



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Lic. en Actuaría



## LABORATORIO 3

**Asignatura:**

Demografía Avanzada

**Profesor:**

Diego Terán Páez

**Ayudante:**

Irene Nava Ruíz

**Alumno:**

Sánchez Navarro Juan Carlos

**Grupo:**

9256

**Ciclo escolar:**

2023-2

**Fecha:**

9 de junio de 2023

## Contenido

a) INDICADORES DE FECUNDIDAD.....	2
a) Tasa Bruta de Natalidad para Mujeres (TBN) .....	2
b) Tasa de Fecundidad General para Mujeres (TFG Mujeres) .....	3
c) Tasas Específicas de Fecundidad.....	3
d) Edad Media a la Fecundidad.....	5
e) Tasa Global de Fecundidad .....	5
f) Tasa Bruta de Reproducción.....	6
g) Tasa Neta de Reproducción.....	6
h) Factores Extrínsecos.....	7
2. AJUSTE DE FECUNDIDAD POR EL MÉTODO BILOGITO .....	8
a) Parámetros a y b. ....	8
b) Tasas Específicas de Fecundidad observadas y ajustadas.....	9
3. PROYECCIÓN DE LA FECUNDIDAD POR EL MODELO BILOGITO.....	11
a) Proyección de a y b y de la Tasa Global de Fecundidad (TGF).....	11
b) Tasas específicas de fecundidad para los años de proyección 2025, 2030 y 2035. .	11
c) Tasas específicas de fecundidad de mujeres para los años 2025, 2030 y 2035.....	12
4. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN.....	13
a) Estimar los nacimientos femeninos para los años 2025, 2030 y 2035. ....	13
b) Proyectar la población femenina al año 2025, 2030 y 2035. ....	14
5. CONCLUSIONES.....	15

## a) INDICADORES DE FECUNDIDAD

Primero procedemos a corregir los subregistros de nacimientos para los años 2010, 2015 y 2020:

### Corrección de Subregistro

	2010		2015		2020	
Edad	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
De 15 a 19 años	3427	3409	3189	3035	2581	2561
De 20 a 24 años	5277	5328	4899	4805	4176	4023
De 25 a 29 años	4372	4297	4363	4192	3969	3869
De 30 a 34 años	3113	3045	2881	2856	2848	2839
De 35 a 39 años	1592	1598	1500	1466	1436	1362
De 40 a 44 años	380	370	361	361	366	345
De 45 a 49 años	31	29	28	24	20	21
Total	18192	18076	17222	16739	15396	15019
		36268		33960		30415

### a) Tasa Bruta de Natalidad para Mujeres (TBN)

**Definición:** La Tasa Bruta de Natalidad para Mujeres (TBN) es una medida demográfica que indica la cantidad de nacimientos promedio por cada 1,000 mujeres en un determinado período de tiempo. Esta tasa se utiliza para evaluar la fecundidad o la capacidad reproductiva de una población de mujeres.

Se calculó con lo siguiente:

$$TBN^t = \frac{N_{Mujeres}^t}{P_{Mujeres}^t} * 1000$$

Para el estado en Zacatecas se obtuvo lo siguiente:

#### Tasa Bruta de Natalidad de Mujeres (TBN Mujeres)

	2010	2015	2020
TBN Mujeres	26.28	23.24	19.81

Podemos observar que hay un decrecimiento, lo que nos indica que años tras año en el estado de Zacatecas el número de nacimientos registrados para decaendo.

### b) Tasa de Fecundidad General para Mujeres (TFG Mujeres)

**Definición:** Es una medida demográfica que indica el número promedio de hijos que tendría una mujer durante su vida reproductiva si experimentara las tasas de fecundidad observadas en un determinado período de tiempo. Esta tasa se utiliza para analizar la fecundidad de una población y compararla entre diferentes grupos de mujeres o a lo largo del tiempo.

Se calculó con lo siguiente:

$$TFG^t = \frac{N_{Total}^t}{PF_{15-49}^t} * 1000$$

Para el estado en Zacatecas se obtuvo lo siguiente:

#### *Tasa de Fecundidad General de Mujeres (TFG Mujeres)*

	2010	2015	2020
TFG Mujeres	45.44	41.03	35.82

Podemos observar que hay un decrecimiento uniforme, lo cual nos indica que año con año el número promedio de hijos que tendría una mujer durante su edad reproductiva va en decrecimiento.

### c) Tasas Específicas de Fecundidad

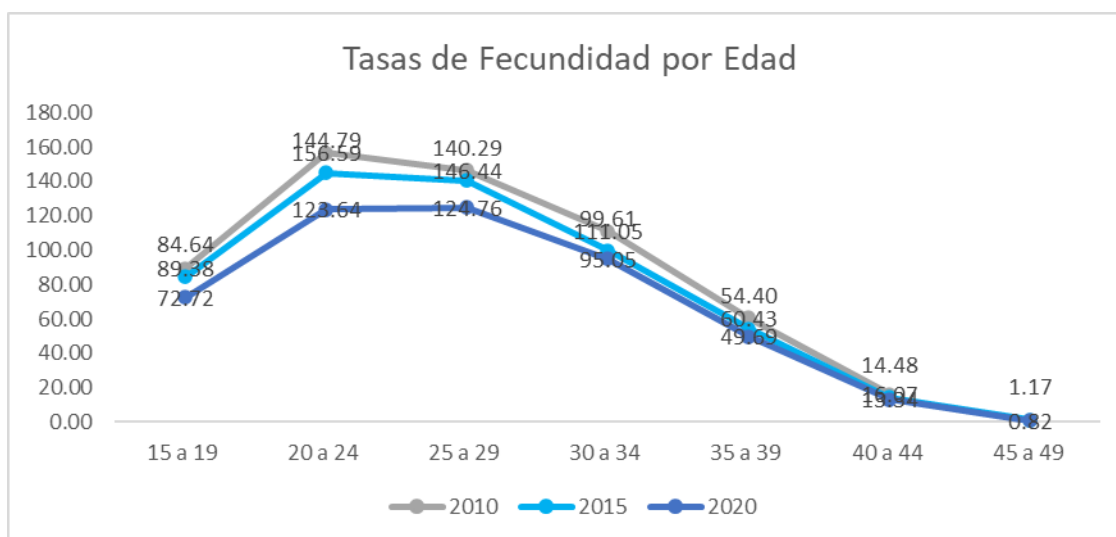
**Definición:** Son medidas demográficas que representan el número promedio de hijos que tendrían las mujeres de un grupo de edad específico. Estas tasas proporcionan información detallada sobre la fecundidad en diferentes grupos de edad de las mujeres y permiten analizar patrones específicos de reproducción en una población.

Se calculó con lo siguiente:

$${}_n f_x^t = \frac{N_{x,x+n}^t}{PF_{x,x+n}^t}$$
$$x = 15, 20, 25, \dots, 45$$

Para el estado en Zacatecas se obtuvo lo siguiente:

Tasa de Fecundidad por Edad			
Edad (años)	2010	2015	2020
15 a 19	89.38	84.64	72.72
20 a 24	156.59	144.79	123.64
25 a 29	146.44	140.29	124.76
30 a 34	111.05	99.61	95.05
35 a 39	60.43	54.40	49.69
40 a 44	16.07	14.48	13.34
45 a 49	1.51	1.17	0.82



Podemos observar que se relacionan las tasas con el decrecimiento de las anteriores mencionadas. Podemos decir que para Zacatecas corresponde a una **cúspide temprana** dado que la fecundidad se concentra mayormente en las edades jóvenes. Lo anterior lo podemos observar en la tabla de Porcentaje de Concentración:

Porcentaje de Concentración			
Edad (años)	2010	2015	2020
15 a 19	15.37%	15.69%	15.15%
20 a 24	26.93%	26.84%	25.76%
25 a 29	25.19%	26.01%	25.99%
30 a 34	19.10%	18.47%	19.80%
35 a 39	10.39%	10.09%	10.35%
40 a 44	2.76%	2.68%	2.78%
45 a 49	0.26%	0.22%	0.17%

#### d) Edad Media a la Fecundidad.

**Definición:** La Edad Media a la Fecundidad es una medida demográfica que indica la edad promedio en la que las mujeres dan a luz a sus hijos. También se conoce como Edad Media al Nacimiento o Edad Media de Maternidad.

Se calculó con lo siguiente:

$$\bar{m}^t = \frac{\sum_{x=15}^{45} \bar{x} * nf_x^t}{\sum_{x=15}^{45} nf_x^t}$$

Para el estado en Zacatecas se obtuvo lo siguiente:

Edad Media a la Fecundidad			
Edad (años)	2010	2015	2020
15 a 19	1519.4420	1438.9352	1236.2958
20 a 24	3288.4274	3040.5848	2596.3429
25 a 29	3953.9953	3787.8477	3368.4212
30 a 34	3553.5287	3187.3621	3041.6639
35 a 39	2235.9452	2012.7877	1838.6853
40 a 44	674.7787	608.1812	560.2880
45 a 49	70.7614	54.8990	38.4916
$\bar{m}$	26.31	26.20	26.42

Podemos observar que no hay variación en las edades promedio de la Edad media a la Fecundidad en el estado de Zacatecas.

#### e) Tasa Global de Fecundidad

**Definición:** Es una medida demográfica que indica el número promedio de hijos que tendría una mujer durante su vida reproductiva si experimentara las tasas de fecundidad observadas en un determinado período de tiempo. Es una medida importante para evaluar la fecundidad en una población y comprender los patrones de reproducción.

Se calculó con lo siguiente:

$$TGF^t = 5 * \sum_{x=15}^{45} nf_x^t$$

Para el estado en Zacatecas se obtuvo lo siguiente:

5.-	Tasa Global de Fecundidad		
	2010	2015	2020
TGF	2.91	2.70	2.40

Básicamente nos indica que en promedio las mujeres en el estado de Zacatecas tienen entre 2 y casi 3 hijos a lo largo de su vida.

#### f) Tasa Bruta de Reproducción.

**Definición:** Es una medida demográfica que estima el número promedio de hijas que tendría una mujer durante su vida reproductiva si experimentara las tasas de fecundidad observadas en un determinado período de tiempo. A diferencia de la Tasa Global de Fecundidad (TGF), que se refiere al número promedio de hijos por mujer, la TBR se centra específicamente en el número promedio de hijas.

Se calculó con lo siguiente:

$$TBR^t = K * TGF$$

Para el estado en Zacatecas se obtuvo lo siguiente:

6.-	Tasa Bruta de Reproducción		
	2010	2015	2020
TBR	1.45	1.33	1.19

Tenemos que en promedio las mujeres en Zacatecas tendrían una hija a lo largo de su vida reproductiva. Debemos tener en cuenta que la TBR es útil para analizar el reemplazo generacional en una población, ya que se enfoca en el número de hijas que tienen las mujeres. Si la TBR es igual a 1, significa que cada mujer está reemplazando a sí misma en la siguiente generación, que para Zacatecas es el caso.

La TBR es un indicador demográfico importante para comprender los patrones de reproducción y el crecimiento o declive de una población. Sin embargo, al igual que otras medidas demográficas, la TBR debe interpretarse en conjunto con otras variables y considerando el contexto socioeconómico y cultural.

#### g) Tasa Neta de Reproducción.

**Definición:** Es una medida demográfica que estima el número promedio de hijas que tendría una cohorte hipotética de mujeres a lo largo de su vida reproductiva, asumiendo las tasas de fecundidad observadas en un determinado período de tiempo y las tasas de mortalidad específicas por edad de la población.

A diferencia de la Tasa Bruta de Reproducción (TBR), que estima el número promedio de hijas que tendría una mujer individualmente, la TNR se enfoca en una cohorte hipotética de

mujeres y considera las tasas de mortalidad para estimar cuántas de ellas llegarán a la edad de reproducción y cuántas hijas tendrán.

Se calculó con lo siguiente:

$$TNR^t = 5 * K * \sum_{x=15}^{45} \left( {}_5f_x^t * \frac{{}_5L_x}{5 * l_0} \right)$$

Para el estado en Zacatecas se obtuvo lo siguiente:

	2010	2015	2020
TNR	2.01	1.53	1.24

Se observa una pequeña tendencia a querer ser menor a 1 la TNR, lo cual nos indica que la población va en disminución.

## h) Factores Extrínsecos.

### 1. Estructura de mujeres en edad reproductiva (15 a 49 años)

$$\frac{{}_nPF_x}{PF_{15-49}} \quad x = 15, \dots, 45$$

Estructura de las mujeres de 15 a 49 años			
Edad (años)	2010	2015	2020
15 a 19 años	21.0%	19.4%	17.8%
20 a 24 años	17.6%	17.0%	16.4%
25 a 29 años	14.6%	14.9%	15.1%
30 a 34 años	13.5%	13.8%	14.1%
35 a 39 años	12.6%	12.9%	13.1%
40 a 44 años	11.0%	11.6%	12.2%
45 a 49 años	9.6%	10.4%	11.3%

### 2. Distribución de las mujeres en edad reproductiva (15 a 49 años) respecto al total de mujeres

$$\frac{PF_{15-49}}{PF_{Total}}$$

Distribución de las Mujeres en Edad Fértil			
Año	2010	2015	2020
%	47.9%	48.0%	48.9%

### 3. Estructura de las tasas de fecundidad por edad

$$\frac{{}_nf_x}{\sum_{x=15}^{49} {}_nf_x}$$

Estructura de las tasas de fecundidad por edad			
Edad (años)	2010	2015	2020
15 a 19 años	15.3%	16.7%	16.3%
20 a 24 años	26.0%	27.9%	27.0%
25 a 29 años	25.3%	24.5%	25.7%
30 a 34 años	18.3%	17.4%	17.9%
35 a 39 años	10.4%	9.6%	9.8%
40 a 44 años	3.7%	3.3%	2.9%
45 a 49 años	0.9%	0.6%	0.4%



## 2. AJUSTE DE FECUNDIDAD POR EL MÉTODO BILOGITO

El Modelo Bilogito es un enfoque estadístico utilizado en demografía para ajustar la tasa de fecundidad. Este modelo se basa en la idea de que la probabilidad de tener un hijo depende tanto de la edad de la madre como de la edad del padre.

En el Modelo Bilogito, se hacen los siguientes supuestos:

1. **Homogeneidad de la población:** Se supone que las características socioeconómicas y demográficas de la población son homogéneas, lo que significa que las probabilidades de tener hijos son las mismas para todas las personas con las mismas edades.
2. **Independencia de los eventos:** Se supone que los eventos de tener hijos son independientes entre sí, es decir, la probabilidad de tener un hijo en un período determinado no está influenciada por los nacimientos anteriores o posteriores.
3. **Homogeneidad de género:** Se supone que los patrones de fecundidad son similares tanto para hombres como para mujeres en términos de la relación entre la edad y la probabilidad de tener hijos.
4. **Ausencia de periodos de postergación:** Se supone que las personas no posponen intencionalmente tener hijos debido a circunstancias personales o sociales. Esto implica que la edad de la madre y del padre refleja la edad en la que tienen lugar los nacimientos.

El Modelo Bilogito utiliza métodos estadísticos para estimar los parámetros que describen la relación entre la edad de la madre, la edad del padre y la probabilidad de tener hijos. Estos parámetros permiten ajustar la tasa de fecundidad observada y obtener una estimación más precisa de la tasa de fecundidad que tendría una población si se cumplieran los supuestos del modelo.

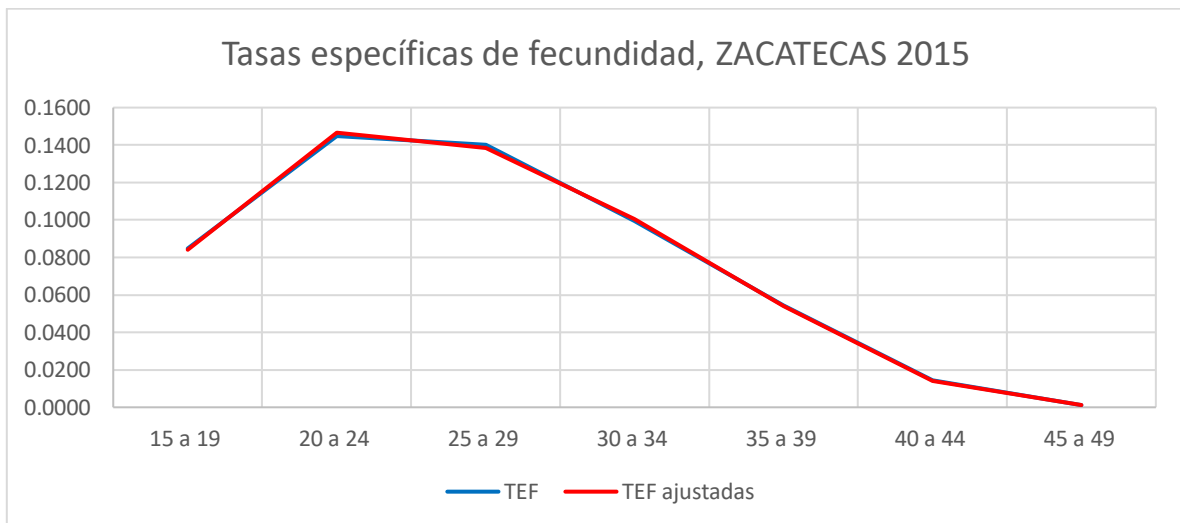
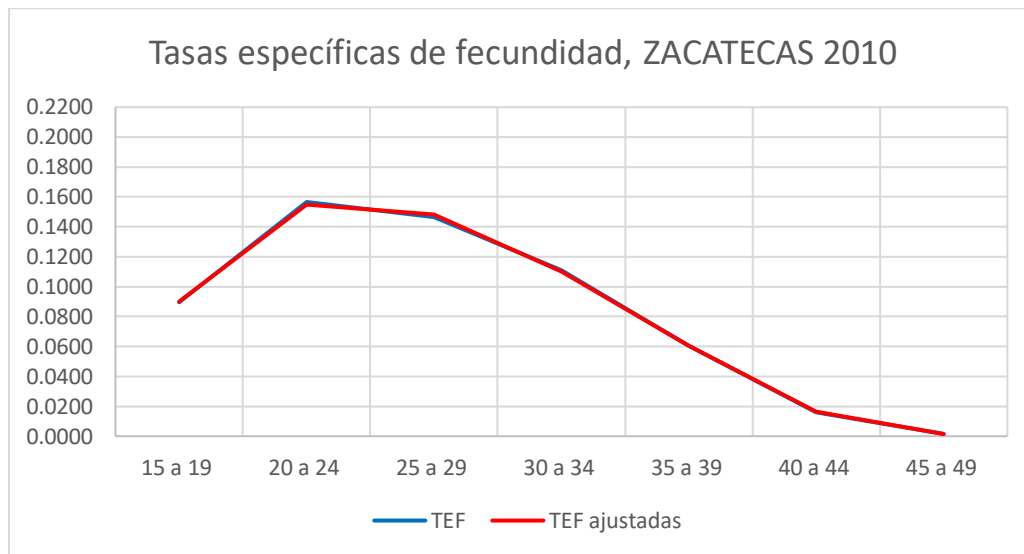
### a) Parámetros a y b.

Parámetros del modelo		
	2010	2015
b	0.9918	1.0097
a	0.0079	-0.0085

b) Tasas Específicas de Fecundidad observadas y ajustadas.

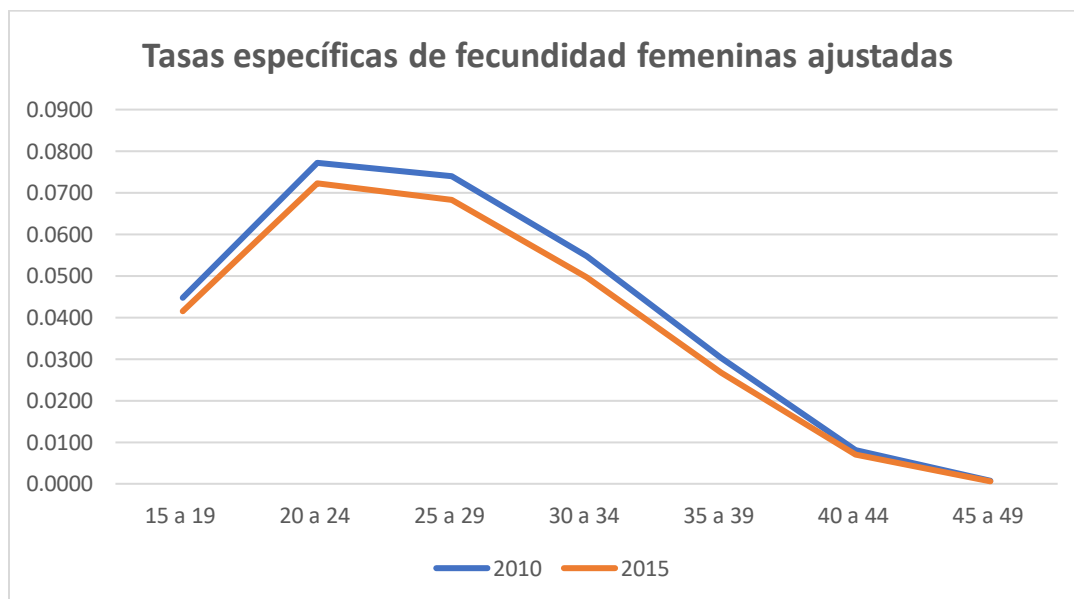
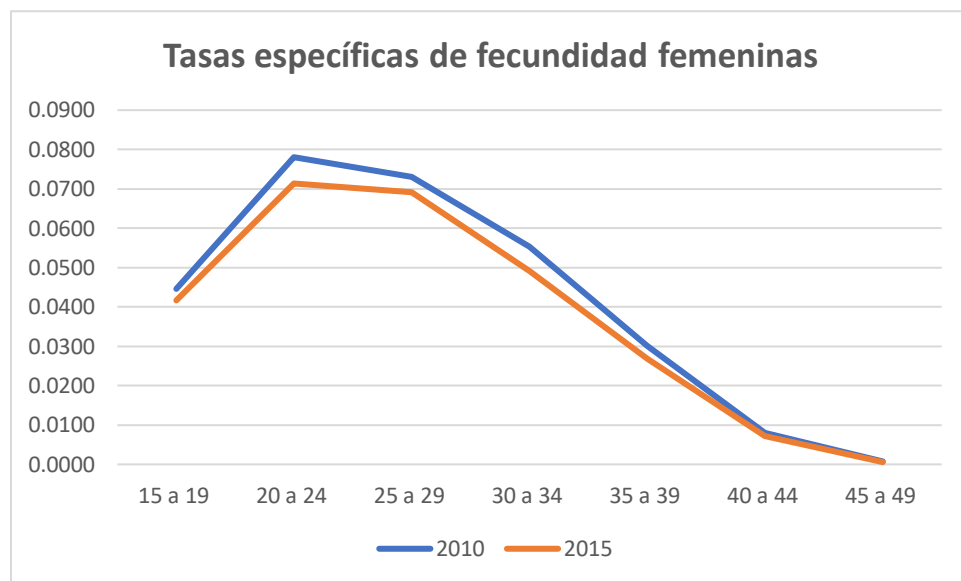
Tasa de Fecundidad por Edad		
Edad (años)	2010	2015
15 a 19	0.0894	0.0846
20 a 24	0.1566	0.1448
25 a 29	0.1464	0.1403
30 a 34	0.1110	0.0996
35 a 39	0.0604	0.0544
40 a 44	0.0161	0.0145
45 a 49	0.0015	0.0012

Tasas específicas de fecundidad ajustadas		
Edad (años)	2010	2015
15 a 19	0.0898	0.0841
20 a 24	0.1549	0.1466
25 a 29	0.1483	0.1385
30 a 34	0.1100	0.1007
35 a 39	0.0607	0.0541
40 a 44	0.0164	0.0141
45 a 49	0.0015	0.0012



Tasas específicas de fecundidad femeninas		
Edad (años)	2010	2015
15 a 19	0.0445	0.0417
20 a 24	0.0780	0.0714
25 a 29	0.0730	0.0691
30 a 34	0.0553	0.0491
35 a 39	0.0301	0.0268
40 a 44	0.0080	0.0071
45 a 49	0.0008	0.0006

Tasas específicas de fecundidad femeninas ajustadas		
Edad (años)	2010	2015
15 a 19	0.0448	0.0415
20 a 24	0.0772	0.0723
25 a 29	0.0739	0.0683
30 a 34	0.0548	0.0496
35 a 39	0.0302	0.0267
40 a 44	0.0082	0.0070
45 a 49	0.0007	0.0006



### 3. PROYECCIÓN DE LA FECUNDIDAD POR EL MODELO BILOGITO

#### a) Proyección de a y b y de la Tasa Global de Fecundidad (TGF)

Para proyectar las tasas de fecundidad de cada grupo de edad para los años 2015, 2020 y 2025 utilizamos el método logístico para el caso de funciones decrecientes:

$$f(t)=k/e^{a+bt}$$

$$a = \ln(k/TGF_0)$$

$$b = \ln(TGF_0/TGF_1)$$

Obtenemos como resultado lo siguiente:

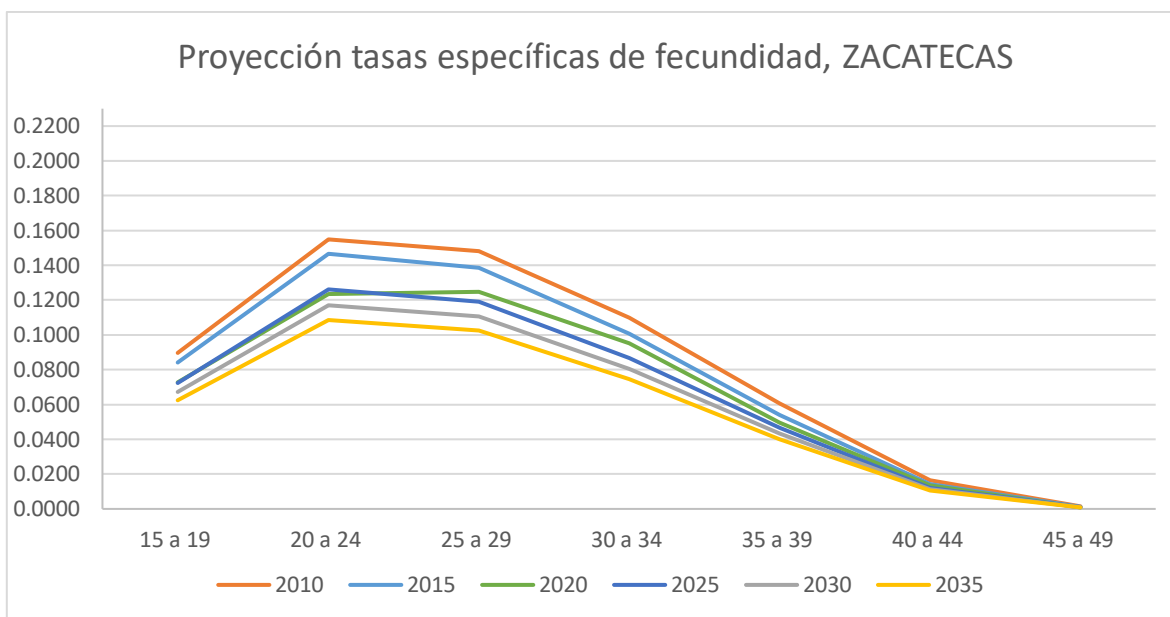
#### PROYECCIÓN TGF

		Proyección de la TGF						
COTAS (k)	t ->	2010	2015			2025	2030	2035
		0	1	a	b	3	4	5
1.0000	a	2.9073	2.6969	-1.0672	0.0751	2.3206	2.1526	1.9968

Proyección de a, b y TGF			
	2025	2030	2035
b	1.0097	1.0097	1.0097
a	-0.0085	-0.0085	-0.0085
TGF	2.3206	2.1526	1.9968

#### b) Tasas específicas de fecundidad para los años de proyección 2025, 2030 y 2035.

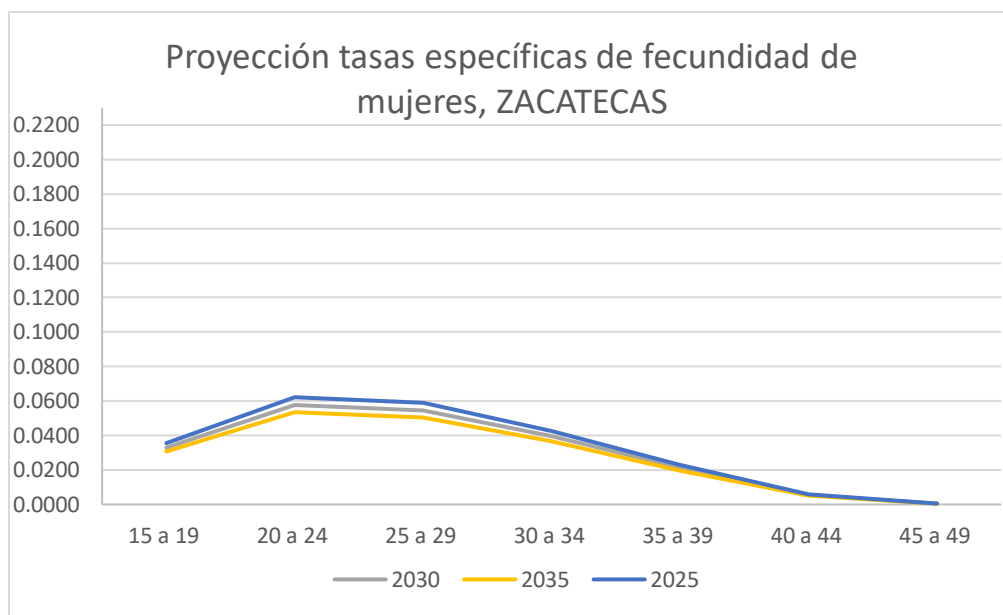
Tasas Específicas de Fecundidad Ajustadas				
Edad (años)	x	2025	2030	2035
15 a 19	15	0.0724	0.0672	0.0623
20 a 24	20	0.1261	0.1170	0.1085
25 a 29	25	0.1192	0.1106	0.1026
30 a 34	30	0.0866	0.0804	0.0745
35 a 39	35	0.0466	0.0432	0.0401
40 a 44	40	0.0122	0.0113	0.0105
45 a 49	45	0.0010	0.0010	0.0009



Podemos notar que estas tasas todavía siguen mostrando una disminución similar a la observada en los años 2010, 2015 y 2020, al mismo tiempo que siguen el mismo patrón que se ha observado en años anteriores. Podemos concluir que, para el estado de Zacatecas, estas tasas representan una **cúspide temprana** debido a las edades jóvenes en las que se concentra la mayor fertilidad.

c) Tasas específicas de fecundidad de mujeres para los años 2025, 2030 y 2035.

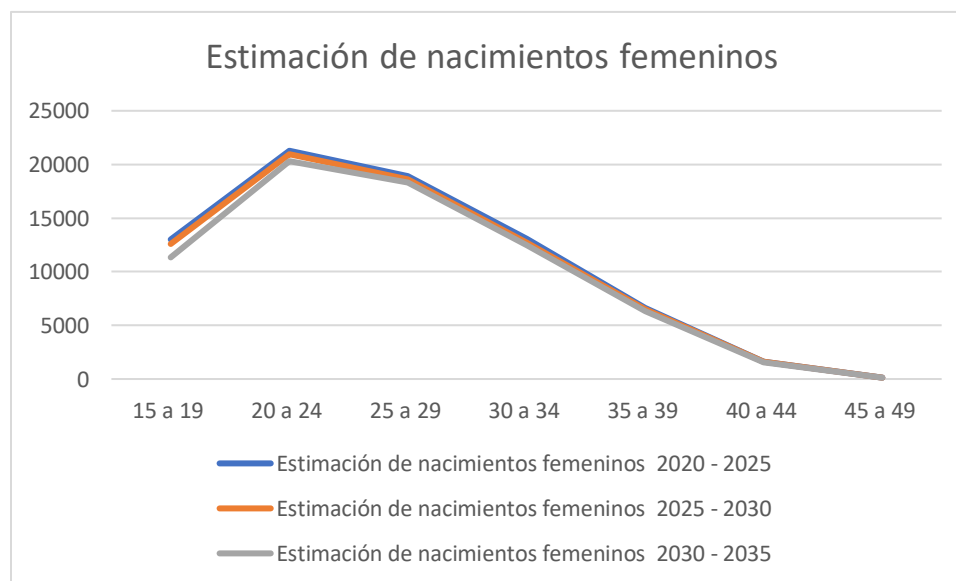
Tasas Específicas de Fecundidad de Mujeres Ajustadas				
Edad (años)	x	2025	2030	2035
15 a 19	15	0.0357	0.0331	0.0307
20 a 24	20	0.0622	0.0577	0.0535
25 a 29	25	0.0587	0.0545	0.0505
30 a 34	30	0.0427	0.0396	0.0367
35 a 39	35	0.0230	0.0213	0.0197
40 a 44	40	0.0060	0.0056	0.0052
45 a 49	45	0.0005	0.0005	0.0004



## 4. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

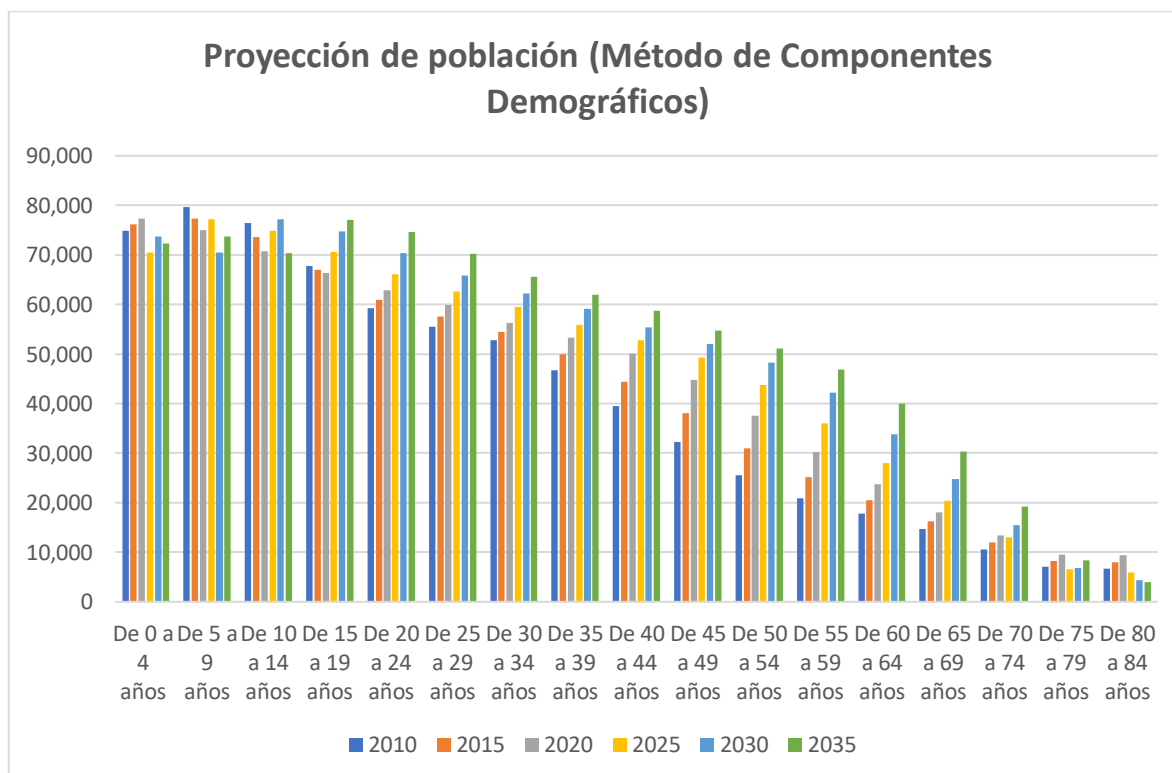
a) Estimar los nacimientos femeninos para los años 2025, 2030 y 2035.

Estimación de nacimientos femeninos			
Edad (años)	2020 - 2025	2025 - 2030	2030 - 2035
15 a 19	12988	12580	11320
20 a 24	21275	20953	20303
25 a 29	18937	18593	18322
30 a 34	13064	12717	12496
35 a 39	6644	6480	6314
40 a 44	1636	1598	1560
45 a 49	131	128	125



b) Proyectar la población femenina al año 2025, 2030 y 2035.

Proyección de población (Método de Componentes Demográficos)			
Grupo de edad	2025	2030	2035
De 0 a 4 años	73,987	72,502	70,049
De 5 a 9 años	70,505	73,727	72,309
De 10 a 14 años	77,222	70,416	73,655
De 15 a 19 años	74,902	77,132	70,353
De 20 a 24 años	70,553	74,769	77,027
De 25 a 29 años	66,113	70,367	74,617
De 30 a 34 años	62,563	65,874	70,170
De 35 a 39 años	59,483	62,259	65,625
De 40 a 44 años	55,869	59,092	61,938
De 45 a 49 años	52,741	55,360	58,667
De 50 a 54 años	49,275	52,043	54,775
De 55 a 59 años	43,686	48,242	51,160
De 60 a 64 años	36,022	42,166	46,860
De 65 a 69 años	28,032	33,817	39,991
De 70 a 74 años	20,383	24,731	30,336
De 75 a 79 años	13,057	15,461	19,230
De 80 a 84 años	6,603	6,869	8,343
De 85 años y más	5,973	4,340	3,962
Total	868,993	911,198	951,103



## 5. CONCLUSIONES.

En resumen, el estudio de la fertilidad realizado en el estado de Zacatecas ha brindado una comprensión detallada de los patrones reproductivos en esta área. Mediante el análisis de importantes medidas demográficas, como la Tasa Bruta de Natalidad (TBN), la Tasa de Fecundidad General y las Tasas Específicas de Fecundidad, hemos obtenido una visión clara de la dinámica de la fertilidad en la población de mujeres en edad reproductiva.

Al examinar las Tasas Específicas de Fecundidad según diferentes grupos de edad, hemos observado patrones interesantes. Se ha identificado que las tasas de fertilidad son más altas en los grupos de edad más jóvenes, lo que sugiere que las mujeres en Zacatecas tienden a tener hijos a edades tempranas. No obstante, también hemos notado una tendencia hacia el retraso en la maternidad en los grupos de edad más avanzados, lo que indica una posible transición demográfica en curso.

Estos descubrimientos demográficos tienen implicaciones significativas para la planificación familiar, la salud materna y la formulación de políticas públicas en el estado de Zacatecas. Con una alta tasa de fecundidad y un crecimiento poblacional constante, resulta fundamental implementar políticas y programas que fomenten la educación sexual y reproductiva, el acceso a métodos anticonceptivos y la atención médica materna adecuada. Además, se requiere una mayor atención a la equidad de género y a las necesidades específicas de las mujeres en diferentes grupos de edad.

En resumen, este proyecto de análisis de la fecundidad nos ha proporcionado una comprensión detallada de los patrones de reproducción en el estado de Zacatecas. Estos resultados pueden servir como base para tomar decisiones informadas y llevar a cabo políticas efectivas para abordar los desafíos y aprovechar las oportunidades relacionadas con la fecundidad y el crecimiento poblacional en la región.