

La tasa neta de reproducción mide en qué medida una generación de mujeres se está sustituyendo a sí misma si las tasas específicas de fecundidad por edad y las tasas de mortalidad por edad permanecen constantes.

Cuando  $TNR > 1$  el número de hijas es **mayor** al número de madres

Cuando  $TNR < 1$  el número de hijas es **menor** al número de madres

La *TNR* no nos da información sobre la velocidad del cambio pero se puede estimar si conocemos **la edad media de la maternidad** que representa el número de años en que una generación de madres se sustituye a sí misma.

También se denomina los años promedio en una generación sustituye a otra.

$$r = \frac{\ln\left(\frac{N(T)}{N(0)}\right)}{t}$$

tasa de crecimiento de la población

$$TNR \approx \frac{N(M)}{N(0)}$$

relación entre generación de madres  $N(M)$  y generación de hijas  $N(0)$

$$\frac{N(M)}{N(0)} = e^{rt} \qquad TNR = e^{r \cdot M}$$

$$r = \frac{\ln(TNR)}{M}$$

tasa intrínseca de crecimiento de la población  $r_0$

El crecimiento implícito en las tasas de fecundidad y mortalidad de la población si se mantuvieran constantes.

Años persona vividos entre edades  $a$ ,  $a+5$  estimados de una tabla de vida femenina con  $l_0 = 1$  :  ${}_5L_a$

Tasa de fecundidad de mujeres entre edades  $a$ ,  $a+5$  :  ${}_5m_a$

$$r_0 = \frac{\ln(TNR)}{27} = \frac{\ln\left(\sum_{a=15,5}^{45} {}_5L_a \cdot {}_5m_a\right)}{27}$$


$$y(r_n) = \sum_{a=15,5}^{45} e^{-r_n(a+2.5)} \cdot {}_5L_a \cdot {}_5m_a$$

$$e^{-ra} = 1, r = 0$$

$$e^{-ra} > 1, r < 0$$

$$e^{-ra} < 1, r > 0$$

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
x	$nLx/l_0$	$5mx$	$nLx/l_0 * 5mx$	$r_0 * (x+n/2)$	$\exp(-r(x+n/2))$	$\exp(-r(x+n/2)) * nLx * 5mx$	2da iteración	3ra iteración	4ta iteración
15	4.667	0.0057	0.0265	-0.2862	0.7511	0.019877	0.020469	0.020426	0.020430
20	4.631	0.0663	0.3069	-0.3680	0.6921	0.212407	0.220570	0.219976	0.220034
25	4.582	0.1120	0.5133	-0.4498	0.6378	0.327397	0.342839	0.341711	0.341821
30	4.532	0.0789	0.3575	-0.5316	0.5877	0.210120	0.221882	0.221020	0.221104
35	4.469	0.0571	0.2550	-0.6133	0.5415	0.138074	0.147030	0.146371	0.146435
40	4.391	0.0159	0.0698	-0.6951	0.4990	0.034843	0.037415	0.037225	0.037244
45	4.290	0.0061	0.0262	-0.7769	0.4598	0.012033	0.013030	0.012956	0.012963
		TNR	1.5552			0.954750	1.003234	0.999685	1.000030
						-0.045250	0.003234	-0.000315	0.000030
			0.4416			-0.001676	0.000120	-0.000012	0.000001
		$r_n$	0.01636			0.014680	0.014799	0.014788	0.014789
						-0.001676	-0.000120	0.000012	-0.000001



A diferencia de la mortalidad que tiene una sola ocurrencia por persona, la fecundidad puede ocurrir varias veces a lo largo de la vida de una persona.

Las medidas se basan en la experiencia de las mujeres porque se puede establecer mejor una relación entre los riesgos y la edad de las mujeres. La vida reproductiva de las mujeres tiene una duración conocida y la capacidad de concebir cambia con la edad.

A diferencia de la mortalidad la exposición al riesgo de concebir así como el nacimiento dependen de un conjunto de decisiones tomadas por las personas.

El estudio de la fecundidad debe tomar en cuenta los aspectos biológicos y los aspectos de comportamiento

## Mujeres en edad reproductiva o mujeres en edad fértil

Fertilidad: habilidad para concebir y reproducirse. Infertilidad se refiere a la esterilidad.

Fecundidad: la reproducción, el dar origen a un nacimiento.

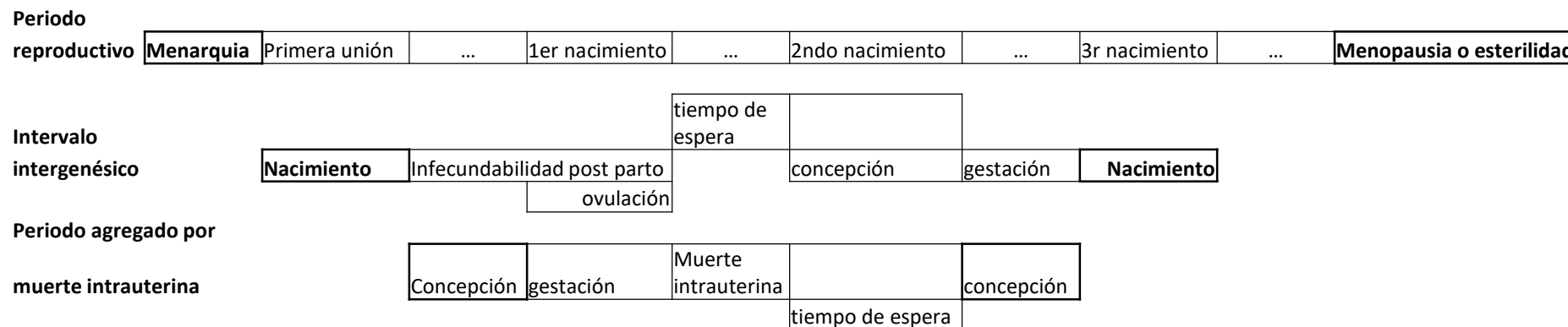
El inicio de la edad reproductiva lo establece la menarquia (o primera menstruación). Aunque es el inicio de la ovulación, la probabilidad de embarazo para las mujeres más jóvenes es menor que en mujeres de más edad dado que no todos los óvulos pueden implantarse en el útero. Por esta razón se toma 15 años como la edad inicial aunque el inicio de la menstruación se puede dar entre los 11 y los 15 años.

El final de la edad reproductiva está marcado por la menopausia que ocurre alrededor de los 42 a 50 años. La esterilidad permanente empieza alrededor de los 42 años.

# Periodo reproductivo e intervalo intergenésico

Dentro del periodo reproductivo el tiempo en que la mujer es susceptible de quedar embarazada se reduce por otros eventos.

## Componentes del periodo reproductivo



## Componentes básicos del intervalo intergenésico

1. **Infertilidad post parto** : ausencia de menstruación y ovulación después de un nacimiento. La duración de este periodo esta asociada a la lactancia.
2. **Tiempo de espera** desde la primera ovulación después del embarazo hasta la concepción. Relacionada con la fertilidad de cada mujer, la frecuencia de relaciones sexuales, y el uso de alguna forma de impedir el embarazo (método anticonceptivo).
3. **Periodo de gestación.**
4. **Mortalidad intrauterina.** La interrupción de un embarazo aumenta el espacio entre dos nacimientos.



## Determinantes próximos de la fecundidad

- 1 matrimonio o unión
- 2 esterilidad permanente
- 3 infertilidad post parto
- 4 fertilidad natural o frecuencia de relaciones sexuales
- 5 uso y eficacia de anticonceptivos
- 6 mortalidad intrauterina espontánea
- 7 aborto inducido

## Cuáles son los niveles de fecundidad observados

Máximo biológico: inicio a los 15 años de edad, periodo de embarazo de 9 meses e infecundabilidad post parto 3 meses. Podría ocurrir un nacimiento cada 12 meses.

¿Por qué no ocurre el máximo biológico?

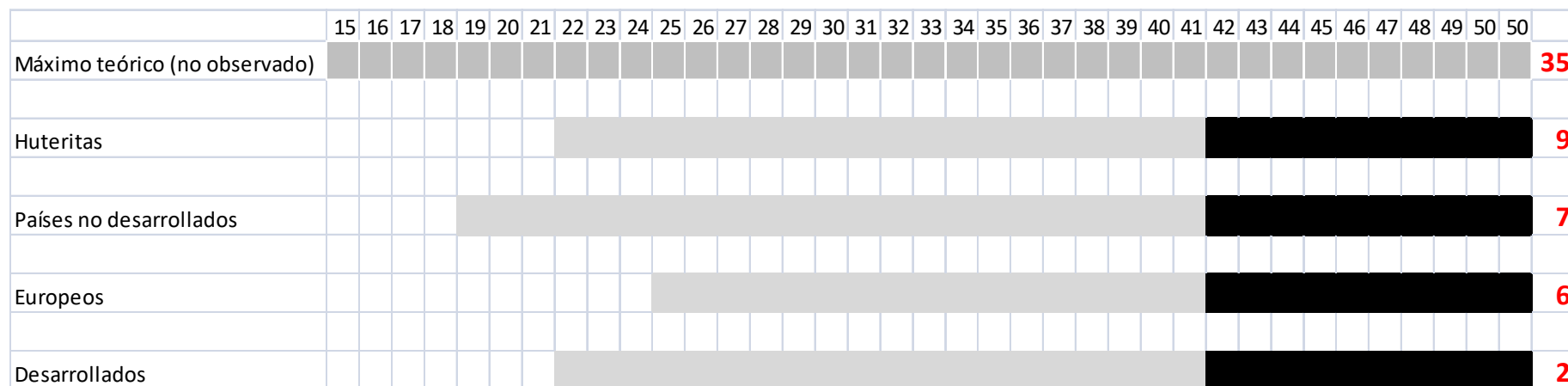
Periodo reproductivo termina antes debido a riesgos en el embarazo, parto y puerperio asociados a nacimientos muy próximos.

Otros riesgos asociados a la vida reproductiva que provocan infertilidad postparto: enfermedad pélvica inflamatoria.

Duración de la lactancia materna aumenta el intervalo intergenésico.

Riesgos asociados a nacimientos de alto orden.

# Niveles de fecundidad



## Distribución del tiempo en distintos estados durante el periodo reproductivo

País	Soltera	Infecundabilidad postparto	Fecunda	Embarazada	Esteril	
Desarrollados	20	1	49	4	26	100
Europeos	31	15	15	13	26	100
Países no desarrollados	10	30	19	15	26	100
Huteritas	23	13	19	19	26	100
Máximo teórico (no observado)	0	16	9	75	0	100

## Fecundidad natural

Fecundidad natural: la fecundidad en ausencia de cualquier forma de control del número de nacimientos asociado a la **paridez** de las mujeres.

**Paridez** se refiere al número de hijos que han tenido las mujeres.

Aun bajo fecundidad natural el número de hijos está muy lejos del máximo biológico debido a algunas prácticas que no se encuentran asociadas a la paridez como:

- posposición del inicio de formación de la familia,
- la lactancia materna,
- separación (o abstinencia) durante la vida reproductiva

## Determinantes próximos

Son las variables de los factores biológicos y de comportamiento por medio de las cuales operan las variables económicas y sociales asociadas a cambios en la fecundidad.

La modificación de un determinante próximo necesariamente lleva a un cambio en la fecundidad por medio de un mecanismo específico.

Por ejemplo el aumento de la educación de la mujer no ejerce una influencia directa sobre la fecundidad pero si la posposición de la primera unión o del primer hijo producto de la mayor educación.

## Determinantes próximos

En condiciones de fecundidad natural:

Proporción de mujeres que se casan.

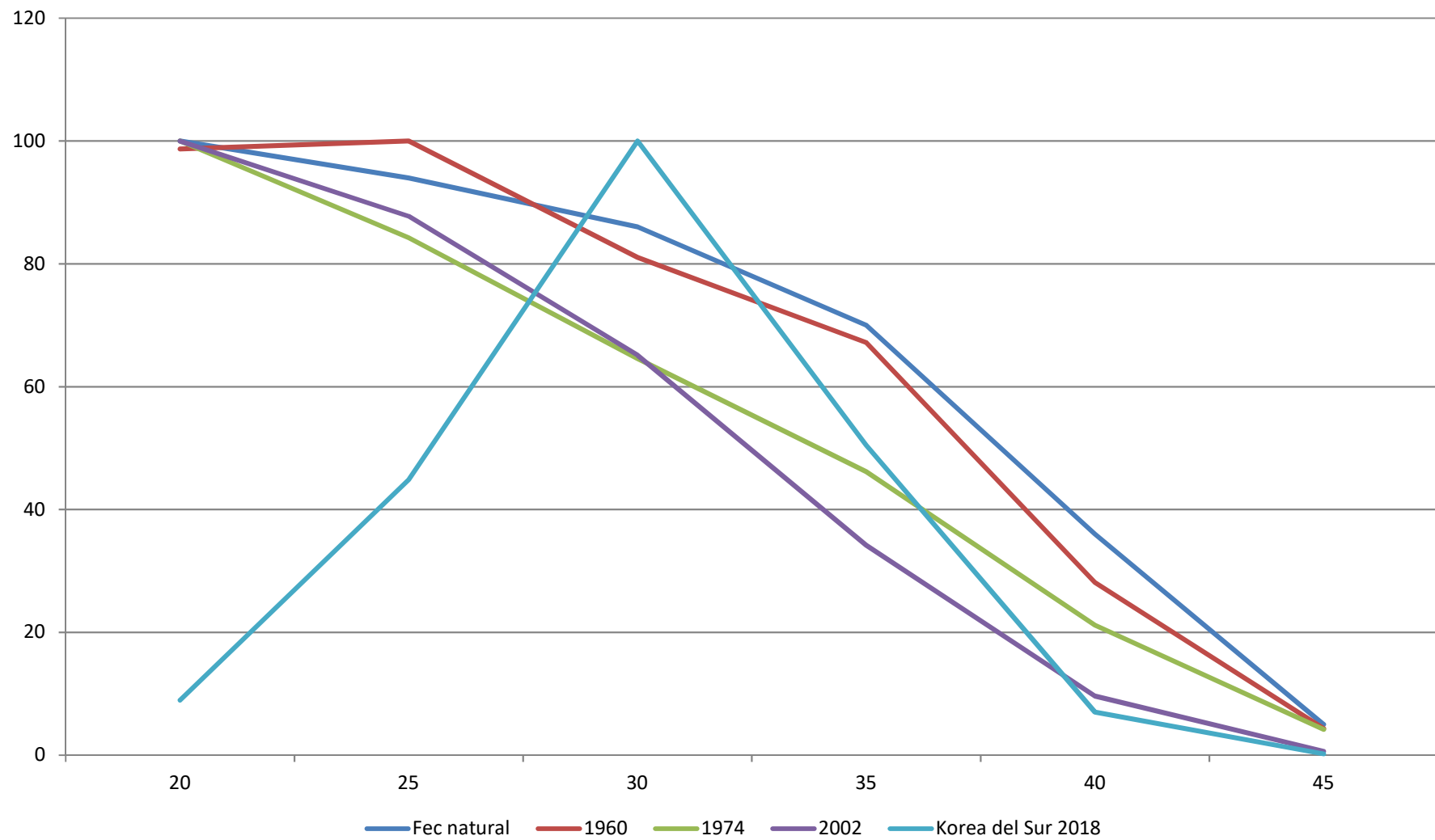
Duración de la infecundabilidad post-parto

Fertilidad natural

Riesgo de mortalidad intrauterina

Esterilidad permanente

# Fecundidad natural



## Determinantes próximos

### **Duración de la infecundabilidad post-parto:**

En ausencia de lactancia y de abstinencia equivale al periodo de amenorrea después de un nacimiento: aproximadamente 1.5 a 2 meses.

Un mes de lactancia aumenta el periodo de amenorrea por menos de un mes dependiendo del patrón de lactancia.

### **Fertilidad (probabilidad de concebir):**

En un grupo de mujeres fértiles un 20% concibe durante el primer mes de exposición al riesgo de concebir.

Esto depende de: la probabilidad de que el ciclo sea ovulatorio, que las relaciones sexuales coincidan con el periodo fértil, que ocurra la inseminación y la implantación del ovulo fecundado.



## Determinantes próximos

### **Mortalidad intrauterina:**

Incluye los abortos espontáneos (muerte fetal antes de los 28 días). Y los mortinatos (después de las 28 semanas).

La mortalidad intrauterina varia con la edad gestacional (número de semanas de embarazo) y con la edad de la mujer (son más bajas después de los 20 años y después aumentan con la edad sobretodo después de los 35 años).

La mayoría de las muertes intrauterinas se deben a factores biológicos y por lo tanto varían poco de una población a otra.

## Determinantes próximos

**Esterilidad permanente:** la menopausia marca el final del periodo reproductivo. Después de la menopausia las mujeres son estériles o infértiles, pero la esterilidad o infertilidad puede ocurrir antes de la menopausia.

La edad promedio de la esterilidad permanente ocurre entre los 41 a 42 años. Esto se sabe de la observación de la edad al último nacimiento en distintas poblaciones con fecundidad natural que oscilan entre los 39 y los 41 años.

## Determinantes próximos

Determinante próximo	Rango de variación en años		modelo 1	modelo 2
Edad al matrimonio o primera unión	15	27,5	22,5	18,5
Edad final del periodo reproductivo	38,5	41	40	40
Duración de la infecundabilidad postparto	0,25	2	1	1,6
Tiempo para concebir	0,4	0,85	0,6	0,6
Tiempo sumado por mortalidad intrauterina	0,1	0,2	0,15	0,15
Duración del periodo reproductivo			<b>17,5</b>	<b>21,5</b>
intervalo promedio			2,5	3,1
<u>Total de hijos por mujer</u>			<b>7</b>	<b>7</b>
embarazo 9/12			0,75	0,75
infecundabilidad			<b>1</b>	<b>1,6</b>
tiempo concebir			0,6	0,6
mortalidad intrauterina			0,15	0,15
intervalo intergenésico			2,5	3,1

## Determinantes próximos

Cuando la fecundidad no es natural, o sea, hay un control que depende del número de hijos que ha tenido la mujer:

Limitación en el número de años de exposición (edad al matrimonio o primera unión).

Control de la fecundidad por medio del uso de métodos anticonceptivos o por medio del aborto inducido.

## Determinantes próximos

Control de la fecundidad por medio del uso de métodos anticonceptivos:

Depende de la eficacia de los métodos

    eficacia teórica: condiciones de laboratorio

    eficacia de uso: interviene la experiencia de uso y falla del método bajo condiciones reales.

    eficacia uso prolongado: incorpora la discontinuación y falla.

Medida de eficacia se refiere a la reducción proporcional en la probabilidad de concebir de mujeres fértiles.

Tasa acumulada de eficacia: la proporción de mujeres que tienen un embarazo no deseado en un tiempo determinado a partir del momento en que empiezan a usar un método anticonceptivo. Estimada por medio de tabla de vida.

# Prevalencia de métodos anticonceptivos según las últimas encuestas

Método	EFS-86	EFS-92	ENSR-99	ENSR-09	ENSSR-10	ENSSR-15
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>81,1</b>	<b>82,2</b>	<b>77,8</b>
<u>Modernos</u>	28	28	38	33	34	35,3
Orales	19,2	18	25,6	24,7	21,3	22,7
DIU	7,4	8,7	6,9	2,8	3,4	3,2
Inyectables	1,2	1	5,9	8,1	9,5	9,2
Norplant	-	-	-	0,1	0,3-	
Anticoncepción de emergencia	-	-	-	-		0,3
<u>Esterilización</u>	17	21	22	35	35	30,6
Femenina	16,7	19,7	21,4	28,3	30	25,5
Masculina	0,5	1,3	0,5	4,7	5,9	5,1
<u>Barrera</u>	13	16	11	7	9	9,2
Condón masculino	12,9	15,7	10,9	7,7	9	9,2
Condón femenino	-	-	-	-	0,5	-
<u>Tradicionales</u>	11	10	9	4	3	2,7
Retiro	3,1	3,3	1,8	0,7	1,8	0,6
Ritmo	7,6	6,9	6	2,1	1	1,2
Billings	-	0,1	0,5	1,1	0,4	0,2
Otros	0,1	0,1-		0,7	0,1	0,8

## Determinantes próximos

Aborto inducido.

Tasa de aborto número promedio de abortos inducidos que tienen las mujeres al final de su vida reproductiva si se mantienen constantes las tasas de aborto inducido por edad.

El patrón por edad tiene una forma de U invertida con el máximo alrededor de los 20 años.

Variación de la tas de aborto

Mayor a 1: 1.5 a 2.5 (muy pocos países)

De .5 a menos de 1: .55 a .87

De menos de .5: .11 a .47

## Descomposición de la Tasa Global de Fecundidad

$$TGF = MTGF * \frac{TGF}{TGFM} * \frac{TGFM}{TGFN} * \frac{TGFN}{MTGF}$$

*TGF* Tasa Global de Fecundidad

*TGFM* Tasa Global de Fecundidad Marital: la fecundidad que ocurre dentro de una unión o matrimonio.

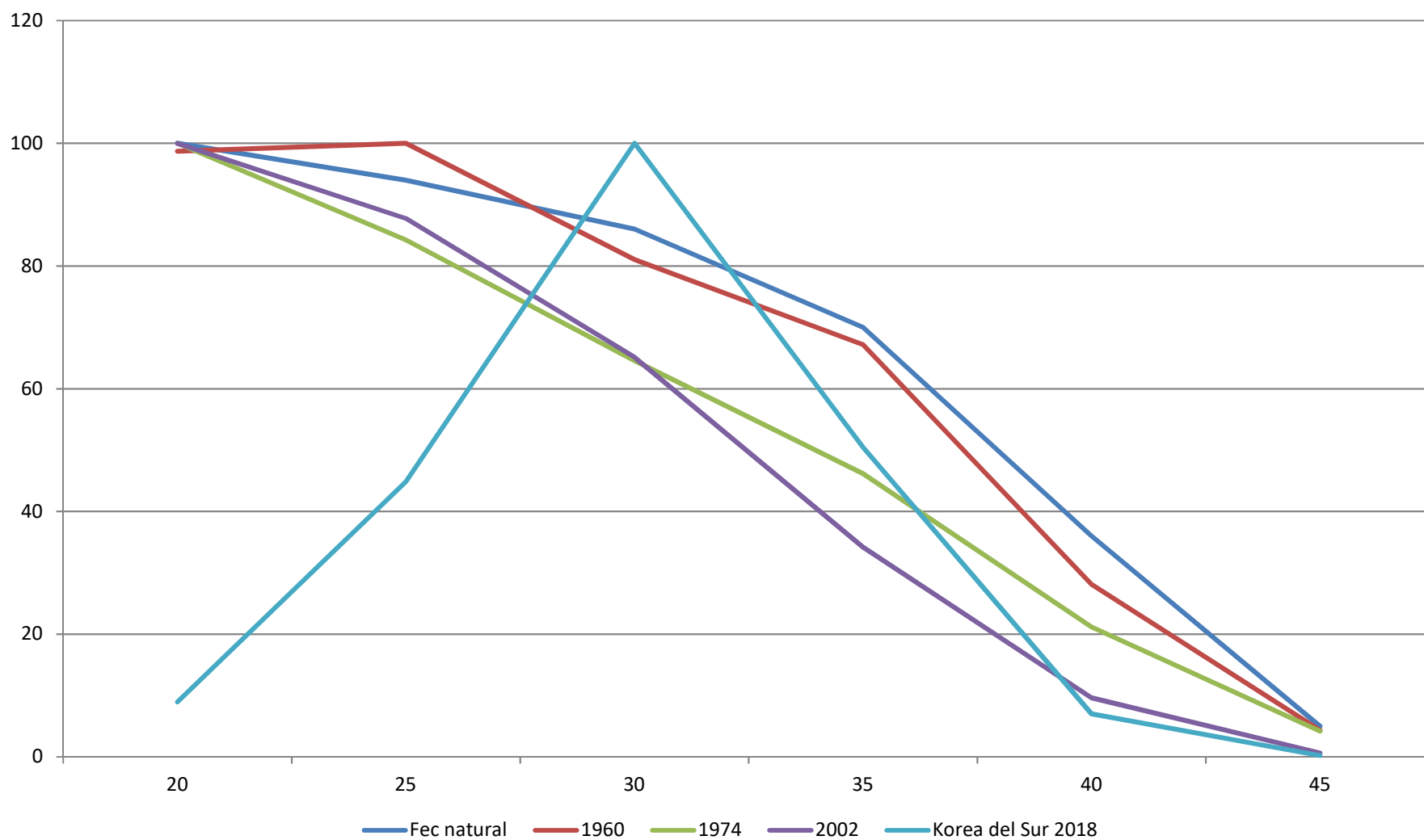
*TGFN* Tasa Global de Fecundidad Natural: la fecundidad en ausencia de limitación de los nacimientos ligada al número de hijos

*MTGF* Máxima Tasa Global de Fecundidad: El máximo número de hijos que una mujer puede tener durante su vida reproductiva.

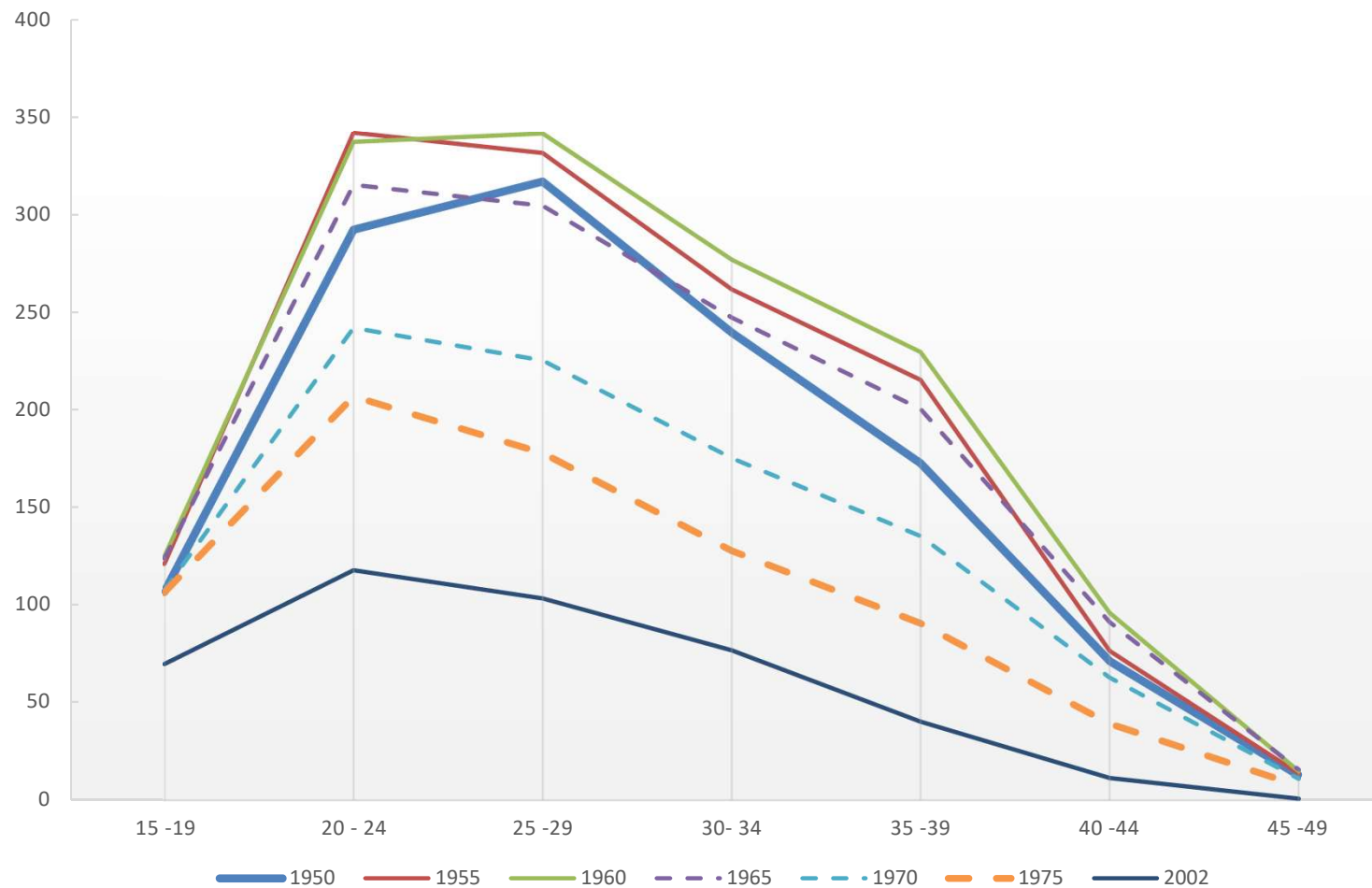


## Descomposición de la Tasa Global de Fecundidad

$MTGF$	Máxima tasa global de fecundidad. Generalmente se considera 15.3 el número máximo de hijos tomando en cuenta los promedios observados de infecundabilidad postparto y fertilidad (capacidad de concebir).
$\frac{TGF}{TGFM}$	Razón entre la TGF y la tasa global de fecundidad marital. Como la mayoría de los nacimientos ocurren a mujeres en unión, generalmente $TGFM > TGF$
$\frac{TGFM}{TGFN}$	Razón entre la tasa global de fecundidad marital y la tasa global de fecundidad natural. La principal reducción de la fecundidad natural se produce debido al uso de anticonceptivos. La magnitud de la reducción de la tasa global de fecundidad natural depende fundamentalmente de la prevalencia de uso de anticonceptivos y de la eficacia de los anticonceptivos que se utilizan. El otro componente importante depende de la tasa de abortos, donde el aborto es ilegal o restringido, este componente tiene poco peso.
$\frac{TGFN}{MTGF}$	Razón entre la tasa global de fecundidad natural y la máxima tasa global de fecundidad. La diferencia se debe fundamentalmente a la infecundabilidad postparto y esta a su vez varía debido principalmente a la duración de la lactancia.

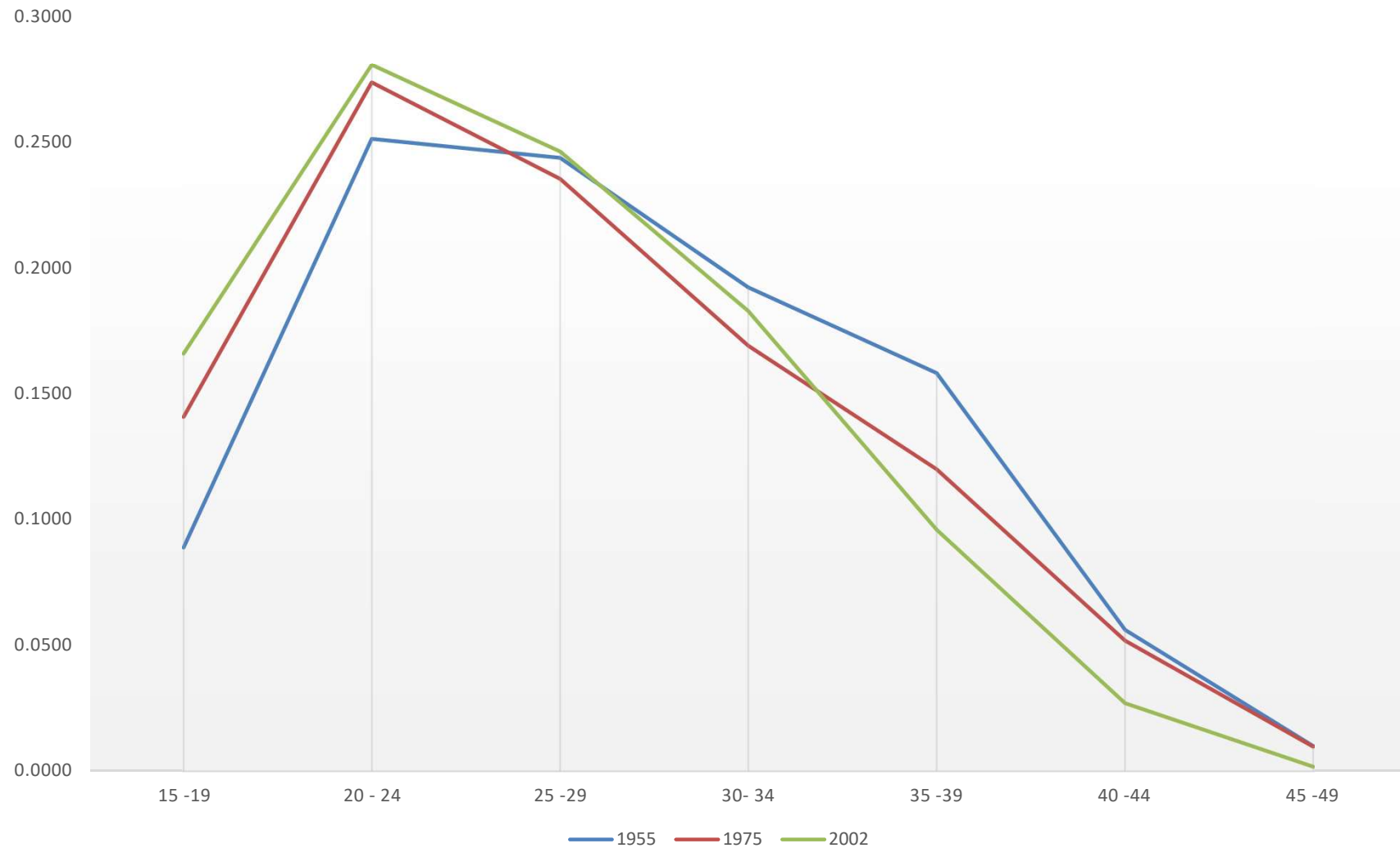


# Tasas de fecundidad por edad Costa Rica 1950 - 2002



# Peso relativo de cada tasa

$$\frac{n f_x}{\sum n f_x}$$



**Cuadro N°2**  
**Pesos relativos de fecundidad y nacimientos ocurridos a las madres de 15-19, 40-44 y 45-49, en los años 1974, 1985, 2002 y 2010**

Años	Peso relativo de la fecundidad				Peso relativo de nacimientos		
	15-19	40-44	45-49		15-19	40-44	45-49
<b>1974</b>	0,1330	0,0573	0,0099		0,2076	0,0320	0,0048
<b>1985</b>	0,1377	0,0417	0,0045		0,1685	0,0203	0,0018
<b>2002</b>	0,1685	0,0266	0,0017		0,1986	0,0215	0,0011
<b>2010</b>	0,1741	0,0234	0,0019		0,1823	0,0181	0,0014

## Determinantes de la Tasa Global de Fecundidad

$$TGF = C_m \cdot (C_c \cdot C_a) \cdot C_i \cdot 15,3$$

Donde 15,3 es la máxima tasa global de fecundidad

$$C_m = \frac{TGF}{TGFM}$$

TGF Tasa Global de Fecundidad  
TGFM Tasa global de fecundidad marital

$C_c$  reducción debido a los anticonceptivos

$$C_c = 1 - 1,08 \cdot \mu \cdot e$$

$\mu$  proporción que usa anticonceptivos

$e$  eficacia promedio de los anticonceptivos

1,08 esterilidad conocida

## Determinantes de la Tasa Global de Fecundidad

$$TGF = C_m \cdot (C_c \cdot C_a) \cdot C_i \cdot 15,3$$

$C_a$  reducción debido al aborto

$$C_a = \frac{TGF}{TGF + 0,4(1 + \mu)TA}$$

$TA$  tasa de abortos

$0,4(1 + \mu)$  nacimientos prevenidos por un aborto.

Depende de la prevalencia de métodos anticonceptivos es 0,4 si la prevalencia es 0 y 0,8 si la prevalencia es 1.

Un aborto previene menos de un nacimiento por mujer debido al aborto espontaneo y debido al reinicio de la ovulación.

## Determinantes de la Tasa Global de Fecundidad

$$TGF = C_m \cdot (C_c \cdot C_a) \cdot C_i \cdot 15,3$$

$C_i$  reducción debido a la infertilidad post parto

$$C_i = \frac{20}{18,5 + i}$$

20 promedio de la infecundabilidad postparto en ausencia de lactancia y abstinencia postparto.

18,5 promedio de la infecundabilidad postparto en presencia de lactancia y abstinencia postparto

$i$  intervalo de tiempo de infertilidad postparto.

Depende de la duración de la lactancia materna.

$$i = 1,753 \cdot e^{\left(0,1396 \overline{Lact} - 0,001872 \overline{Lact}^2\right)}$$



País y año de la encuesta	Tasa Global de fecundidad	Tasa de fecundidad marital	Prevalencia de anticonceptivos	Efectividad	Tasa de aborto inducido	Meses de infecundabilidad postparto
Costa Rica 1976	3.69	6.46	0.64	0.86		3.60
Mexico 1976	5.73	9.40	0.29	0.86		5.28
Dinamarca 1970	1.78	3.21	0.70	0.96	0.17	3.00
	<b>TGF</b>	<b>Cm</b>	<b>Cc</b>		<b>Ca</b>	<b>Ci</b>
Costa Rica 1976	3.21	0.57	0.41		1.00	0.91
Mexico 1976	5.73	0.61	0.73		1.00	0.84
Dinamarca 1970	2.03	0.56	0.27		0.94	0.93