.5436	0.3756	0.5008	0.4922	0.5747	0.2414	0.5179	0.3911	0.5151	0.3836
23	0.2996	0.5454	0.2752	0.6868	0.3258	0.3572	0.2897	0.5508	0.2660	0.5548
24	0.0556	0.7304	0.0497	0.8959	0.0768	0.4847	0.0614	0.7235	0.0169	0.7397
25	-0.1885	0.9183	-0.1758	1.1077	-0.1722	0.6149	-0.1668	0.8988	-0.2322	0.9257
26	-0.4325	1.0987	-0.4013	1.3121	-0.4212	0.7403	-0.3951	1.0683	-0.4813	1.1025
27	-0.6765	1.2644	-0.6268	1.5020	-0.6702	0.8555	-0.6233	1.2257	-0.7304	1.2635
28	-0.9205	1.4115	-0.8523	1.6730	-0.9192	0.9576	-0.8516	1.3675	-0.9795	1.4051
29	-1.1645	1.5387	-1.0778	1.8235	-1.1682	1.0456	-1.0798	1.4919	-1.2287	1.5264
30	-1.4085	1.6462	-1.3034	1.9532	-1.4172	1.1198	-1.3081	1.5990	-1.4778	1.6281
31	-1.6525	1.7358	-1.5289	2.0633	-1.6662	1.1812	-1.5363	1.6897	-1.7269	1.7121
32	-1.8965	1.8093	-1.7544	2.1556	-1.9152	1.2315	-1.7646	1.7655	-1.9760	1.7806
33	-2.1405	1.8690	-1.9799	2.2322	-2.1642	1.2721	-1.9929	1.8283	-2.2251	1.8359
34	-2.3845	1.9172	-2.2054	2.2953	-2.4132	1.3047	-2.2211	1.8799	-2.4742	1.8801
35	-2.6285	1.9559	-2.4309	2.3469	-2.6622	1.3307	-2.4494	1.9220	-2.7233	1.9154
36	-2.8725	1.9867	-2.6564	2.3890	-2.9112	1.3513	-2.6776	1.9561	-2.9724	1.9433
37	-3.1165	2.0111	-2.8820	2.4231	-3.1602	1.3676	-2.9059	1.9838	-3.2215	1.9654
38	-3.3606	2.0305	-3.1075	2.4506	-3.4092	1.3805	-3.1341	2.0060	-3.4706	1.9827
39	-3.6046	2.0458	-3.3330	2.4729	-3.6581	1.3906	-3.3624	2.0239	-3.7197	1.9964
40	-3.8486	2.0579	-3.5585	2.4907	-3.9071	1.3985	-3.5906	2.0383	-3.9688	2.0071
41	-4.0926	2.0674	-3.7840	2.5051	-4.1561	1.4047	-3.8189	2.0498	-4.2180	2.0155
42	-4.3366	2.0749	-4.0095	2.5166	-4.4051	1.4096	-4.0471	2.0590	-4.4671	2.0220
43	-4.5806	2.0808	-4.2350	2.5259	-4.6541	1.4134	-4.2754	2.0664	-4.7162	2.0271
44	-4.8246	2.0854	-4.4606	2.5333	-4.9031	1.4164	-4.5036	2.0722	-4.9653	2.0311
45	-5.0686	2.0891	-4.6861	2.5392	-5.1521	1.4187	-4.7319	2.0769	-5.2144	2.0343
46	-5.3126	2.0919	-4.9116	2.5439	-5.4011	1.4205	-4.9601	2.0807	-5.4635	2.0367
47	-5.5566	2.0942	-5.1371	2.5477	-5.6501	1.4219	-5.1884	2.0836	-5.7126	2.0386

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Valores $\hat{M}(t)$ y $\hat{F}(t)$ por edades individuales 2030

Edad	Nacional		Chiapas		CDMX		Guerrero		Nuevo León	
t	$\hat{M}(t)$	$\hat{F}(t)$								
15	2.2516	0.0002	2.0794	0.0008	2.3177	0.0001	2.1157	0.0005	2.2589	0.0001
16	2.0076	0.0012	1.8538	0.0042	2.0687	0.0005	1.8875	0.0027	2.0098	0.0011
17	1.7636	0.0061	1.6283	0.0152	1.8197	0.0030	1.6592	0.0102	1.7607	0.0056
18	1.5196	0.0216	1.4028	0.0424	1.5707	0.0115	1.4310	0.0298	1.5115	0.0201
19	1.2756	0.0580	1.1773	0.0965	1.3217	0.0331	1.2027	0.0700	1.2624	0.0547
20	1.0316	0.1260	0.9518	0.1858	1.0727	0.0757	0.9744	0.1381	1.0133	0.1193
21	0.7876	0.2313	0.7263	0.3134	0.8237	0.1442	0.7462	0.2371	0.7642	0.2189
22	0.5436	0.3722	0.5008	0.4757	0.5747	0.2383	0.5179	0.3647	0.5151	0.3515
23	0.2996	0.5404	0.2752	0.6638	0.3258	0.3526	0.2897	0.5137	0.2660	0.5084
24	0.0556	0.7238	0.0497	0.8659	0.0768	0.4784	0.0614	0.6747	0.0169	0.6779
25	-0.1885	0.9099	-0.1758	1.0706	-0.1722	0.6070	-0.1668	0.8382	-0.2322	0.8483
26	-0.4325	1.0887	-0.4013	1.2682	-0.4212	0.7308	-0.3951	0.9962	-0.4813	1.0103
27	-0.6765	1.2529	-0.6268	1.4517	-0.6702	0.8445	-0.6233	1.1430	-0.7304	1.1578
28	-0.9205	1.3987	-0.8523	1.6170	-0.9192	0.9453	-0.8516	1.2752	-0.9795	1.2875
29	-1.1645	1.5247	-1.0778	1.7624	-1.1682	1.0321	-1.0798	1.3912	-1.2287	1.3987
30	-1.4085	1.6313	-1.3034	1.8878	-1.4172	1.1054	-1.3081	1.4911	-1.4778	1.4919
31	-1.6525	1.7199	-1.5289	1.9942	-1.6662	1.1660	-1.5363	1.5756	-1.7269	1.5689
32	-1.8965	1.7928	-1.7544	2.0834	-1.9152	1.2156	-1.7646	1.6464	-1.9760	1.6316
33	-2.1405	1.8520	-1.9799	2.1574	-2.1642	1.2557	-1.9929	1.7049	-2.2251	1.6823
34	-2.3845	1.8998	-2.2054	2.2184	-2.4132	1.2879	-2.2211	1.7530	-2.4742	1.7229
35	-2.6285	1.9380	-2.4309	2.2684	-2.6622	1.3136	-2.4494	1.7923	-2.7233	1.7551
36	-2.8725	1.9686	-2.6564	2.3090	-2.9112	1.3340	-2.6776	1.8241	-2.9724	1.7807
37	-3.1165	1.9928	-2.8820	2.3420	-3.1602	1.3501	-2.9059	1.8499	-3.2215	1.8010
38	-3.3606	2.0120	-3.1075	2.3686	-3.4092	1.3627	-3.1341	1.8707	-3.4706	1.8169
39	-3.6046	2.0272	-3.3330	2.3901	-3.6581	1.3727	-3.3624	1.8874	-3.7197	1.8294
40	-3.8486	2.0392	-3.5585	2.4074	-3.9071	1.3805	-3.5906	1.9008	-3.9688	1.8392
41	-4.0926	2.0486	-3.7840	2.4212	-4.1561	1.3867	-3.8189	1.9115	-4.2180	1.8469
42	-4.3366	2.0560	-4.0095	2.4324	-4.4051	1.3915	-4.0471	1.9201	-4.4671	1.8529
43	-4.5806	2.0619	-4.2350	2.4413	-4.6541	1.3952	-4.2754	1.9269	-4.7162	1.8576
44	-4.8246	2.0664	-4.4606	2.4484	-4.9031	1.3981	-4.5036	1.9324	-4.9653	1.8612
45	-5.0686	2.0700	-4.6861	2.4542	-5.1521	1.4004	-4.7319	1.9368	-5.2144	1.8641
46	-5.3126	2.0729	-4.9116	2.4587	-5.4011	1.4022	-4.9601	1.9403	-5.4635	1.8663
47	-5.5566	2.0751	-5.1371	2.4624	-5.6501	1.4036	-5.1884	1.9430	-5.7126	1.8681

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Valores $\hat{M}(t)$ y $\hat{F}(t)$ por edades individuales 2035

Edad	Nacional		Chiapas		CDMX		Guerrero		Nuevo León	
t	$\hat{M}(t)$	$\hat{F}(t)$								
15	2.2516	0.0001	2.0794	0.0008	2.3177	0.0001	2.1157	0.0005	2.2589	0.0001
16	2.0076	0.0011	1.8538	0.0041	2.0687	0.0005	1.8875	0.0025	2.0098	0.0011
17	1.7636	0.0053	1.6283	0.0147	1.8197	0.0029	1.6592	0.0098	1.7607	0.0055
18	1.5196	0.0189	1.4028	0.0411	1.5707	0.0113	1.4310	0.0285	1.5115	0.0197
19	1.2756	0.0508	1.1773	0.0934	1.3217	0.0326	1.2027	0.0670	1.2624	0.0535
20	1.0316	0.1103	0.9518	0.1798	1.0727	0.0745	0.9744	0.1321	1.0133	0.1165
21	0.7876	0.2024	0.7263	0.3033	0.8237	0.1419	0.7462	0.2268	0.7642	0.2139
22	0.5436	0.3258	0.5008	0.4604	0.5747	0.2344	0.5179	0.3488	0.5151	0.3434
23	0.2996	0.4731	0.2752	0.6424	0.3258	0.3468	0.2897	0.4913	0.2660	0.4967
24	0.0556	0.6336	0.0497	0.8380	0.0768	0.4707	0.0614	0.6453	0.0169	0.6623
25	-0.1885	0.7965	-0.1758	1.0361	-0.1722	0.5971	-0.1668	0.8017	-0.2322	0.8288
26	-0.4325	0.9530	-0.4013	1.2273	-0.4212	0.7189	-0.3951	0.9528	-0.4813	0.9871
27	-0.6765	1.0968	-0.6268	1.4049	-0.6702	0.8307	-0.6233	1.0933	-0.7304	1.1313
28	-0.9205	1.2244	-0.8523	1.5649	-0.9192	0.9299	-0.8516	1.2197	-0.9795	1.2580
29	-1.1645	1.3347	-1.0778	1.7056	-1.1682	1.0153	-1.0798	1.3307	-1.2287	1.3666
30	-1.4085	1.4280	-1.3034	1.8269	-1.4172	1.0874	-1.3081	1.4262	-1.4778	1.4577
31	-1.6525	1.5056	-1.5289	1.9299	-1.6662	1.1470	-1.5363	1.5071	-1.7269	1.5329
32	-1.8965	1.5694	-1.7544	2.0163	-1.9152	1.1958	-1.7646	1.5747	-1.9760	1.5942
33	-2.1405	1.6212	-1.9799	2.0879	-2.1642	1.2353	-1.9929	1.6307	-2.2251	1.6437
34	-2.3845	1.6630	-2.2054	2.1470	-2.4132	1.2669	-2.2211	1.6767	-2.4742	1.6834
35	-2.6285	1.6965	-2.4309	2.1953	-2.6622	1.2922	-2.4494	1.7143	-2.7233	1.7149
36	-2.8725	1.7232	-2.6564	2.2346	-2.9112	1.3122	-2.6776	1.7447	-2.9724	1.7399
37	-3.1165	1.7445	-2.8820	2.2665	-3.1602	1.3281	-2.9059	1.7694	-3.2215	1.7597
38	-3.3606	1.7613	-3.1075	2.2923	-3.4092	1.3405	-3.1341	1.7892	-3.4706	1.7752
39	-3.6046	1.7746	-3.3330	2.3131	-3.6581	1.3503	-3.3624	1.8052	-3.7197	1.7874
40	-3.8486	1.7851	-3.5585	2.3298	-3.9071	1.3580	-3.5906	1.8180	-3.9688	1.7970
41	-4.0926	1.7933	-3.7840	2.3432	-4.1561	1.3641	-3.8189	1.8283	-4.2180	1.8045
42	-4.3366	1.7998	-4.0095	2.3540	-4.4051	1.3688	-4.0471	1.8365	-4.4671	1.8104
43	-4.5806	1.8049	-4.2350	2.3626	-4.6541	1.3725	-4.2754	1.8430	-4.7162	1.8150
44	-4.8246	1.8089	-4.4606	2.3696	-4.9031	1.3754	-4.5036	1.8483	-4.9653	1.8186
45	-5.0686	1.8121	-4.6861	2.3751	-5.1521	1.3776	-4.7319	1.8525	-5.2144	1.8214
46	-5.3126	1.8145	-4.9116	2.3795	-5.4011	1.3794	-4.9601	1.8558	-5.4635	1.8236
47	-5.5566	1.8165	-5.1371	2.3831	-5.6501	1.3807	-5.1884	1.8585	-5.7126	1.8253

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Valores $\hat{M}(t)$ y $\hat{F}(t)$ por edades individuales 2040

Edad	Nacional		Chiapas		CDMX		Guerrero		Nuevo León	
t	$\hat{M}(t)$	$\hat{F}(t)$								
15	2.2516	0.0001	2.0794	0.0008	2.3177	0.0001	2.1157	0.0004	2.2589	0.0001
16	2.0076	0.0010	1.8538	0.0040	2.0687	0.0005	1.8875	0.0024	2.0098	0.0010
17	1.7636	0.0052	1.6283	0.0144	1.8197	0.0029	1.6592	0.0093	1.7607	0.0054
18	1.5196	0.0184	1.4028	0.0402	1.5707	0.0112	1.4310	0.0272	1.5115	0.0193
19	1.2756	0.0496	1.1773	0.0914	1.3217	0.0324	1.2027	0.0639	1.2624	0.0525
20	1.0316	0.1077	0.9518	0.1760	1.0727	0.0740	0.9744	0.1260	1.0133	0.1145
21	0.7876	0.1977	0.7263	0.2968	0.8237	0.1410	0.7462	0.2163	0.7642	0.2102
22	0.5436	0.3181	0.5008	0.4506	0.5747	0.2331	0.5179	0.3326	0.5151	0.3374
23	0.2996	0.4619	0.2752	0.6287	0.3258	0.3448	0.2897	0.4685	0.2660	0.4881
24	0.0556	0.6186	0.0497	0.8202	0.0768	0.4679	0.0614	0.6154	0.0169	0.6507
25	-0.1885	0.7777	-0.1758	1.0141	-0.1722	0.5936	-0.1668	0.7645	-0.2322	0.8143
26	-0.4325	0.9304	-0.4013	1.2012	-0.4212	0.7146	-0.3951	0.9087	-0.4813	0.9699
27	-0.6765	1.0708	-0.6268	1.3750	-0.6702	0.8258	-0.6233	1.0426	-0.7304	1.1115
28	-0.9205	1.1954	-0.8523	1.5317	-0.9192	0.9244	-0.8516	1.1631	-0.9795	1.2360
29	-1.1645	1.3031	-1.0778	1.6694	-1.1682	1.0094	-1.0798	1.2690	-1.2287	1.3427
30	-1.4085	1.3942	-1.3034	1.7881	-1.4172	1.0810	-1.3081	1.3600	-1.4778	1.4323
31	-1.6525	1.4700	-1.5289	1.8889	-1.6662	1.1403	-1.5363	1.4372	-1.7269	1.5062
32	-1.8965	1.5322	-1.7544	1.9734	-1.9152	1.1888	-1.7646	1.5017	-1.9760	1.5664
33	-2.1405	1.5828	-1.9799	2.0436	-2.1642	1.2280	-1.9929	1.5551	-2.2251	1.6150
34	-2.3845	1.6237	-2.2054	2.1013	-2.4132	1.2595	-2.2211	1.5990	-2.4742	1.6540
35	-2.6285	1.6564	-2.4309	2.1486	-2.6622	1.2846	-2.4494	1.6348	-2.7233	1.6850
36	-2.8725	1.6825	-2.6564	2.1871	-2.9112	1.3045	-2.6776	1.6638	-2.9724	1.7095
37	-3.1165	1.7032	-2.8820	2.2183	-3.1602	1.3202	-2.9059	1.6873	-3.2215	1.7289
38	-3.3606	1.7196	-3.1075	2.2436	-3.4092	1.3326	-3.1341	1.7063	-3.4706	1.7442
39	-3.6046	1.7326	-3.3330	2.2639	-3.6581	1.3424	-3.3624	1.7215	-3.7197	1.7562
40	-3.8486	1.7428	-3.5585	2.2803	-3.9071	1.3500	-3.5906	1.7337	-3.9688	1.7656
41	-4.0926	1.7509	-3.7840	2.2934	-4.1561	1.3560	-3.8189	1.7435	-4.2180	1.7730
42	-4.3366	1.7572	-4.0095	2.3040	-4.4051	1.3607	-4.0471	1.7513	-4.4671	1.7788
43	-4.5806	1.7622	-4.2350	2.3124	-4.6541	1.3644	-4.2754	1.7576	-4.7162	1.7833
44	-4.8246	1.7661	-4.4606	2.3192	-4.9031	1.3673	-4.5036	1.7626	-4.9653	1.7868
45	-5.0686	1.7692	-4.6861	2.3246	-5.1521	1.3695	-4.7319	1.7666	-5.2144	1.7895
46	-5.3126	1.7716	-4.9116	2.3289	-5.4011	1.3713	-4.9601	1.7698	-5.4635	1.7917
47	-5.5566	1.7735	-5.1371	2.3324	-5.6501	1.3726	-5.1884	1.7723	-5.7126	1.7934

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

### Valores $\hat{M}(t)$ y $\hat{F}(t)$ por edades individuales 2045

Edad	Nacional		Chiapas		CDMX		Guerrero		Nuevo León	
t	$\hat{M}(t)$	$\hat{F}(t)$								
15	2.2516	0.0001	2.0794	0.0008	2.3177	0.0001	2.1157	0.0004	2.2589	0.0001
16	2.0076	0.0010	1.8538	0.0039	2.0687	0.0005	1.8875	0.0024	2.0098	0.0010
17	1.7636	0.0051	1.6283	0.0140	1.8197	0.0029	1.6592	0.0091	1.7607	0.0053
18	1.5196	0.0181	1.4028	0.0393	1.5707	0.0111	1.4310	0.0265	1.5115	0.0191
19	1.2756	0.0487	1.1773	0.0893	1.3217	0.0321	1.2027	0.0622	1.2624	0.0518
20	1.0316	0.1056	0.9518	0.1719	1.0727	0.0733	0.9744	0.1227	1.0133	0.1129
21	0.7876	0.1939	0.7263	0.2901	0.8237	0.1396	0.7462	0.2108	0.7642	0.2073
22	0.5436	0.3121	0.5008	0.4403	0.5747	0.2307	0.5179	0.3241	0.5151	0.3328
23	0.2996	0.4532	0.2752	0.6144	0.3258	0.3413	0.2897	0.4565	0.2660	0.4814
24	0.0556	0.6069	0.0497	0.8015	0.0768	0.4632	0.0614	0.5996	0.0169	0.6419
25	-0.1885	0.7630	-0.1758	0.9909	-0.1722	0.5877	-0.1668	0.7449	-0.2322	0.8032
26	-0.4325	0.9129	-0.4013	1.1738	-0.4212	0.7075	-0.3951	0.8853	-0.4813	0.9566
27	-0.6765	1.0506	-0.6268	1.3437	-0.6702	0.8176	-0.6233	1.0158	-0.7304	1.0963
28	-0.9205	1.1729	-0.8523	1.4967	-0.9192	0.9152	-0.8516	1.1333	-0.9795	1.2191
29	-1.1645	1.2785	-1.0778	1.6313	-1.1682	0.9993	-1.0798	1.2364	-1.2287	1.3244
30	-1.4085	1.3679	-1.3034	1.7473	-1.4172	1.0702	-1.3081	1.3251	-1.4778	1.4127
31	-1.6525	1.4423	-1.5289	1.8458	-1.6662	1.1289	-1.5363	1.4003	-1.7269	1.4856
32	-1.8965	1.5034	-1.7544	1.9284	-1.9152	1.1769	-1.7646	1.4631	-1.9760	1.5450
33	-2.1405	1.5530	-1.9799	1.9969	-2.1642	1.2158	-1.9929	1.5152	-2.2251	1.5929
34	-2.3845	1.5931	-2.2054	2.0534	-2.4132	1.2469	-2.2211	1.5579	-2.4742	1.6313
35	-2.6285	1.6252	-2.4309	2.0996	-2.6622	1.2718	-2.4494	1.5928	-2.7233	1.6619
36	-2.8725	1.6508	-2.6564	2.1372	-2.9112	1.2915	-2.6776	1.6211	-2.9724	1.6862
37	-3.1165	1.6711	-2.8820	2.1677	-3.1602	1.3071	-2.9059	1.6440	-3.2215	1.7053
38	-3.3606	1.6872	-3.1075	2.1924	-3.4092	1.3193	-3.1341	1.6625	-3.4706	1.7204
39	-3.6046	1.6999	-3.3330	2.2122	-3.6581	1.3290	-3.3624	1.6773	-3.7197	1.7322
40	-3.8486	1.7100	-3.5585	2.2282	-3.9071	1.3366	-3.5906	1.6892	-3.9688	1.7415
41	-4.0926	1.7179	-3.7840	2.2411	-4.1561	1.3425	-3.8189	1.6988	-4.2180	1.7488
42	-4.3366	1.7241	-4.0095	2.2514	-4.4051	1.3471	-4.0471	1.7064	-4.4671	1.7544
43	-4.5806	1.7290	-4.2350	2.2596	-4.6541	1.3508	-4.2754	1.7125	-4.7162	1.7589
44	-4.8246	1.7328	-4.4606	2.2663	-4.9031	1.3536	-4.5036	1.7173	-4.9653	1.7624
45	-5.0686	1.7358	-4.6861	2.2716	-5.1521	1.3558	-4.7319	1.7212	-5.2144	1.7651
46	-5.3126	1.7382	-4.9116	2.2758	-5.4011	1.3576	-4.9601	1.7243	-5.4635	1.7672
47	-5.5566	1.7401	-5.1371	2.2792	-5.6501	1.3589	-5.1884	1.7268	-5.7126	1.7689

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

## Anexo 1.10

### Tasas específicas de fecundidad por edades individuales del año 2010 a nivel nacional, así como estatal (Chiapas, CDMX, Guerrero y Nuevo León)

Grupo de edad	f(t) edades individuales				
	Nacional	Chiapas	CDMX	Guerrero	Nuevo León
15	0.0013	0.0039	0.0005	0.0031	0.0011
16	0.0058	0.0127	0.0029	0.0106	0.0054
17	0.0185	0.0314	0.0100	0.0277	0.0173
18	0.0442	0.0622	0.0254	0.0567	0.0412
19	0.0837	0.1028	0.0500	0.0960	0.0769
20	0.1323	0.1470	0.0804	0.1397	0.1187
21	0.1817	0.1870	0.1104	0.1799	0.1580
22	0.2239	0.2166	0.1341	0.2101	0.1870
23	0.2540	0.2328	0.1477	0.2271	0.2019
24	0.2707	0.2357	0.1509	0.2306	0.2030
25	0.2757	0.2275	0.1452	0.2229	0.1931
26	0.2719	0.2114	0.1335	0.2070	0.1757
27	0.2624	0.1904	0.1183	0.1864	0.1546
28	0.2500	0.1674	0.1019	0.1636	0.1324
29	0.2366	0.1444	0.0859	0.1408	0.1111
30	0.2235	0.1226	0.0712	0.1193	0.0917
31	0.2115	0.1028	0.0582	0.0997	0.0748
32	0.2010	0.0853	0.0471	0.0826	0.0603
33	0.1919	0.0702	0.0378	0.0678	0.0483
34	0.1844	0.0575	0.0301	0.0553	0.0385
35	0.1781	0.0468	0.0239	0.0449	0.0305
36	0.1730	0.0380	0.0189	0.0363	0.0241
37	0.1689	0.0307	0.0149	0.0293	0.0190
38	0.1656	0.0247	0.0117	0.0235	0.0149
39	0.1630	0.0199	0.0092	0.0189	0.0117
40	0.1609	0.0160	0.0072	0.0151	0.0092
41	0.1592	0.0128	0.0056	0.0121	0.0072
42	0.1579	0.0103	0.0044	0.0097	0.0056
43	0.1569	0.0082	0.0034	0.0077	0.0044
44	0.1561	0.0066	0.0027	0.0062	0.0034
45	0.1554	0.0053	0.0021	0.0049	0.0027
46	0.1549	0.0042	0.0016	0.0039	0.0021
47	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Tasas específicas de fecundidad por edades individuales del año 2015 a nivel nacional, así como estatal (Chiapas, CDMX, Guerrero y Nuevo León)**

Grupo de edad	f(t) edades individuales				
	Nacional	Chiapas	CDMX	Guerrero	Nuevo León
15	0.0011	0.0038	0.0005	0.0028	0.0011
16	0.0051	0.0125	0.0026	0.0096	0.0051
17	0.0163	0.0311	0.0092	0.0250	0.0165
18	0.0383	0.0616	0.0233	0.0511	0.0391
19	0.0714	0.1018	0.0459	0.0866	0.0730
20	0.1107	0.1456	0.0739	0.1260	0.1127
21	0.1482	0.1851	0.1015	0.1623	0.1500
22	0.1768	0.2145	0.1232	0.1896	0.1775
23	0.1928	0.2306	0.1357	0.2049	0.1917
24	0.1957	0.2334	0.1386	0.2081	0.1928
25	0.1879	0.2253	0.1334	0.2011	0.1833
26	0.1726	0.2093	0.1226	0.1868	0.1669
27	0.1533	0.1886	0.1087	0.1682	0.1468
28	0.1324	0.1658	0.0936	0.1477	0.1257
29	0.1121	0.1430	0.0789	0.1271	0.1055
30	0.0932	0.1214	0.0654	0.1076	0.0871
31	0.0766	0.1018	0.0535	0.0900	0.0710
32	0.0623	0.0845	0.0433	0.0745	0.0573
33	0.0502	0.0696	0.0347	0.0612	0.0459
34	0.0402	0.0569	0.0277	0.0499	0.0365
35	0.0321	0.0464	0.0220	0.0405	0.0290
36	0.0255	0.0376	0.0174	0.0328	0.0229
37	0.0202	0.0304	0.0137	0.0264	0.0180
38	0.0160	0.0245	0.0107	0.0212	0.0141
39	0.0126	0.0197	0.0084	0.0170	0.0111
40	0.0099	0.0158	0.0066	0.0137	0.0087
41	0.0078	0.0127	0.0052	0.0109	0.0068
42	0.0061	0.0102	0.0040	0.0087	0.0053
43	0.0048	0.0082	0.0032	0.0070	0.0042
44	0.0038	0.0065	0.0025	0.0056	0.0032
45	0.0030	0.0052	0.0019	0.0044	0.0025
46	0.0023	0.0042	0.0015	0.0035	0.0020
47	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Tasas específicas de fecundidad por edades individuales del año 2020 a nivel nacional, así como estatal (Chiapas, CDMX, Guerrero y Nuevo León)**

Grupo de edad	f(t) edades individuales				
	Nacional	Chiapas	CDMX	Guerrero	Nuevo León
15	0.0011	0.0036	0.0005	0.0025	0.0010
16	0.0050	0.0119	0.0025	0.0087	0.0048
17	0.0159	0.0296	0.0089	0.0226	0.0156
18	0.0374	0.0587	0.0226	0.0463	0.0371
19	0.0697	0.0970	0.0443	0.0784	0.0693
20	0.1079	0.1386	0.0713	0.1141	0.1070
21	0.1445	0.1763	0.0980	0.1469	0.1423
22	0.1724	0.2042	0.1190	0.1716	0.1684
23	0.1879	0.2196	0.1311	0.1854	0.1819
24	0.1908	0.2223	0.1339	0.1883	0.1829
25	0.1832	0.2146	0.1289	0.1820	0.1739
26	0.1683	0.1993	0.1184	0.1691	0.1583
27	0.1494	0.1796	0.1050	0.1522	0.1392
28	0.1291	0.1579	0.0904	0.1336	0.1193
29	0.1092	0.1361	0.0762	0.1150	0.1001
30	0.0909	0.1156	0.0632	0.0974	0.0826
31	0.0747	0.0969	0.0516	0.0815	0.0673
32	0.0607	0.0804	0.0418	0.0674	0.0544
33	0.0490	0.0662	0.0335	0.0554	0.0435
34	0.0392	0.0542	0.0267	0.0452	0.0347
35	0.0313	0.0441	0.0212	0.0367	0.0275
36	0.0249	0.0358	0.0168	0.0297	0.0217
37	0.0197	0.0289	0.0132	0.0239	0.0171
38	0.0156	0.0233	0.0104	0.0192	0.0134
39	0.0123	0.0188	0.0081	0.0154	0.0105
40	0.0097	0.0151	0.0064	0.0124	0.0082
41	0.0076	0.0121	0.0050	0.0099	0.0065
42	0.0060	0.0097	0.0039	0.0079	0.0050
43	0.0047	0.0078	0.0031	0.0063	0.0039
44	0.0037	0.0062	0.0024	0.0050	0.0031
45	0.0029	0.0050	0.0019	0.0040	0.0024
46	0.0023	0.0040	0.0015	0.0032	0.0019
47	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Tasas específicas de fecundidad por edades individuales del año 2025 a nivel nacional, así como estatal (Chiapas, CDMX, Guerrero y Nuevo León)**

Grupo de edad	f(t) edades individuales				
	Nacional	Chiapas	CDMX	Guerrero	Nuevo León
15	0.0011	0.0035	0.0005	0.0023	0.0010
16	0.0049	0.0114	0.0025	0.0081	0.0046
17	0.0156	0.0282	0.0086	0.0210	0.0150
18	0.0368	0.0559	0.0219	0.0431	0.0356
19	0.0686	0.0924	0.0431	0.0730	0.0665
20	0.1063	0.1320	0.0694	0.1062	0.1027
21	0.1423	0.1680	0.0953	0.1368	0.1367
22	0.1698	0.1946	0.1157	0.1598	0.1617
23	0.1851	0.2092	0.1275	0.1727	0.1747
24	0.1879	0.2118	0.1302	0.1753	0.1757
25	0.1804	0.2044	0.1254	0.1695	0.1670
26	0.1657	0.1899	0.1152	0.1574	0.1520
27	0.1471	0.1711	0.1021	0.1417	0.1337
28	0.1271	0.1504	0.0880	0.1244	0.1146
29	0.1076	0.1297	0.0742	0.1071	0.0961
30	0.0895	0.1101	0.0615	0.0907	0.0793
31	0.0735	0.0923	0.0502	0.0759	0.0647
32	0.0598	0.0766	0.0406	0.0628	0.0522
33	0.0482	0.0631	0.0326	0.0516	0.0418
34	0.0386	0.0516	0.0260	0.0421	0.0333
35	0.0308	0.0421	0.0206	0.0342	0.0264
36	0.0245	0.0341	0.0163	0.0276	0.0208
37	0.0194	0.0276	0.0129	0.0223	0.0164
38	0.0153	0.0222	0.0101	0.0179	0.0129
39	0.0121	0.0179	0.0079	0.0144	0.0101
40	0.0095	0.0144	0.0062	0.0115	0.0079
41	0.0075	0.0115	0.0049	0.0092	0.0062
42	0.0059	0.0092	0.0038	0.0074	0.0048
43	0.0046	0.0074	0.0030	0.0059	0.0038
44	0.0036	0.0059	0.0023	0.0047	0.0030
45	0.0029	0.0047	0.0018	0.0037	0.0023
46	0.0022	0.0038	0.0014	0.0030	0.0018
47	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Tasas específicas de fecundidad por edades individuales del año 2030 a nivel nacional, así como estatal (Chiapas, CDMX, Guerrero y Nuevo León)**

Grupo de edad	f(t) edades individuales				
	Nacional	Chiapas	CDMX	Guerrero	Nuevo León
15	0.0011	0.0034	0.0005	0.0022	0.0010
16	0.0049	0.0110	0.0024	0.0076	0.0045
17	0.0155	0.0273	0.0085	0.0196	0.0146
18	0.0365	0.0540	0.0217	0.0402	0.0346
19	0.0680	0.0893	0.0426	0.0681	0.0645
20	0.1053	0.1276	0.0685	0.0991	0.0997
21	0.1410	0.1623	0.0941	0.1275	0.1326
22	0.1682	0.1881	0.1142	0.1490	0.1569
23	0.1834	0.2022	0.1259	0.1610	0.1695
24	0.1862	0.2047	0.1286	0.1635	0.1704
25	0.1787	0.1976	0.1238	0.1580	0.1620
26	0.1642	0.1835	0.1137	0.1468	0.1475
27	0.1458	0.1654	0.1008	0.1322	0.1298
28	0.1260	0.1454	0.0869	0.1160	0.1111
29	0.1066	0.1254	0.0732	0.0999	0.0933
30	0.0887	0.1064	0.0607	0.0846	0.0770
31	0.0728	0.0892	0.0496	0.0707	0.0628
32	0.0592	0.0741	0.0401	0.0586	0.0507
33	0.0478	0.0610	0.0322	0.0481	0.0406
34	0.0383	0.0499	0.0257	0.0393	0.0323
35	0.0305	0.0406	0.0204	0.0319	0.0256
36	0.0243	0.0330	0.0161	0.0258	0.0202
37	0.0192	0.0266	0.0127	0.0208	0.0159
38	0.0152	0.0215	0.0100	0.0167	0.0125
39	0.0120	0.0173	0.0078	0.0134	0.0098
40	0.0094	0.0139	0.0061	0.0107	0.0077
41	0.0074	0.0111	0.0048	0.0086	0.0060
42	0.0058	0.0089	0.0038	0.0069	0.0047
43	0.0046	0.0072	0.0029	0.0055	0.0037
44	0.0036	0.0057	0.0023	0.0044	0.0029
45	0.0028	0.0046	0.0018	0.0035	0.0022
46	0.0022	0.0037	0.0014	0.0028	0.0018
47	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Tasas específicas de fecundidad por edades individuales del año 2035 a nivel nacional, así como estatal (Chiapas, CDMX, Guerrero y Nuevo León)**

Grupo de edad	f(t) edades individuales				
	Nacional	Chiapas	CDMX	Guerrero	Nuevo León
15	0.0009	0.0032	0.0005	0.0021	0.0009
16	0.0043	0.0106	0.0024	0.0072	0.0044
17	0.0135	0.0264	0.0084	0.0188	0.0142
18	0.0319	0.0523	0.0213	0.0384	0.0338
19	0.0595	0.0864	0.0419	0.0651	0.0631
20	0.0922	0.1235	0.0674	0.0947	0.0974
21	0.1234	0.1571	0.0926	0.1220	0.1295
22	0.1472	0.1820	0.1124	0.1425	0.1533
23	0.1605	0.1956	0.1238	0.1540	0.1656
24	0.1630	0.1981	0.1265	0.1564	0.1665
25	0.1565	0.1912	0.1217	0.1512	0.1583
26	0.1438	0.1776	0.1119	0.1404	0.1441
27	0.1276	0.1600	0.0992	0.1264	0.1268
28	0.1103	0.1407	0.0854	0.1110	0.1086
29	0.0933	0.1213	0.0720	0.0955	0.0911
30	0.0776	0.1030	0.0597	0.0809	0.0752
31	0.0638	0.0863	0.0488	0.0677	0.0613
32	0.0518	0.0717	0.0395	0.0560	0.0495
33	0.0418	0.0590	0.0317	0.0460	0.0396
34	0.0335	0.0483	0.0253	0.0375	0.0316
35	0.0267	0.0393	0.0200	0.0305	0.0250
36	0.0212	0.0319	0.0158	0.0246	0.0198
37	0.0168	0.0258	0.0125	0.0199	0.0156
38	0.0133	0.0208	0.0098	0.0160	0.0122
39	0.0105	0.0167	0.0077	0.0128	0.0096
40	0.0083	0.0134	0.0060	0.0103	0.0075
41	0.0065	0.0108	0.0047	0.0082	0.0059
42	0.0051	0.0086	0.0037	0.0066	0.0046
43	0.0040	0.0069	0.0029	0.0052	0.0036
44	0.0032	0.0055	0.0023	0.0042	0.0028
45	0.0025	0.0044	0.0018	0.0033	0.0022
46	0.0019	0.0035	0.0014	0.0027	0.0017
47	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Tasas específicas de fecundidad por edades individuales del año 2040 a nivel nacional, así como estatal (Chiapas, CDMX Guerrero y Nuevo León)**

Grupo de edad	f(t) edades individuales				
	Nacional	Chiapas	CDMX	Guerrero	Nuevo León
15	0.0009	0.0032	0.0005	0.0020	0.0009
16	0.0042	0.0104	0.0024	0.0069	0.0043
17	0.0132	0.0258	0.0083	0.0179	0.0140
18	0.0312	0.0512	0.0212	0.0367	0.0332
19	0.0581	0.0846	0.0416	0.0621	0.0620
20	0.0900	0.1209	0.0670	0.0903	0.0957
21	0.1205	0.1538	0.0920	0.1163	0.1273
22	0.1438	0.1781	0.1117	0.1359	0.1506
23	0.1567	0.1915	0.1231	0.1469	0.1627
24	0.1591	0.1939	0.1257	0.1491	0.1636
25	0.1528	0.1871	0.1210	0.1441	0.1556
26	0.1404	0.1738	0.1112	0.1339	0.1416
27	0.1246	0.1566	0.0986	0.1206	0.1246
28	0.1077	0.1377	0.0849	0.1058	0.1067
29	0.0911	0.1187	0.0716	0.0911	0.0895
30	0.0758	0.1008	0.0593	0.0771	0.0739
31	0.0623	0.0845	0.0485	0.0645	0.0602
32	0.0506	0.0702	0.0392	0.0534	0.0486
33	0.0408	0.0578	0.0315	0.0439	0.0389
34	0.0327	0.0473	0.0251	0.0358	0.0310
35	0.0261	0.0385	0.0199	0.0291	0.0246
36	0.0207	0.0312	0.0157	0.0235	0.0194
37	0.0164	0.0252	0.0124	0.0189	0.0153
38	0.0130	0.0204	0.0098	0.0152	0.0120
39	0.0102	0.0164	0.0077	0.0122	0.0094
40	0.0081	0.0132	0.0060	0.0098	0.0074
41	0.0063	0.0106	0.0047	0.0078	0.0058
42	0.0050	0.0085	0.0037	0.0063	0.0045
43	0.0039	0.0068	0.0029	0.0050	0.0035
44	0.0031	0.0054	0.0022	0.0040	0.0028
45	0.0024	0.0043	0.0018	0.0032	0.0022
46	0.0019	0.0035	0.0014	0.0025	0.0017
47	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.

**Tasas específicas de fecundidad por edades individuales del año 2045 a nivel nacional, así como estatal (Chiapas, CDMX, Guerrero y Nuevo León)**

Grupo de edad	f(t) edades individuales				
	Nacional	Chiapas	CDMX	Guerrero	Nuevo León
15	0.0009	0.0031	0.0005	0.0019	0.0009
16	0.0041	0.0102	0.0024	0.0067	0.0043
17	0.0130	0.0252	0.0083	0.0174	0.0138
18	0.0306	0.0500	0.0210	0.0357	0.0327
19	0.0570	0.0827	0.0412	0.0605	0.0611
20	0.0883	0.1181	0.0663	0.0880	0.0944
21	0.1182	0.1503	0.0911	0.1134	0.1255
22	0.1411	0.1741	0.1106	0.1324	0.1486
23	0.1538	0.1871	0.1219	0.1431	0.1605
24	0.1561	0.1895	0.1245	0.1453	0.1614
25	0.1499	0.1829	0.1198	0.1404	0.1534
26	0.1377	0.1699	0.1101	0.1305	0.1397
27	0.1223	0.1531	0.0976	0.1175	0.1229
28	0.1056	0.1346	0.0841	0.1031	0.1052
29	0.0894	0.1160	0.0709	0.0887	0.0883
30	0.0744	0.0985	0.0587	0.0752	0.0729
31	0.0611	0.0826	0.0480	0.0629	0.0594
32	0.0497	0.0686	0.0388	0.0520	0.0480
33	0.0401	0.0565	0.0312	0.0427	0.0384
34	0.0321	0.0462	0.0249	0.0349	0.0306
35	0.0256	0.0376	0.0197	0.0283	0.0242
36	0.0203	0.0305	0.0156	0.0229	0.0191
37	0.0161	0.0247	0.0123	0.0185	0.0151
38	0.0127	0.0199	0.0097	0.0148	0.0118
39	0.0100	0.0160	0.0076	0.0119	0.0093
40	0.0079	0.0129	0.0059	0.0095	0.0073
41	0.0062	0.0103	0.0046	0.0076	0.0057
42	0.0049	0.0083	0.0036	0.0061	0.0045
43	0.0038	0.0066	0.0028	0.0049	0.0035
44	0.0030	0.0053	0.0022	0.0039	0.0027
45	0.0024	0.0042	0.0017	0.0031	0.0021
46	0.0019	0.0034	0.0014	0.0025	0.0017
47	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Proyecciones de población 2000 al 2050 del Consejo Nacional de Población.