



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTIMACION DEL GRADO DE SUBREGISTRO DE
LA NATALIDAD EN MEXICO, 1960 - 1975.

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de

A C T U A R I O

p r e s e n t a

OSCAR FERNANDEZ PALLARES

México, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

ESTIMACION DEL GRADO
DE SUBREGISTRO DE
LA NATALIDAD
EN MEXICO
1960 - 1975

INDICE

	<u>PAG.</u>
I - INTRODUCCION	1
II - PRESENTACION DEL MODELO	4
2.1 MODELO BILOGISTICO	6
2.2 EJEMPLO: AÑO 1975	13
III - FUENTE DE DATOS	18
IV - APLICACION DEL MODELO	21
V - PRESENTACION Y COMENTARIO DE RESULTADOS	39
VI - CONCLUSIONES	40
VII - BIBLIOGRAFIA	42
APENDICE 'A'	
DESARROLLO DEL MODELO BILOGISTICO	44
APENDICE 'B'	
PROGRAMA UTILIZADO PARA LOS CALCULOS	48

INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO</u>		<u>PAG.</u>
1	MEXICO: TASAS ESPECIFICAS DE FECUNDIDAD, POR GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD (POR MIL). PERIODO 1960 - 1975.	20
2.1	MEXICO: VALORES DE LA VARIABLE UTILIZADA EN EL MODELO DE GOMPERTZ PARA LOS GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD. AÑO 1975 (ESTANDAR).	23
2.2	MEXICO: VALORES DE LA VARIABLE UTILIZADA EN EL MODELO DE GOMPERTZ PARA LOS GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD. AÑO 1974.	23
3	MEXICO: TASAS ESPECIFICAS DE FECUNDIDAD, PARA LOS GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD 40 - 44 y 45 - 49 (POR MIL). PERIODO 1960 - 1974	27
4	MEXICO: TASAS ACUMULADAS DE FECUNDIDAD (POR MIL). PERIODO 1960 - 1975.	28
5	MEXICO: VALORES DE LA VARIABLE RESPUESTA EN EL MODELO BILOGISTICO. PERIODO 1960 - 1975.	29
6	MEXICO: VALORES DE LAS VARIABLES EXPLICATIVAS EN EL MODELO BILOGISTICO.	29
7	MEXICO: PARAMETROS DE LA FUNCION BILOGISTICA. PERIODO 1960 - 1975.	30
8	MEXICO: INCREMENTO DE LA PARIDEZ POR AÑO SUCESIVO DEL PERIODO 1961 - 1965, DEDUCIDO DEL REGISTRO DE NATALIDAD. EDADES REFERIDAS AL 30 JUNIO DE 1976.	31
9	MEXICO: INCREMENTO DE LA PARIDEZ POR AÑO SUCESIVO DEL PERIODO 1966 - 1970, DEDUCIDO DEL REGISTRO DE NATALIDAD. EDADES REFERIDAS AL 30 JUNIO DE 1976.	31
10	MEXICO: INCREMENTO DE LA PARIDEZ POR AÑO SUCESIVO DEL PERIODO 1971 - 1975, DEDUCIDO DEL REGISTRO DE NATALIDAD. EDADES REFERIDAS AL 30 JUNIO DE 1976.	32
11	MEXICO: TASAS ACUMULADAS DE FECUNDIDAD ANTERIORES AL AÑO 1960. EDADES REFERIDAS AL 30 DE JUNIO DE 1976.	33

<u>CUADRO</u>		<u>PAG.</u>
12	MEXICO: PARIDECES EN EL AÑO 1975, POR GRUPOS QUINQUE-NALES DE EDAD, ESTIMADAS DE ESTADISTICAS VITALES Y OBTENIDAS DE LA ENCUESTA MEXICANA DE FECUNDIDAD.	37
13	MEXICO: INCREMENTO DE LA PARIDEZ POR AÑO SUCESIVO DEL PERIODO 1961 - 1965, DEDUCIDO DEL REGISTRO DE NATALIDAD. EDADES REFERIDAS AL PRIMERO DE ENERO DE 1975.	34
14	MEXICO: INCREMENTO DE LA PARIDEZ POR AÑO SUCESIVO DEL PERIODO 1966 - 1970, DEDUCIDO DEL REGISTRO DE NATALIDAD. EDADES REFERIDAS AL PRIMERO DE ENERO DE 1975.	34
15	MEXICO: TASAS ACUMULADAS DE FECUNDIDAD ANTERIORES AL AÑO 1960. EDADES REFERIDAS AL PRIMERO DE ENERO DE 1975.	36
16	MEXICO: PARIDECES EN EL AÑO 1975, POR GRUPOS QUINQUE-NALES DE EDAD, ESTIMADAS DE ESTADISTICAS VITALES Y OBTENIDAS DEL IX CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA.	38

I - INTRODUCCION

Las tendencias y niveles de la fecundidad son sin duda aspectos muy importantes para cualquier estudio sobre el crecimiento de la población, ya sea descripción del fenómeno fecundidad, diseño de programas de planificación familiar, planteamiento de hipótesis sobre los determinantes de una fecundidad alta o baja, y en general para todos los estudios sobre el comportamiento de la fecundidad a través del tiempo.

Por ende se necesitan datos confiables sobre este fenómeno, sobre todo si se quiere desarrollar un marco teórico sobre los determinantes de la fecundidad, lo cual implica el relacionar esta variable con factores del tipo biológico, psicológico, económico, social, político, cultural, etc.

Una de las fuentes de información utilizada más frecuentemente, para el análisis de estos niveles, la forman las estadísticas vitales; las cuales para el caso de México presentan el problema de subregistro de nacimientos, dificultando la estimación adecuada de los cambios en los niveles a través del tiempo.

Por lo anterior es necesario el empleo de metodología demográfica para estimar el grado de subregistro de los nacimientos y con ello poder obtener estimaciones más confiables sobre los cambios en la fecundidad específica por edades y un análisis adecuado de niveles de la fecundidad.

Así, el objetivo del presente trabajo es presentar un tipo de metodología para estimar el grado de subregistro de la natalidad, tomando en cuenta la información de estadísticas vitales de México del período 1960 - 1975; se establecerá la estimación en dos fechas, la primera al

momento de la realización del IX Censo de Población y Vivienda y la segunda con respecto a la Encuesta Mexicana de Fecundidad.

Cabe aclarar que no se pretende llegar a las causas que provocan el subregistro, sino simplemente señalar cual es la estimación de la cobertura de las estadísticas de natalidad.

Por otra parte se pone a consideración el modelo utilizado, para el caso específico de México, y en el caso de obtener resultados satisfactorios, se espera que la metodología seguida en este trabajo sea útil para trabajos posteriores sobre este fenómeno.

Se ejemplificará lo mas posible, tanto teórica como practicamente (programas, relaciones estadísticas, etc.) para que su uso sea más sencillo y eficiente.

Primeramente se hará la presentación del modelo que se utilizará como base para el desarrollo de este método indirecto de estimación del subregistro de nacimientos, modelo que se deriva de una aplicación de la teoría desarrollada en Estadística Matemática particularmente a través de Análisis de Regresión.

El modelo que se presenta al igual que otros modelos que se utilizan en Demografía y que involucran la transformación logarítmica $\ln\left(\frac{1}{x} - 1\right)$ para $0 < x < 1$ conocida como logito, se conoce con el nombre de modelo bilogístico.

Una vez hecho el desarrollo del modelo, se hará una revisión breve sobre la fuente de información que se utilizará; y posteriormente su aplicación, para la cual se ejemplificará paso a paso el desarrollo práctico del modelo para uno de los años analizados.

Finalmente se presentarán los resultados que se obtengan y los comentarios correspondientes. Se evaluará en que medida esta estimación del grado de subregistro de nacimientos puede ser generalizada, y establecer las diferencias que existan en ambas estimaciones (censo y encuesta).

II - PRESENTACION DEL MODELO

Como anteriormente se mencionó, este es un método indirecto para estimar la cobertura de las estadísticas de natalidad. La información que se requiere para su aplicación es la siguiente:

Tasas específicas de fecundidad por grupos quinquenales de edad, tanto para el año de la realización de una encuesta demográfica o un censo de población, como para un período anterior relativamente largo (15 a 20 años).

Con esta información es posible usar una serie cronológica de tasas para estimar el aumento anual de la paridez ^{1/} de las diferentes cohortes quinquenales para cada uno de los años de ese intervalo y estimar, por acumulación de esos incrementos, la paridez media anual de las cohortes a la fecha de la encuesta demográfica o del censo de población.

En otras palabras, se reconstruirá hipotéticamente la historia de cada cohorte -- con edades referidas a la fecha de la encuesta o del censo -- durante su período fértil y mediante una simple comparación con los resultados obtenidos en la encuesta demográfica o el censo de población se obtendrá la cobertura estimada de las estadísticas de natalidad.

^{1/} Para fines del trabajo de investigación que nos ocupa, se entenderá por paridez al promedio de hijos nacidos vivos por mujer "hasta" la edad que señala la entrevistada al momento del censo o encuesta. Subrayamos "hasta" debido a que en una tasa específica de fecundidad, a diferencia de una paridez, el promedio de hijos nacidos vivos por mujer es considerado para el año en que se levanto el censo o encuesta; es decir, la paridez toma en cuenta los hijos tenidos hasta la edad señalada y la tasa específica de fecundidad únicamente los hijos tenidos en el año de referencia.

Por lo tanto, una primera suposición del modelo es que las mujeres con edades entre 15 y 50 años al momento de la encuesta o del censo de población se comportaron durante su período fértil conforme a las tasas específicas de fecundidad obtenidas de las estadísticas vitales.

PROCEDIMIENTO

Si a través del sistema de estadísticas vitales se conocen las tasas específicas de fecundidad por grupos quinquenales de edad (TEF), para el año (t), año en que se ha realizado la encuesta demográfica o levantado el censo de población

Grupos de Edad	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
TEF	$5f_{15}^{(t)}$	$5f_{20}^{(t)}$	$5f_{25}^{(t)}$	$5f_{30}^{(t)}$	$5f_{35}^{(t)}$	$5f_{40}^{(t)}$	$5f_{45}^{(t)}$

de aquí pueden obtenerse las tasas acumuladas de fecundidad (TAF)

Edad	20	25	30	35	40	45	50
TAF	$F_{20}^{(t)}$	$F_{25}^{(t)}$	$F_{30}^{(t)}$	$F_{35}^{(t)}$	$F_{40}^{(t)}$	$F_{45}^{(t)}$	$F_{50}^{(t)}$

Ahora bien, para estimar la paridez anual se necesitan conocer las TEF o bien las TAF a edad detallada.

Esta información se podría obtener del mismo sistema de estadísticas vitales, pero se tendrían datos menos confiables ya que existe el problema de mala declaración de edad, y trabajando con grupos quinquenales de edad se reduce este problema.

Por lo tanto es necesario suavizar la información y después calcular las TAF a edades individuales. Un método que resuelve ambas situaciones es el uso de un modelo bilogístico; ya en estudios anteriores se ha visto que es altamente satisfactorio para resumir funciones acumulativas.^{2/}

Se trabajará entonces con las TAF por grupos quinquenales de edad.

MODELO BILOGISTICO PARA FECUNDIDAD

Las condiciones que debe cumplir la edad y las TEF son las siguientes:

$$\begin{aligned}
 0 &\leq F_x \leq F && \dots \dots \dots (1) \\
 \alpha &\leq x \leq \beta
 \end{aligned}$$

donde:

- x ; Edad
- $F = \sum_{x=\alpha}^{\beta} f_x$; Tasa Global de Fecundidad
- α ; Edad inicial del Período Fértil
- β ; Edad final del Período Fértil

^{2/} ver: Bocaz, A. "Experiencia de Nupcialidad por cohortes resumida por un modelo bilogístico."
Notas de Población no. 19 CELADE

La función bilogística que deberán cumplir F_x es:

$$\frac{F}{F_x} = 1 + k \frac{q_x^b}{P_x^a} e^{cP_x} \dots \dots \dots (2)$$

donde:

$$P_x = \frac{x - \alpha}{\beta - \alpha} ; \text{ Proporción de tiempo recorrido por la mujer dentro del período fértil.}$$

$$q_x = \frac{\beta - x}{\beta - \alpha} ; \text{ Proporción de tiempo aún por recorrer por la mujer dentro del período fértil.}$$

a, b, c, k ; Parámetros de la función bilogística.

Si en la ecuación (2) se aplica la función logaritmo natural a ambos miembros de ella se tiene que

$$\ln\left(\frac{F}{F_x} - 1\right) = \ln k + b \ln\left(\frac{q_x}{P_x}\right) + (b-a) \ln P_x + cP_x \dots (4)$$

usando $P_x + q_x = 1$

$$\ln\left(\frac{F}{F_x} - 1\right) = \ln k + b \ln\left(\frac{1}{P_x} - 1\right) + (b-a) \ln P_x + cP_x$$

De aquí que lleve el nombre de función bilogística.^{3/}

^{3/} El término bilogístico se deriva de la aplicación de una transformación logarítmica, también conocida como transformación logito, que es de la siguiente forma: $\text{logit}(x) = \ln\left(\frac{1}{x} - 1\right)$ $0 < x < 1$ a ambas variables (explicativa y respuesta). En este caso la función bilogística tiene un término con transformación logarítmica sencilla y otro sin transformación, a la variable explicativa (P_x).

ver: Brass, William "Seminario sobre métodos para medir variables demográficas"
 CELADE (Centro Latinoamericano de Demografía)

Se puede referir a (4) como un modelo de regresión múltiple lineal, mediante la siguiente transformación:

$$X_1 = b_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 \quad \dots \dots (5)$$

donde:

$$\begin{aligned} X_1 &= \ln\left(\frac{F}{F_x} - 1\right) & b_1 &= \ln k \\ X_2 &= \ln\left(\frac{q_x}{P_x}\right) & b_2 &= b \\ X_3 &= \ln(P_x) & b_3 &= b - a \quad \dots \dots (5.1) \\ X_4 &= P_x & b_4 &= c \end{aligned}$$

Se tratará entonces un modelo de regresión múltiple lineal con cuatro variables.

Este modelo puede simplificarse si se estandarizan las variables ^{4/}; y puede escribirse de la siguiente forma:

$$Z_1 = \beta_2 Z_2 + \beta_3 Z_3 + \beta_4 Z_4 \quad \dots \dots (6)$$

donde:

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}_i}{S_i} \quad ; \quad S_i = \left\{ \sum_J (X_{iJ} - \bar{X}_i) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad \dots \dots (6.1)$$

$i = 1, 2, 3, 4.$

^{4/} Ver el desarrollo con más detalle en el Apéndice 'A'.

En la ecuación (6) se puede imponer a los coeficientes β 's la restricción de dependencia

$$\beta_4 = \beta_2 - \beta_3 - 1 \quad \dots \dots (7)$$

Mediante la introducción de esta restricción, el modelo escrito en forma estandarizada depende de modo preponderante, de los parámetros β_2 y β_3 , aceptando que las medias y desviaciones estándar de las variables (X), son parámetros ligados a la forma que adquiere la distribución de las tasas de fecundidad en el tiempo.

La determinación de los parámetros β_2 y β_3 se hace a través del sistema simultáneo. ^{5/}

$$1 + r_{12} + r_{14} + r_{24} = 2(1 + r_{24})\beta_2 - (1 + r_{24} - r_{23} - r_{34})\beta_3 \quad \dots \dots (8)$$

$$1 + r_{14} + r_{13} + r_{34} = (1 + r_{24} - r_{23} - r_{34})\beta_2 - 2(1 - r_{34})\beta_3$$

donde:

$$r_{i_j} = \frac{\sum_k (X_{ik} - \bar{X}_i)(X_{jk} - \bar{X}_j)}{\sqrt{\sum_k (X_{ik} - \bar{X}_i)^2 \sum_k (X_{jk} - \bar{X}_j)^2}} \quad \dots \dots (9)$$

$r_{i_j} \equiv$ Coeficiente de correlación entre la variable X_i y la variable X_j .

^{5/} Ver Apéndice 'A'.

Y los coeficientes de regresión (b) están dados por:

$$\begin{aligned}
 b_1 &= \bar{X}_1 - (b_2 \bar{X}_2 + b_3 \bar{X}_3 + b_4 \bar{X}_4) \\
 b_2 &= \beta_2 \frac{S_1}{S_2} \\
 b_3 &= \beta_3 \frac{S_1}{S_3} \\
 b_4 &= (\beta_2 - \beta_3 - 1) \frac{S_1}{S_4}
 \end{aligned}
 \dots \dots \dots (10)$$

Y recurriendo a las relaciones (5.1) se pueden determinar los valores de los parámetros de la función bilogística a, b, c, k.

Con estos valores, es posible determinar las TAF a edad detallada suavizadas, por medio de la relación (2). Y deducir, calculando la primera diferencia finita de ellas las TEF desagregadas y suavizadas.

Entonces tenemos, por ejemplo, para el intervalo 20-25 años en el año (t):

$$\begin{aligned}
 f_{20}^{(t)} &= F_{21}^{(t)} - F_{20}^{(t)} \\
 f_{21}^{(t)} &= F_{22}^{(t)} - F_{21}^{(t)} \\
 f_{22}^{(t)} &= F_{23}^{(t)} - F_{22}^{(t)} \\
 f_{23}^{(t)} &= F_{24}^{(t)} - F_{23}^{(t)} \\
 f_{24}^{(t)} &= F_{25}^{(t)} - F_{24}^{(t)}
 \end{aligned}$$

de aquí que el incremento de la paridez media quinquenal para la cohorte 20 - 24 años, en el año (t) es

$$\sum_{x=20}^{24} f_x^{(t)} = F_{25}^{(t)} - F_{20}^{(t)} \dots \dots \dots (11)$$

Y el incremento de la paridez media anual para la misma cohorte es:

$$\frac{1}{5} \sum_{x=20}^{24} f_x^{(t)} = \frac{1}{5} \left(F_{25}^{(t)} - F_{20}^{(t)} \right) \dots \dots \dots (12)$$

Ahora bien, si se dispone tambien, de las tasas específicas de fecundidad por grupos quinquenales de edad, para el año (t-1)

Grupos de Edad	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
TEF	$5f_{15}^{(t-1)}$	$5f_{20}^{(t-1)}$	$5f_{25}^{(t-1)}$	$5f_{30}^{(t-1)}$	$5f_{35}^{(t-1)}$	$5f_{40}^{(t-1)}$	$5f_{45}^{(t-1)}$

Al igual que para el año (t), se calculan las tasas acumuladas de fecundidad

Edad	20	25	30	35	40	45	50
TAF	$F_{20}^{(t-1)}$	$F_{25}^{(t-1)}$	$F_{30}^{(t-1)}$	$F_{35}^{(t-1)}$	$F_{40}^{(t-1)}$	$F_{45}^{(t-1)}$	$F_{50}^{(t-1)}$

las cuales pueden suavizarse nuevamente mediante el uso del modelo biológico.

Como se intenta reconstruir la historia de cada cohorte durante su período fértil (15 - 49 años), entonces el grupo de edades correspondiente al año (t), en el año (t-1), será distinto, por ejemplo, para la cohorte que se analizó en el año (t) de 20 - 24 años, su grupo correspondiente en el años (t-1) será 19 - 23 años.

Por lo tanto las tasas específicas de fecundidad suavizadas para este grupo son:

$$f_{19}^{(t-1)} = f_{20}^{(t-1)} - f_{19}^{(t-1)}$$

$$f_{20}^{(t-1)} = F_{21}^{(t-1)} - F_{20}^{(t-1)}$$

$$f_{21}^{(t-1)} = F_{22}^{(t-1)} - F_{21}^{(t-1)}$$

$$f_{22}^{(t-1)} = F_{23}^{(t-1)} - F_{22}^{(t-1)}$$

$$f_{23}^{(t-1)} = F_{24}^{(t-1)} - F_{23}^{(t-1)}$$

y el incremento "esperado" de la paridez media anual para la cohorte 19 - 23 años en el año (t-1) es:

$$\frac{1}{5} \sum_{x=19}^{23} f_x^{(t-1)} = \frac{1}{5} \left(F_{24}^{(t-1)} - F_{19}^{(t-1)} \right) \dots \dots \dots (13)$$

Nota:

Para los años anteriores a (t) se hablará de un incremento "esperado" de la paridez, ya que se esta suponiendo que cada cohorte en el año (t), se comportó en años anteriores de acuerdo a las tasas específicas de fecundidad obtenidas en esos años.

Este proceso de estimación de la paridez media anual de cada cohorte se puede continuar con las tasas de años anteriores y de esa manera, en base a una serie cronológica de TEF por grupos quinquenales de edad, es posible estimar el incremento "probable" de la paridez de cada cohorte quinquenal para los años anteriores a la encuesta demográfica o censo de población.

Un problema de menor importancia, pero que debe tomarse en cuenta, se refiere al caso en que las edades consideradas en los grupos quinquenales, para la encuesta o para el censo, tienen medio año de desplazamiento con

respecto a la de las estadísticas vitales. Este problema no tiene mayor inconveniente en resolverse ya que basta con desplazar las acumulaciones deducidas del modelo bilogístico en medio año. Y esto puede hacerse porque al aplicar este modelo a las tasas acumuladas, se obtiene una función continua en la que se puede calcular la tasa acumulada de fecundidad a cualquier edad exacta x .

EJEMPLO:

AÑO: 1975

INFORMACION:

Grupos de Edad	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
TEF	94	250.1	266.4	213.7	198.2	100.3	47.4

ahora se calculan las TAF

EDAD	20	25	30	35	40	45	50
TAF	470	1720.5	3052.5	4121.0	5112.0	5613.5	5850.5

se aplicará ahora el modelo bilogístico:

- a) Cálculo de las transformaciones correspondientes (ver 5.1):

EDAD	$\text{LN} \left(\frac{F}{F_x} - 1 \right)$	$\text{LN} (Q_x/P_x)$	$\text{LN} (P_x)$	P_x
20	2.43780	1.79176	-1.94591	0.14286
25	0.87566	0.91629	-1.25276	0.28571
30	-0.08706	0.28768	-0.84730	0.42857
35	-0.86826	-0.28768	-0.55962	0.57143
40	-1.93472	-.91629	-0.33647	0.71429
45	-3.16487	-1.79176	-0.15415	0.85714

b) Cálculo de los coeficientes de correlación (ver (8) y (9)):

$$r_{12} = 0.999086302$$

$$r_{13} = -0.977039102$$

$$r_{14} = -0.995443587$$

$$r_{23} = -0.970152204$$

$$r_{24} = -0.997375932$$

$$r_{34} = 0.967606459$$

c) Cálculo de las variables S_i ; $i= 1,2,3,4.$ (ver (6.1))

\bar{X}_i ; $i= 1,2,3,4.$

$$S_1 = 4.469687159 \quad \bar{X}_1 = -0.456908333$$

$$S_2 = 2.874978624 \quad \bar{X}_2 = 0$$

$$S_3 = 1.481715246 \quad \bar{X}_3 = -0.849368333$$

$$S_4 = 0.597614305 \quad \bar{X}_4 = 0.5$$

d) Cálculo de los parámetros β_2 y β_3 (ver (8)):

$$\begin{aligned} .006266698 &= .005248136 \beta_2 - .005169813 \beta_3 \\ .013989103 &= .005169813 \beta_2 - .064787082 \beta_3 \end{aligned}$$

resolviendo el sistema de ecuaciones simultáneo

$$\Rightarrow \begin{aligned} \beta_2 &= 1.065120785 \\ \beta_3 &= -0.130930125 \end{aligned}$$

e) Cálculo de los parámetros b_1, b_2, b_3 y b_4 (ver (10)):

$$\begin{aligned} b_1 &= -1.525472127 \\ b_2 &= 1.655899020 \\ b_3 &= -0.394965578 \\ b_4 &= 1.466185863 \end{aligned}$$

f) Cálculo de a, b, c, k parámetros de la función bilogística (ver (5.1)):

$$\begin{aligned} a &= 2.050864598 \\ b &= 1.655899020 \\ c &= 1.466185863 \\ k &= 0.217518336 \end{aligned}$$

g) Cálculo de los incrementos de la paridez media anual por cohortes (suponiendo 1/2 año de desplazamiento con respecto a la encuesta demográfica):

Utilizando la relación $\frac{F}{F_x} = 1 + k \frac{q_x^b}{F_x^a} Q^{cF_x}$

se pueden determinar las tasas $\{F_x\}$ para $\alpha \leq x \leq \beta$

Por ejemplo, si se desea calcular $F_{24.5}$ se sustituyen en la relación anterior los valores siguientes:

a, b, c, k correspondientes

$$P_x = \frac{24.5 - 15}{50 - 15} \quad ; \quad q_x = \frac{50 - 24.5}{50 - 15} \quad ; \quad F = F_{50}$$

De esta manera ya se pueden calcular los incrementos de la paridez, esto es (ver (12)):

$$\begin{aligned} 1/5 (F_{19.5} - F_{14.5}) &= 77.79 \\ 1/5 (F_{24.5} - F_{19.5}) &= 231.73425 \\ 1/5 (F_{29.5} - F_{24.5}) &= 274.53359 \\ 1/5 (F_{34.5} - F_{29.5}) &= 237.56729 \\ 1/5 (F_{39.5} - F_{34.5}) &= 176.90639 \\ 1/5 (F_{44.5} - F_{39.5}) &= 116.25864 \\ 1/5 (F_{49.5} - F_{44.5}) &= 54.33078 \end{aligned}$$

Ahora para el año 1974 se calcularán los incrementos de la paridez siguientes:

$$\begin{aligned} 1/5 (F_{18.5} - F_{13.5}) \\ 1/5 (F_{23.5} - F_{18.5}) \\ 1/5 (F_{28.5} - F_{23.5}) \\ 1/5 (F_{33.5} - F_{28.5}) \\ 1/5 (F_{38.5} - F_{33.5}) \\ 1/5 (F_{43.5} - F_{38.5}) \\ 1/5 (F_{48.5} - F_{43.5}) \end{aligned}$$

de la misma forma que en el ejemplo anterior; y así sucesivamente hasta haber reconstruido la paridez durante el período fértil de cada cohorte con edades referidas al año 1975.

III - FUENTE DE DATOS

Las tasas específicas de fecundidad por grupos quinquenales de edad se obtuvieron de tres tipos de información. El primero corresponde a las Estadísticas Vitales, de aquí se obtuvieron para los años 1960 - 1975 a través de publicaciones de la Secretaría de Programación y Presupuesto.^{11/} El segundo fue el IX Censo de Población Y Vivienda del cual se consultó el cuadro 3.4 del libro de Francisco Alba, "La Población de México: Evolución y Dilemas".

Por último se consultó la Encuesta Mexicana de Fecundidad que se realizó dentro del Programa Mundial llamado Encuesta Mundial de Fecundidad (World Fertility Survey).^{12/}

Con relación a la información de Estadísticas Vitales, referente a las TEF, se tiene una sola tasa para el intervalo 40 - 49 años; más adelante en el capítulo IV, se analizará este punto y como solucionarlo.

Es necesario aclarar, algunos aspectos sobre la Encuesta Mexicana de Fecundidad, los cuales pueden causar un sesgo en los resultados obtenidos en el presente trabajo. Al tomar como referencia una encuesta para hacer

^{11/} Para el período 1960 - 1974:
"Estadísticas Vitales. Los niveles de la Fecundidad en México 1960 - 1974." SPP, DGE, CGNSI (Coord. Gral. del Sistema Nacional de Información).

Para el año 1975: "Anuario Estadístico, 1975" SPP

^{12/} Ver "Encuesta Mexicana de Fecundidad" SPP, CGNSI.

una comparación de parideces anuales con respecto al total de la población, se tienen ciertas restricciones en cuanto a la inferencia de los resultados, pero estas dependen directamente del tipo de muestreo que se haya utilizado para dicha encuesta. En este caso (EMF), la técnica de muestreo que se utilizó no fue la más adecuada ^{13/}, ya que la muestra fue tomada de una encuesta anterior, la cual únicamente estaba diseñada para una selección en áreas urbanas; entonces la muestra tomada --aproximadamente 8000 mujeres en edad fértil en áreas urbana -- y los resultados resultados obtenidos en esta no son muy confiables para el propósito de hacer un estudio a nivel nacional.

Se considerará también que para el período 1941 - 1959 el nivel de la fecundidad se mantuvo estacionario, ya que se necesita para completar el análisis para las cohortes que estuvieron dentro de su período fértil en estos años. Se estimarán las TEF de este período como el promedio de los primeros años de información (1960, 1961 y 1962).

^{13/} ver: "An evaluation of the Demographic data collected in the Mexican Fertility Survey" Ordorica, Manuel

CUADRO 1:

MEXICO: TASAS ESPECIFICAS DE FECUNDIDAD, POR GRUPOS
 QUINTENALES DE EDAD (POR MIL). PERIODO 1960 - 1975.

AÑO	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - 49	TGF
1941-1959	104.33	303.67	324	261	209.67	51.66	6530
1960	107	310	324	262	208	47	6525
1961	104	302	323	260	208	52	6505
1962	102	299	325	261	213	56	6560
1963	100	300	324	262	211	55	6535
1964	100	303	326	266	219	63	6700
1965	99	295	324	254	216	72	6660
1966	97	294	322	256	221	77	6720
1967	93	291	317	252	215	76	6600
1968	92	297	320	257	215	68	6585
1969	92	283	318	247	213	74	6505
1970	88	282	310	246	210	78	6460
1971	94	286	312	247	206	77	6495
1972	100	288	311	254	212	77	6595
1973	121	319	331	254	211	56	6740
1974	122	315	316	245	201	57	6565
1975	94	250.1	266.4	213.7	198.2	100.3 47.4	5850.5

IV - APLICACION DEL MODELO

Primeramente se abarcará el problema mencionado en el capítulo anterior, es decir, que para el grupo 40-49 años se tiene una sola tasa específica de fecundidad, en el cuadro 1 aparece la información obtenida de las publicaciones de SPP.

Si se observa en el modelo bilogístico (capítulo III) se cuenta con la información desglosada por grupos quinquenales de edad, para poder tener seis observaciones, de lo contrario se tendrían menos, en este caso cinco, y esto podría traer algunas desviaciones en los resultados.

Por lo anterior, antes de aplicar el modelo se hará una estimación de las tasas para los años de edad 40 - 44 y 45 - 49. Para esta estimación se utilizará el modelo propuesto por Juan Chackiel ^{15/}, que utiliza la función de Gompertz para ajustar la estructura de la fecundidad por edades.

Cabe señalar que no se llevará a cabo con la desagregación del grupo de edad 40 - 49 a los grupos de edad 40 - 44 y 45 - 49, ninguna corrección de la información, no obstante que el modelo de J. Chackiel sirve para ello; lo que se hará será únicamente la desagregación en forma proporcional a la obtenida del ajuste. Con esto no se alterará ninguna de las otras tasas, y la tasa global de fecundidad permanecerá igual, ver la ejemplificación para el años 1974.

Para obtener la proporción de las tasas que se necesitan se tomará como año estándar a 1975, ya que es el único en que se tiene desglosada la

^{15/} ver: Juan Chackiel "Estructura de la Fecundidad por Edades: Ajuste y proyección mediante la función de Gompertz linealizada." en Notas de Poblacion num. 20 CELADE.

información en ese intervalo y además es el años más reciente de información que se tiene, lo cual implica una mejor captación de los datos (técnicas y programas de planeación y organización mas recientes).

EJEMPLIFICACION PARA EL AÑO 1974:

La relación de la función de Gompertz con las TEF es la siguiente:

$$F_x = (TGF) A B^x$$

donde:

- F_x : Tasa acumulada de fecundidad a edad x.
- TGF : Tasa Global de Fecundidad
- A, B : Parámetros de la función de Gompertz.
- x : Edad

De aqui se obtiene la siguiente relación

$$V(x) = \alpha + \beta V_s(x) \dots \dots \dots (14)$$

donde:

$$V(x) = \ln \left(-\ln \frac{F_x}{TGF} \right)$$

$$V_s(x) = \ln \left(-\ln \frac{F_x^s}{TGF^s} \right)$$

F_x^s, TGF^s corresponden a las tasas del año que se tome como estándar.

En los cuadro 2.1 y 2.2 aparecen los valores de las transformaciones (14.1) para los años mencionados.

CUADRO 2.1:

MEXICO: VALORES DE LA VARIABLE UTILIZADA EN EL MODELO DE GOMPERTZ PARA LOS GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD. AÑO 1975 (ESTANDAR).

EDAD	F_x	F_x / TGF	$Vs(x) = \ln(-\ln \frac{F_x}{TGF})$
20	470	0.08034	0.92487
25	1720.5	0.29408	0.20205
30	3052.5	0.52175	-0.42991
35	4121.0	0.70438	-1.04859
40	5112.0	0.87377	-2.00295
45	5613.5	0.95949	-3.18562
50	5850.5	1.00000	- - - -

CUADRO 2.2:

MEXICO: VALORES DE LA VARIABLE UTILIZADA EN EL MODELO DE GOMPERTZ PARA LOS GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD. AÑO 1974.

EDAD	F_x	F_x / TGF	$V(x) = \ln(-\ln \frac{F_x}{TGF})$
20	610	0.09292	0.86544
25	2185	0.33283	-0.09543
30	3765	0.57350	-0.58698
35	4990	0.76009	-1.29347
40	5995	0.91318	-2.39880
50	6565	1.00000	- - - -

La relación (14) puede referirse a un modelo de regresión lineal simple, y utilizando los datos del cuadro 2.1 y del 2.2 se obtienen los siguientes valores para los parámetros:

$$\alpha = -0.13842$$

$$\beta = 1.11543$$

Con los valores de α y β pueden calcularse los valores ajustados de $V(x)$ y de esto se obtienen las TEF por grupos quinquenales de edad.

Se tiene entonces las siguientes tasas para el año 1974:

$$\begin{array}{l} f_{20} \\ f_{25} \\ f_{30} \\ f_{35} \\ f_{40} \\ f_{50} \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} f_{20}^a \\ f_{25}^a \\ f_{30}^a \\ f_{35}^a \\ f_{40}^a \\ f_{45}^a \\ f_{50}^a \end{array} \right\}$$

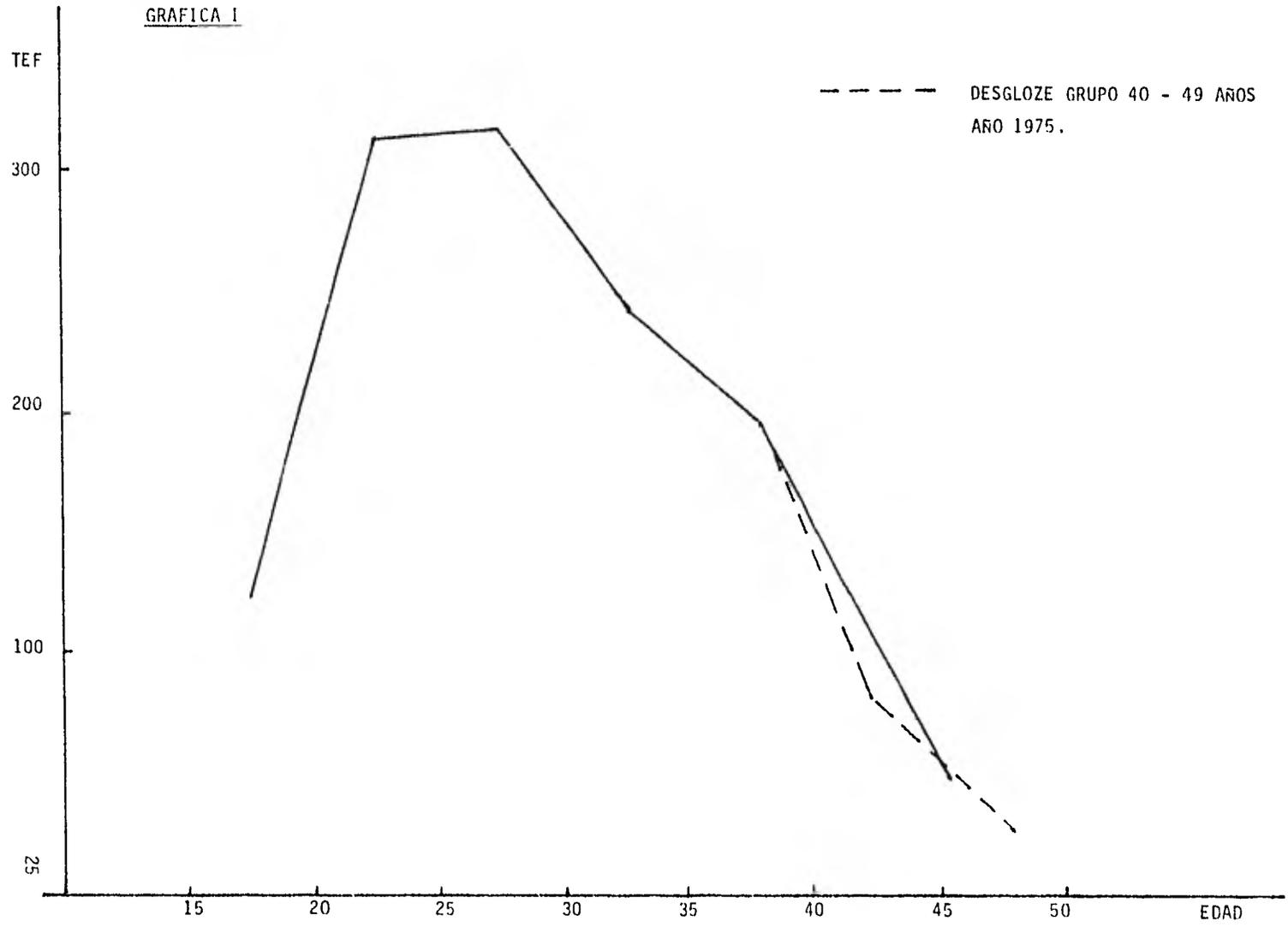
para no alterar la estructura de la fecundidad que se tiene originalmente se tomará en cuenta únicamente la proporción que guarda f_{45}^a con f_{50}^a y se desglozará, conservando esta proporción, f_{50} , sin alterar tampoco la TGF, es decir

$$f_{45}^* = f_{50} \cdot \frac{f_{45}^a}{f_{45}^a + f_{50}^a} \cdot 2$$

$$f_{50}^* = f_{50} \cdot \frac{f_{50}^a}{f_{45}^a + f_{50}^a} \cdot 2$$

ver Grafica I.

GRAFICA 1



y f_{45}^* y f_{50}^* serán las tasas que se utilizarán como representativas del intervalo 40 - 49 años.

En el Cuadro 3 aparecen las TEF para los grupos de edad 40 -44 y 45 - 49 años obtenidas para los años 1960 - 1974.

Con la información del Cuadro 1 y del Cuadro 3 se puede aplicar el modelo propuesto en el capítulo III, el modelo bilogístico para fecundidad.

Las TAF aparecen en el Cuadro 4 y las transformaciones necesarias (ver (4),(5) y (5.1)), aparecen en el Cuadro 5 y Cuadro 6.

Siguiendo el procedimiento señalado en el capítulo III, se obtuvieron los parámetros de la función bilogística, ver Cuadro 7, y a partir de estos se calcularon las tasas específicas de fecundidad suavizadas.^{16/}

Y con estas tasas, se pueden estimar los incrementos (por mil) de las parideces en los periodos 1961 - 1965, 1966 - 1970, 1971 - 1975 para las cohortes quinquenales del intervalo 15 - 50 años, con edades referidas al 30 junio de 1976 en el caso de la Encuesta Mexicana de Fecundidad, y con edades referidas al primero de enero de 1975 para el caso del IX Censo de Población y Vivienda; ver Cuadros 8, 9 y 10 para EMF y Cuadros 13 y 14 para IX Censo de Pob. y Vivienda.

^{16/} Para el cálculo de los parámetro de la función bilogística se utilizó un programa implementado en lenguaje FORTRAN, ver Apéndice 'B'. Los incrementos de la paridez se calcularon en una calculadora programable Hewlett-Packard, ver programa en Apéndice 'B'.

CUADRO 3:

MEXICO: TASAS ESPECIFICAS DE FECUNDIDAD, PARA LOS GRUPOS
 QUINQUENALES DE EDAD 40 - 44 y 45 - 49 (POR MIL).
 PERIODO 1960 - 1974 .

AÑO	40 - 44	45 - 49
1941-1959	76.56	26.76
1960	70.51	23.49
1961	76.95	27.05
1962	82.14	29.86
1963	80.94	29.06
1964	91.14	34.86
1965	101.65	42.35
1966	107.65	46.35
1967	106.33	45.67
1968	97.13	38.87
1969	103.79	44.21
1970	108.36	47.64
1971	107.02	46.98
1972	106.99	47.00
1973	81.79	30.21
1974	82.47	31.52

CUADRO 4:

MEXICO: TASAS ACUMULADAS DE FECUNDIDAD (POR MIL)
PERIODO 1960 - 1975.

AÑO	F ₂₀	F ₂₅	F ₃₀	F ₃₅	F ₄₀	F ₄₅
1941-1959	521.65	2040.00	3660.00	4965.00	6013.35	6396.19
1960	535	2085	3705	5015	6055	6407.53
1961	520	2030	3645	4945	5985	6369.76
1962	510	2005	3630	4935	6000	6410.72
1963	500	2000	3620	4930	5985	6389.68
1964	500	2015	3645	4975	6070	6525.70
1965	495	1970	3590	4860	5940	6448.25
1966	485	1955	3565	4845	5950	6488.27
1967	465	1920	3505	4765	5840	6371.65
1968	460	1945	3545	4830	5905	6390.66
1969	460	1875	3465	4700	5765	6283.97
1970	440	1850	3400	4630	5680	6221.80
1971	470	1900	3460	4695	5725	6260.11
1972	500	1940	3495	4765	5825	6359.96
1973	505	2200	3855	5125	6180	6588.93
1974	510	2185	3765	4990	5995	6407.37
1975	470	1720.5	3052.5	4121.0	5112.0	5613.50

CUADRO 5:

MEXICO: VALORES DE LA VARIABLE RESPUESTA EN EL MODELO BILOGISTICO.
PERIODO 1960 - 1975.

AÑO	X ₁₁ (20)	X ₁₂ (25)	X ₁₃ (30)	X ₁₄ (35)	X ₁₅ (40)	X ₁₆ (45)
1941-1959	2.44390	0.78839	-0.24317	-1.15456	-2.45447	-3.86707
1960	2.41558	0.75589	-0.27295	-1.20032	-2.55591	-3.99908
1961	2.44318	0.79047	-0.24253	-1.15369	-2.44318	-3.85228
1962	2.47340	0.82058	-0.21423	-1.11084	-2.37158	-3.75989
1963	2.49072	0.81868	-0.21660	-1.12222	-2.38709	-3.78350
1964	2.51770	0.84375	-0.17658	-1.05920	-2.26539	-3.62273
1965	2.52209	0.86740	-0.15647	-0.99325	-2.11021	-3.41617
1966	2.55378	0.89091	-0.12218	-0.94934	-2.04476	-3.33219
1967	2.57973	0.89097	-0.12440	-0.95425	-2.03917	-3.32875
1968	2.58891	0.86945	-0.15368	-1.01238	-2.16146	-3.49298
1969	2.57576	0.90395	-0.13086	-0.95700	-2.05291	-3.34748
1970	2.61607	0.91304	-0.10536	-0.92824	-1.98541	-3.26271
1971	2.55094	0.88311	-0.13106	-0.95871	-2.00621	-3.28283
1972	2.50062	0.87525	-0.11993	-0.95698	-2.02352	-3.29803
1973	2.31654	0.72447	-0.28985	-1.15480	-2.40114	-3.77545
1974	2.27853	0.69543	-0.29613	-1.15318	-2.35304	-3.70492
1975	2.43780	0.87565	-0.08706	-0.86826	-1.93472	-3.16487

CUADRO 6: MEXICO: VALORES DE LAS VARIABLES EXPLICATIVAS EN EL MODELO BILOGISTICO.

	20	25	30	35	40	45
X ₂	1.79176	0.91629	0.28768	-0.28768	-0.91629	-1.79176
X ₃	-1.94591	-1.25276	-0.84730	-0.55962	-0.33647	-0.15415
X ₄	0.14286	0.28571	0.42857	0.57143	0.71429	0.85714

CUADRO 7:

MEXICO: PARAMETROS DE LA FUNCION BILOGISTICA.
 PERIODO 1960 - 1975.

AÑO	a	b	c	k
1941-1959	1.886337228	1.812257456	0.433775874	0.357880957
1960	1.824603447	1.855643228	0.233624839	0.406605004
1961	1.890835390	1.802288998	0.443270123	0.353507875
1962	1.936931413	1.782285132	0.600296009	0.324568027
1963	1.970618217	1.802936181	0.680368341	0.306478047
1964	2.063267266	1.783818307	1.059659232	0.248016503
1965	2.172235828	1.739712077	1.513785373	0.187864207
1966	2.224900849	1.739115441	1.720130098	0.169771265
1967	2.301644196	1.764900807	1.948210539	0.145733285
1968	2.277736434	1.821394541	1.782749418	0.158913201
1969	2.251766020	1.739504282	1.737210952	0.164453417
1970	2.376192155	1.763984249	2.177853337	0.126478203
1971	2.288976054	1.724084054	1.921433128	0.144958115
1972	2.137180067	1.677203522	1.468582141	0.196175203
1973	1.855487676	1.779286847	0.579864568	0.326924968
1974	1.892168408	1.768879880	0.802431327	0.283232965
1975	2.050864598	1.655899020	1.466185863	0.217518336

CUADRO 8:

MEXICO: INCREMENTO DE LA PARIDEZ POR AÑO SUCESIVO DEL PERIODO 1961 - 1965, DEDUCIDO DEL REGISTRO DE NATALIDAD. EDADES REFERIDAS AL 30 JUNIO DE 1976.

EDADES	1961	1962	1963	1964	1965	1961-1965
15 - 19						
20 - 24						
25 - 29		4.26040	16.00150	35.44557	63.07918	118.78665
30 - 34	105.74867	144.26170	182.03350	223.26145	257.19009	912.49541
35 - 39	284.04619	306.55975	325.50026	339.69381	334.01423	1589.81424
40 - 44	343.63422	337.78726	328.67631	316.19011	288.58348	1614.87138
45 - 49	279.07178	261.41090	239.87418	225.51940	204.69384	1210.57010

CUADRO 9:

MEXICO: INCREMENTO DE LA PARIDEZ POR AÑO SUCESIVO DEL PERIODO 1966 - 1970, DEDUCIDO DEL REGISTRO DE NATALIDAD. EDADES REFERIDAS AL 30 DE JUNIO DE 1976.

EDADES	1966	1967	1968	1969	1970	1966-1970
15 - 19						
20 - 24		2.51383	12.17180	30.78574	54.57448	100.04585
25 - 29	98.81400	137.03196	178.41946	213.63035	245.60779	873.50306
30 - 34	284.09498	303.00165	323.65113	321.15866	320.10420	1552.01062
35 - 39	330.76443	319.56190	317.78685	295.18374	275.17331	1538.47023
40 - 44	273.82362	251.98494	237.78292	218.06549	200.24029	1181.89726
45 - 49	192.69260	173.22658	152.78664	141.20329	130.63825	790.54736

CUADRO 10:

MEXICO: INCREMENTO DE LA PARIDEZ POR AÑO SUCESIVO DEL PERIODO 1971 - 1975, DEDUCIDO DEL REGISTRO DE NATALIDAD. EDADES REFERIDAS AL 30 DE JUNIO DE 1976.

EDADES	1971	1972	1973	1974	1975	1971-1975
15 - 19		3.38396	21.52226	46.82498	61.63117	133.36237
20 - 24	95.70459	143.52725	207.33797	244.32150	220.90827	911.79958
25 - 29	278.40980	298.47604	338.23153	336.07313	274.94024	1526.13074
30 - 34	318.58469	315.23995	327.52198	297.54542	243.02011	1501.91215
35 - 39	260.31060	251.33546	236.98064	207.23143	183.12134	1138.97947
40 - 44	183.99001	173.12299	140.23543	121.30435	122.20967	740.86245
45 - 49	115.18493	102.29445	65.08848	54.11829	61.16363	397.84978

Para el año de 1960 se tiene que el incremento esperado de la paridez, para las cohortes que al 30 de junio de 1976 tenían 30 - 49 años es:

<u>EDADES</u>	<u>INCREMENTO DE LA PARIDEZ</u>
30 - 34	70.73788
35 - 39	258.45874
40 - 44	350.20571
45 - 49	302.35563

Falta por considerar la paridez alcanzada por las cuatro ultimas cohortes al comienzo de 1960, para lo cual se consideró que con anterioridad a 1960, el nivel de la fecundidad se mantenía estacionario.

CUADRO 11: MEXICO: TASAS ACUMULADAS DE FECUNDIDAD ANTERIORES AL AÑO 1960. EDADES REFERIDAS AL 30 DE JUNIO DE 1976.

x	Fx	x	Fx	x	Fx	x	Fx
14		24	324.41138	34	969.52619	44	1268.07891
15		25	391.13349	35	1017.32161	45	1279.88050
16	4.62877	26	460.27954	36	1060.71854	46	1289.29113
17	17.56246	27	530.56376	37	1099.78744	47	1296.49130
18	38.97714	28	600.76334	38	1134.66768	48	1301.63128
19	68.52426	29	669.77007	39	1165.54765	49	1304.81384
20	106.09265	30	736.62731	40	1192.64788		
21	151.24776	31	800.55115	41	1216.20702		
22	203.31613	32	860.93682	42	1236.47073		
23	261.39935	33	917.35285	43	1253.68288		

Por lo tanto, la paridez alcanzada por estas cuatro ultimas cohortes a comienzos de 1960 son:

Edades	Paridez alcanzada en 1960
30 - 34	$\sum_{x=14}^{18} F_x = 61.26837$
35 - 39	$\sum_{x=15}^{19} F_x = 790.58015$
40 - 44	$\sum_{x=16}^{20} F_x = 2307.15151$
45 - 49	$\sum_{x=17}^{21} F_x = 3985.23820$

Con estos valores es posible estimar el subregistro probable de la natalidad, teniendo en cuenta las parideces obtenidas con la EMF se obtienen los resultados presentados en el Cuadro 12.

CUADRO 13:

MEXICO: INCREMENTO DE LA PARIDEZ POR AÑO SUCESIVO DEL PERIODO 1961 - 1965, DEDUCIDO DEL REGISTRO DE NATALIDAD. EDADES REFERIDAS AL PRIMERO DE ENERO DE 1975.

EDADES	1961	1962	1963	1964	1965	1961-1965
15 - 19						
20 - 24						
25 - 29	10.04450	26.10177	49.59165	82.13476	121.96711	289.83979
30 - 34	165.88604	202.23298	236.97297	273.23761	296.89907	1175.22867
35 - 39	317.58773	331.29231	341.27173	345.19663	329.24095	1664.58935
40 - 44	333.93228	322.23205	307.34924	292.05352	264.42851	1519.99560
45 - 49	248.21812	230.65450	208.66213	196.46635	179.78916	1063.79026

CUADRO 14:

MEXICO: INCREMENTO DE LA PARIDEZ POR AÑO SUCESIVO DEL PERIODO 1966 - 1970, DEDUCIDO DEL REGISTRO DE NATALIDAD. EDADES REFERIDAS AL PRIMERO DE ENERO DE 1975.

EDADES	1966	1967	1968	1969	1970	1966-1970
15 - 19						
20 - 24	7.13965	20.31422	42.87527	74.73242	109.99621	255.09777
25 - 29	162.53277	199.28157	236.85084	262.02447	285.35233	1146.04198
30 - 34	314.14820	322.88231	335.81986	324.04374	314.48787	1611.38198
35 - 39	320.20432	303.63915	297.21199	273.94857	253.09540	1448.09943
40 - 44	249.69857	227.83808	211.28643	194.04988	178.50709	1061.38005
45 - 49	169.27773	151.18828	129.66475	120.01200	110.81929	680.96205

Para el año 1960 se tiene que el incremento esperado de la paridez, para las cohortes que a principios de 1975 tenían 30 - 49 años es:

<u>Edades</u>	<u>Incremento de la Paridez</u>
30 - 34	129.21242
35 - 39	300.92123
40 - 44	348.40160
45 - 49	271.47925

La paridez alcanzada por estas cohortes al comienzo de 1960 es (ver Cuadro 15):

<u>Edades</u>	<u>Paridez alcanzada en 1960</u>
30 - 34	$\sum_{x=15}^{19} F_{x+.5} = 177.68304$
35 - 39	$\sum_{x=20}^{24} F_{x+.5} = 1185.64867$
40 - 44	$\sum_{x=25}^{29} F_{x+.5} = 2825.58926$
45 - 49	$\sum_{x=30}^{34} F_{x+.5} = 4427.83272$

Con estos valores de las parideces probables y tomando en cuenta las parideces obtenidas en el IX Censo de Poblacion y Vivienda ^{17/}, se obtuvieron los resultados presentados en el Cuadro 16.

^{17/} Para el IX Censo de Poblacion y Vivienda se utilizaron las tasas específicas de fecundidad que aparecen en el libro de Francisco Alba: "La Población de México: Evolución y Dilemas" Segunda Edición. Cuadro 3.4 ; pag. 31 . El Colegio de México.

CUADRO 15:

MEXICO: TASAS ACUMULADAS DE FECUNDIDAD ANTERIORES AL AÑO
1960. EDADES REFERIDAS AL PRIMERO DE ENERO DE 1975.

x	Fx	x	Fx	x	Fx	x	Fx
15.5	1.23014	25.5	425.48467	35.5	1039.56735	45.5	1284.87280
16.5	13.11040	26.5	495.35795	36.5	1080.78665	46.5	1293.15730
17.5	27.28509	27.5	565.74659	37.5	1117.74030	47.5	1299.31094
18.5	52.73003	28.5	635.47948	38.5	1150.59449	48.5	1303.46371
19.5	85.32738	29.5	703.52057	39.5	1179.55560	49.5	1305.67637
20.5	127.75840	30.5	768.99788	40.5	1204.85478		
21.5	175.46900	31.5	831.21714	41.5	1226.73543		
22.5	231.66993	32.5	889.66160	42.5	1245.44327		
23.5	292.36306	33.5	943.98127	43.5	1261.21868		
24.5	357.38828	34.5	993.97483	44.5	1274.29081		

CUADRO 12:

MEXICO: PARIDECES EN EL AÑO 1975, POR GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD;
ESTIMADAS DE ESTADISTICAS VITALES Y OBTENIDAS DE LA ENCUESTA MEXI-
CANA DE FECUNDIDAD.

EDADES	1941-1959	1960	1961-1965	1966-1970	1971-1975	TOTAL	EMF	SUBREGIS- TRO PROBABLE (%)
15 - 19					133.36237	133.36237	494.5	73.03
20 - 24				100.04585	911.79958	1011.84543	1976.5	48.81
25 - 29			118.78665	873.50306	1526.13074	2518.42045	3447.0	26.94
30 - 34	61.26837	70.73788	912.49541	1552.01062	1501.91215	4098.42443	4626.5	11.41
35 - 39	790.58015	258.45874	1589.81424	1538.47023	1138.97947	5316.30283	5546.5	4.15
40 - 44	2307.15151	350.20571	1614.87138	1181.89726	740.86245	6194.98831	5943.0	
45 - 49	3985.2382	302.35563	1210.57010	790.54736	397.84978	6686.56107	6025.5	
TOTAL						25959.905	28059.5	(7.48)

CUADRO 16:

MEXICO: PARIDECES EN EL AÑO 1975, POR GRUPOS QUINQUE-NALES DE EDAD, ESTIMADAS DE ESTADISTICAS VITALES Y OBTENIDAS DEL IX CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA.

EDADES	REGISTRO VITAL	CENSO DE 1970 (*)	SUBREGISTRO PROBABLE (POR CIEN)
15 - 19			
20 - 24	255.09777	445	42.67
25 - 29	1435.88177	1839	21.92
30 - 34	3093.50611	3432	9.86
35 - 39	4599.25868	4779	3.76
40 - 44	5755.36651	5786.5	0.54
45 - 49	6444.06428	6329.7	
TOTAL	21583.175	22611.2	(4.55)

(*) Fuente: Francisco Alva "Población de México: Evolución y Dilemas" El Colegio de Mexico.

V - PRESENTACION Y COMENTARIOS DE RESULTADOS OBTENIDOS

Como se puede apreciar en el Cuadro 12, la diferencia relativa entre la paridez estimada en base a las estadísticas vitales y la obtenida en la EMF se reduce a medida que se refiere a una cohorte de mayor edad, y más importante aún es que estas diferencias son altamente significativas (entre el 30% y 70% aproximadamente) para las mujeres menores de 30 años.

Lo anterior sucede de igual manera con los datos del IX Censo de Población y Vivienda (ver Cuadro 16).

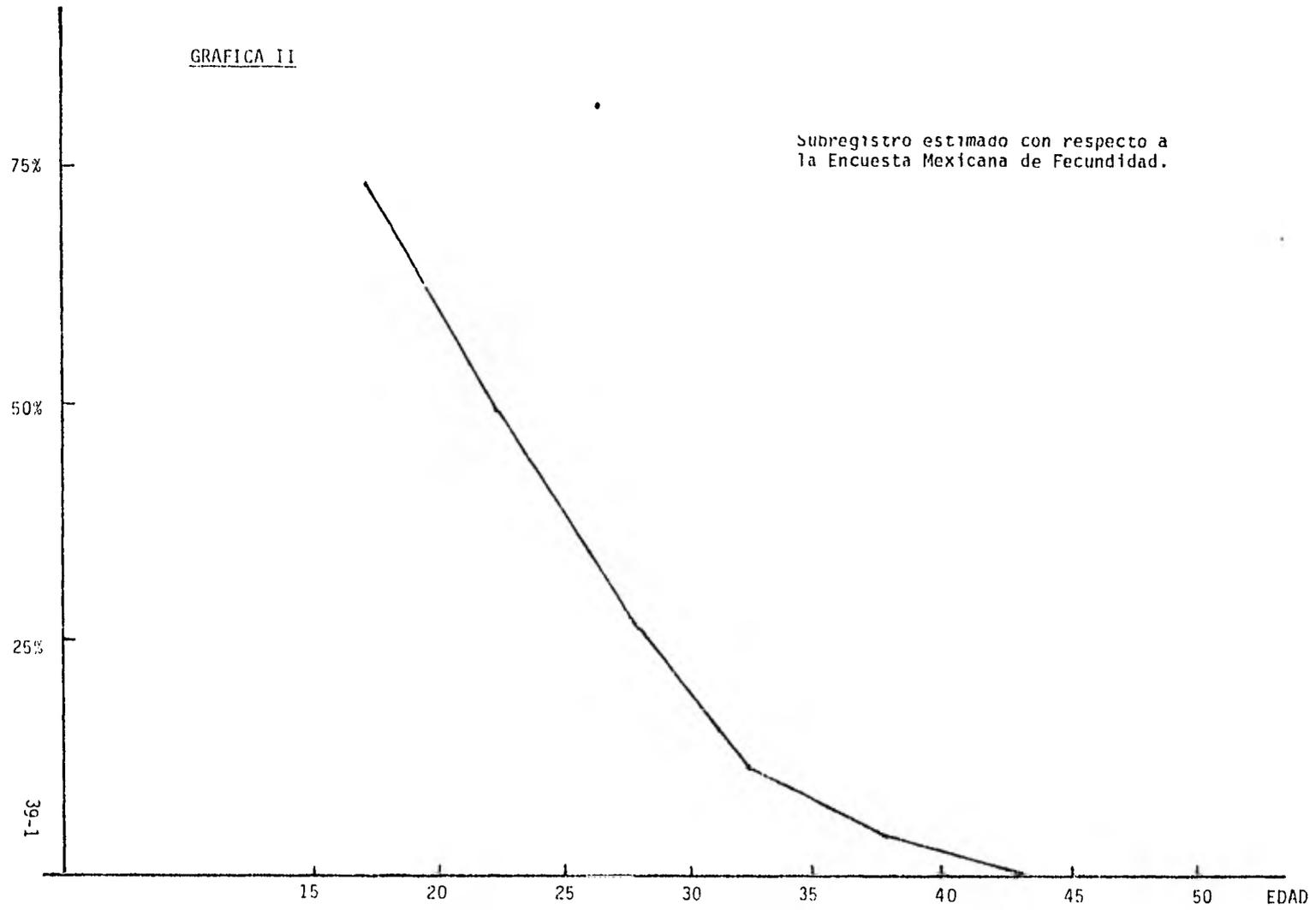
Si se observa el renglon de total en el Cuadro 12, según la estimación obtenida, podría hablarse de un subregistro global del 7.48%, pero esto refiriéndose a la cobertura registrada durante el tiempo transcurrido dentro del período fértil (15 - 50 años), de cada cohorte, es decir, para el grupo de mujeres que en junio de 1976 tenían 49 años, ya se habrá tomado en cuenta el número total de nacimientos registrados según las TEF de estadísticas vitales, y no se sabe a que edad de la madre ocurrieron los registros, y esto último ocurrirá para todas las cohortes.

Por ello se observa, que el subregistro estimado en las últimas cohortes, es nulo.

En las Gráficas II y III se puede apreciar como se comporta el subregistro estimado de nacimientos según la edad de la madre.

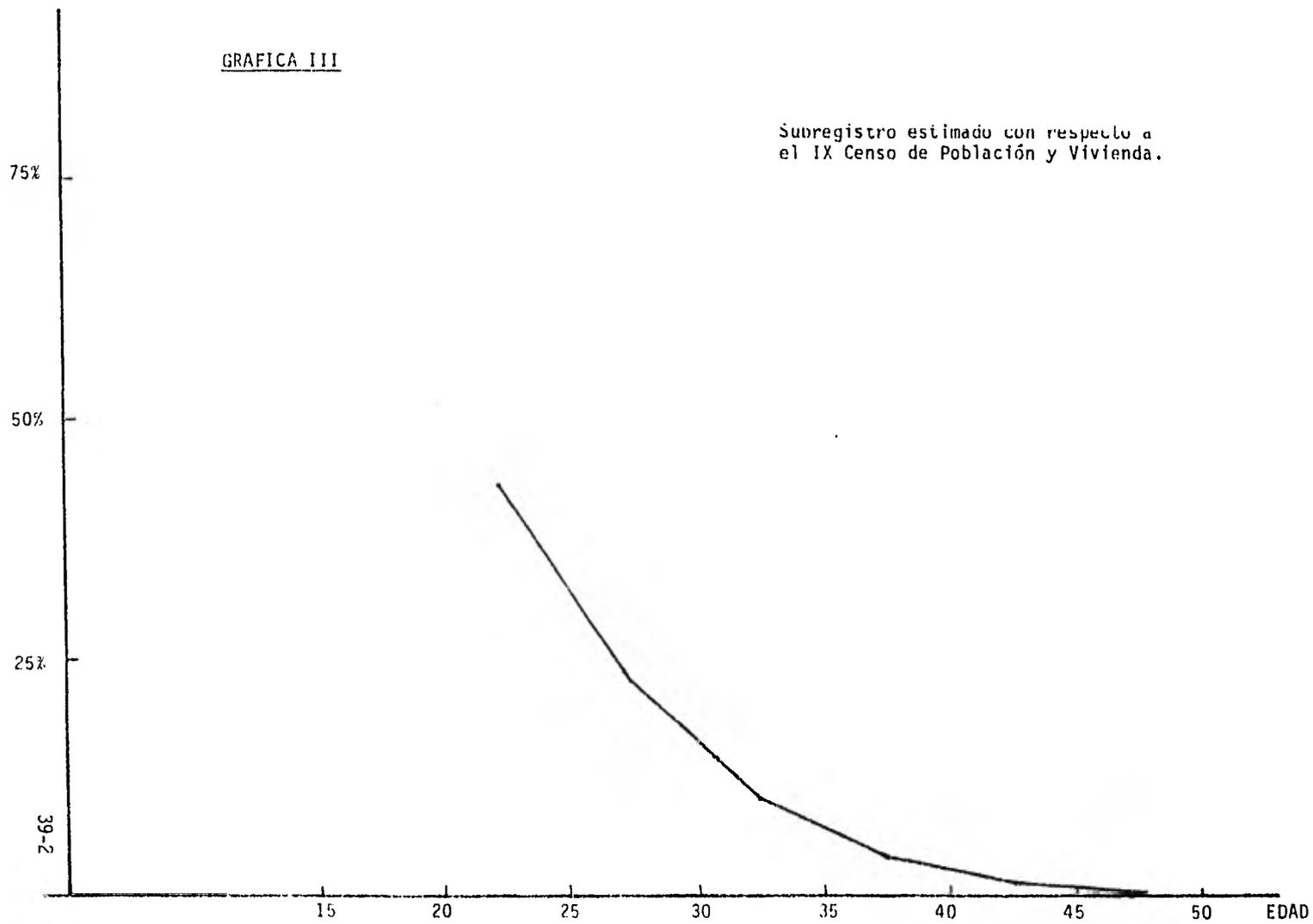
GRAFICA II

Subregistro estimado con respecto a
la Encuesta Mexicana de Fecundidad.



GRAFICA III

Subregistro estimado con respecto a
el IX Censo de Población y Vivienda.



VI - CONCLUSIONES

Puede verse en ambos cuadros obtenidos como resultado (Cuadro 12 y Cuadro 16) que el subregistro es muy alto para las mujeres menores de 30 años y que disminuye rápidamente en las subsecuentes cohortes, esto muestra que las madres jóvenes no registran a sus hijos en el año de nacimiento, sino años después, y cuando llegan al final de su período reproductivo ya están registrados todos sus hijos.

Las causas que originan tal subregistro, podrían estar relacionadas directamente con la captación por parte del Registro Civil, que no existan los suficientes centros de registro en toda la República, especialmente en áreas rurales; o también relacionadas al nivel socio-económico y cultural de la población, lo que haría necesario un estudio de fecundidad diferencial en el que se incluirá el análisis de las causas que afectan el registro de nacimientos.

Lo importante de los resultados obtenidos, es que para estudios sobre cambios en los niveles de fecundidad por edades se podrá obtener una estimación de las TEF y con ello resultados más confiables.

En resumen, se ha presentado un tipo de metodología que contiene principalmente dos etapas; la primera, el uso del modelo bilogístico, el cual al mismo tiempo que suaviza las TEF, da la oportunidad de reconstruir en forma retrospectiva las tasas que afectan a las cohortes hipotéticas con edades referidas a una fecha deseada (en este caso, a la fecha de la realización del censo o encuesta). La segunda etapa del proceso es el obtener el incremento de la paridez media anual para cada cohorte a lo largo del

período reproductivo, y de aquí se obtiene la paridez estimada por grupos quinquenales de edad para hacer la comparación con el censo o encuesta.

Un método auxiliar que se utilizó, fue el relacionado con la función linealizada de Gompertz, el cual no forma parte del modelo presentado, sin embargo, por las características que presentaba la información fue necesario recurrir a él.

Sería conveniente aplicar el modelo, incluyendo las estadísticas vitales de 1976 a 1978, ^{18/} y comparar las parideces obtenidas con los resultados obtenidos en la Encuesta Nacional de Prevalencia en el uso de Anticonceptivos que fue realizada en 1978, de esta manera se tendrían tres estimaciones de subregistro probable (EMF, IX Censo y Encuesta de prevalencia) en un período muy importante para el análisis de los cambios en los niveles de la fecundidad en México.

^{18/} La información correspondiente a estos años, no estaba disponible a la fecha de realización del presente trabajo.

VII - BIBLIOGRAFIA

- 1 - "Applied Regression Analysis"
Draper & Smith
John Wiley & Sons, Inc.
- 2 - "Econometric Methods"
J. Johnston
McGraw Hill
- 3 - "Estimación de la Cobertura de las Estadísticas de Natalidad"
Albino Bocaz
Notas de Poblacion, no. 25 CELADE (Centro Latinoamericano de Demografía)
- 4 - "Estructura de la Fecundidad por edades: Ajuste y Proyección
mediante la Función de Gompertz Linealizada."
Juan Chackiel
Notas de Población, no. 20 CELADE
- 5 - "Aspectos Metodológicos y sociológicos de la Fecundidad Humana"
Robert O. Carleton
CELADE
- 6 - "Introducción al Estudio de la Fecundidad"
Zulma C. Camisa
CELADE
- 7 - "La Población de México: Evolución y Dilemas"
Francisco Alba
El Colegio de México
- 8 - "Dinámica de la Población de México"
Centro de Estudios Económicos y Demográficos
El Colegio de México

9 - "Encuesta Mexicana de Fecundidad"

Secretaria de Programación y Presupuesto

Coordinación General del Sistema Nacional de Información

10 - "Seminario sobre métodos para medir variables demográficas"

William Brass

CELADE

APENDICE 'A':

MODELO DE REGRESION MULTIPLE LINEAL

- DESARROLLO DEL MODELO BILOGISTICO -

Se presentará a continuación el procedimiento estadístico con el cual se simplifica el cálculo de los parámetros del modelo biológico presentado en el capítulo III. Al mismo tiempo de simplificarlo, se verá que es conveniente trabajarlo de esta manera ya que el modelo presenta características especiales, como es el que las variables explicativas son transformaciones que dependen de una sola variable (P_x = tiempo transcurrido por la mujer dentro del período fértil).

Tomando el modelo descrito en (5)

$$X_1 = b_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4$$

se puede escribir de la siguiente forma

$$X_1 = [b_1 + b_2 \bar{X}_2 + b_3 \bar{X}_3 + b_4 \bar{X}_4] + b_2 (X_2 - \bar{X}_2) + b_3 (X_3 - \bar{X}_3) + b_4 (X_4 - \bar{X}_4)$$

$$X_1 = \beta_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4$$

donde: $\beta_1 = [b_1 + b_2 \bar{X}_2 + b_3 \bar{X}_3 + b_4 \bar{X}_4]$

$$x_i = (X_i - \bar{X}_i) \quad ; \quad i = 2, 3, 4.$$

la razón por la cual se hace esta transformación es para centrar los datos (corrección con respecto a la media).

Con esta nueva relación se tiene que

$$S = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \beta_1 - b_2 x_2 - b_3 x_3 - b_4 x_4)^2$$

$$\frac{dS}{d\beta_1} = -2 \sum_{i=1}^n (X_i - \beta_1 - b_2 x_2 - b_3 x_3 - b_4 x_4) = 0$$

$$\Rightarrow \sum_i^n (\beta_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4) = \sum_i^n X_i$$

$$n\beta_1 + b_2 \sum_i^n x_2 + b_3 \sum_i^n x_3 + b_4 \sum_i^n x_4 = \sum_i^n X_i$$

$$\text{pero } \sum_{I=1}^n x_{iI} = 0 \quad i = 2, 3, 4.$$

$$\Rightarrow \hat{\beta}_1 = \bar{X}_1$$

$$\therefore x_1 = b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4$$

De aquí, la matriz $X'X$ toma la forma

$$X'X = \begin{bmatrix} S_{22} & S_{23} & S_{24} \\ S_{23} & S_{33} & S_{34} \\ S_{24} & S_{34} & S_{44} \end{bmatrix}$$

$$\text{donde: } S_{iJ} = \sum_{i,J} x_i x_J$$

Estos números S_{iJ} pueden ser de muy diferentes tamaños, y eso nos llevaría a errores por redondeo, por lo que es conveniente que las variables sean homogéneas entre sí, y esto se obtiene utilizando la siguiente transformación

$$Z_I = \frac{x_I}{S_{II}^{1/2}}$$

ahora el modelo puede escribirse así

$$Z_1 S_{11}^{1/2} = b_2 S_{22}^{1/2} Z_2 + b_3 S_{33}^{1/2} Z_3 + b_4 S_{44}^{1/2} Z_4$$

$$\Rightarrow Z_1 = \beta_2 Z_2 + \beta_3 Z_3 + \beta_4 Z_4$$

donde:

$$\beta_i = b_i \left(\frac{S_{ii}}{S_{11}} \right)^{1/2} \quad ; \quad i = 2, 3, 4.$$

y de esta manera la matriz $X'X$ toma la forma

$$X'X = \begin{bmatrix} 1 & \Gamma_{23} & \Gamma_{24} \\ \Gamma_{32} & 1 & \Gamma_{34} \\ \Gamma_{42} & \Gamma_{43} & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{donde: } \Gamma_{iJ} = \frac{S_{iJ}}{(S_{ii} S_{JJ})^{1/2}}$$

y esta última es la matriz de correlación de las variables X 's.

Resolviendo ahora las ecuaciones normales derivadas de la matriz de correlación se tiene

$$\begin{bmatrix} 1 & \Gamma_{23} & \Gamma_{24} \\ \Gamma_{32} & 1 & \Gamma_{34} \\ \Gamma_{42} & \Gamma_{43} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Gamma_{21} \\ \Gamma_{31} \\ \Gamma_{41} \end{bmatrix}$$

y utilizando la restricción de dependencia (7) en el sistema

$$\beta_2 + \Gamma_{23} \beta_3 + \Gamma_{24} \beta_4 = \Gamma_{21}$$

$$\Gamma_{32} \beta_2 + \beta_3 + \Gamma_{34} \beta_4 = \Gamma_{31}$$

$$\Gamma_{42} \beta_2 + \Gamma_{43} \beta_3 + \beta_4 = \Gamma_{41}$$

se obtiene

$$\beta_2 + r_{23} \beta_3 + r_{24} (\beta_2 - \beta_3 - 1) = r_{21}$$

$$r_{32} \beta_2 + \beta_3 + r_{34} (\beta_2 - \beta_3 - 1) = r_{31}$$

$$r_{42} \beta_2 + r_{43} \beta_3 + (\beta_2 - \beta_3 - 1) = r_{41}$$

⇒

$$(1 + r_{24}) \beta_2 + (r_{23} - r_{24}) \beta_3 = r_{21} + r_{24} \quad \dots (I)$$

$$(r_{32} + r_{34}) \beta_2 + (1 - r_{34}) \beta_3 = r_{31} + r_{34} \quad \dots (II)$$

$$(r_{42} + 1) \beta_2 + (r_{43} - 1) \beta_3 = r_{41} + 1 \quad \dots (III)$$

Como (III) es linealmente dependiente de (I) y (II) podemos trabajar con las siguientes ecuaciones: (I) + (III) y (II) - (III)

$$2(1 + r_{24}) \beta_2 - (1 + r_{24} - r_{23} - r_{34}) \beta_3 = 1 + r_{12} + r_{14} + r_{24}$$

$$(1 + r_{24} - r_{23} - r_{34}) \beta_2 - 2(1 - r_{34}) \beta_3 = 1 + r_{14} - r_{13} - r_{34}$$

APENDICE 'B':

PROGRAMA UTILIZADO PARA LA APLICACION DEL MODELO BILOGISTICO

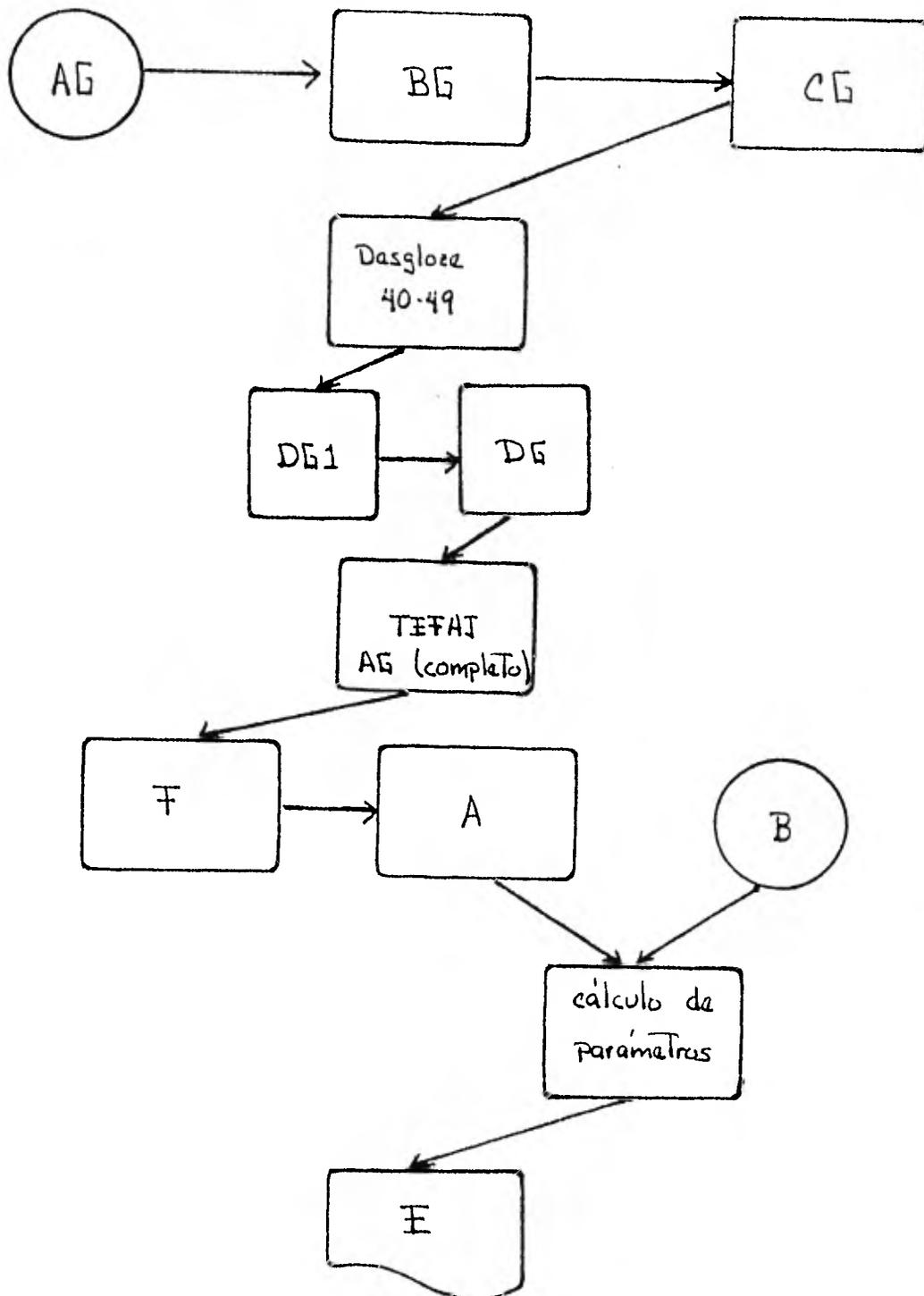
El siguiente programa esta hecho en lenguaje FORTRAN, y se ejecutó en la computadora Burroughs B6700 de la UNAM.

Algunos de los arreglos importantes en el programa son:

- AG - Tasas Específicas de Fecundidad (Cuadro 1)
- BG - Tasas acumuladas de fecundidad (considerando una sola tasa específica para el intervalo 40 - 49 años.)
- CG - Transformaciones respectivas al arreglo BG para la aplicación de la función de Gompertz.
- DG - Tasas ajustadas correspondientes al período 40 - 44 y 45 - 49 años.
- F - Tasas acumuladas de fecundidad (considerando ahora las dos tasas para el intervalo 40 - 49 años.)
- A - Transformaciones respectivas al arreglo F para la aplicación del modelo bilogístico.
- E - Parámetros de la función bilogística.

La secuencia del programa puede verse mas clara en la Gráfica B.1 .

GRAFICA B.1:



```

DIMENSION AG(20,20),BG(20,20),CG(20,20),DG1(20,20),DG(20,20),DIF(20,20)
DIMENSION TEFAJ(20,20),A(20,20),B(20,20),F(20,20),E(20,20)
DIMENSION SUMC(20),SSC(20),SXY(20),SXYC(20),B1(20),A1(20)
DIMENSION SUM(20),SUMB(20),SS(20),SSB(20),R1(20,20),R(20,20)
DIMENSION SXYB(20,20),SXY(20,20),RB1(20,20),RB(20,20),DS(20),DSB(20)
DIMENSION C(5,5),D(20,5),CC(5,5),DD(20,5),c1(20),e2(20),C3(20),C4(20)
DIMENSION AUX(20),TSUM(20),BETA2(20),BETA3(20)

N = 17
DO 10 I = 1,N-1
  READ(5,/)(AG(I,J),J=1,6)
10 CONTINUE
  READ(5,/)(AG(N,J),J=1,7)
  DO 20 I=1,N-1
    BG(I,1)=5*AG(I,1)
    DO 20 J=2,5
      BG(I,J)=BG(I,J-1)+5*AG(I,J)
    IF (J.NE.5) GO TO 20
    BG(I,6)=BG(I,5)+10*AG(I,6)
  20 CONTINUE
    BG(N,1)=5*AG(N,1)
    DO 25 J=2,7
      BG(N,J)=BG(N,J-1)+AG(N,J)
  25 CONTINUE
    DO 30 I=1,N-1
      CG(I,6)=BG(I,6)
      DO 30 J=1,5
        CG(I,J)=ALOG(-ALOG(BG(I,J)/BG(I,6)))
  30 CONTINUE
    CG(N,7)=BG(N,7)
    DO 35 J=1,6
      CG(N,J)=ALOG(-ALOG(BG(N,J)/BG(N,7)))
  35 CONTINUE

```

```

DO 15 I=1,3
  READ(5,/)(B(I,J),J=1,6)
15 CONTINUE
-- (* El arreglo B es el
   cuadro 6 *) --

```

```

DO 110 I=1,N
SUMC(I)=0
DO 110 J=1,5
SUMC(I)=SUMC(I)+CG(I,J)
110 CONTINUE
DO 120 I=1,N
SSC(I)=0
DO 120 J=1,5
SSC(I)=SSC(I)+CG(I,J)**2
120 CONTINUE
DO 130 I=1,N-1
SXYC(I)=0
DO 130 J=1,5
SXYC(I)=SXYC(I)+CG(I,J)*CG(N,J)
130 CONTINUE
DO 140 I=1,N-1
B1(I)=(SXYC(I)-SUMC(I)*SUMC(N)/5)/(SSC(N)-SUMC(N)**2/5)
A1(I)=SUMC(I)/5 - B1(I)*SUMC(N)/5
140 CONTINUE
DO 150 I = 1,N-1
DG(I,7)=CG(I,6)
DO 150 J = 5,6
DG1(I,J)=A1(I)+B1(I)*CG(N,J)
DG(I,J)=DG(I,7)*EXP(-EXP(DG1(I,J)))
150 CONTINUE
DO 180 I=1,N-1
DO 180 J=6,7
DIF(I,J)=(DG(I,J)-DG(I,J-1))/5
180 CONTINUE
DO 190 I=1,N-1
TSUM(I)=DIF(I,6)+DIF(I,7)
190 CONTINUE
DO 200 I=1,N-1
DO 200 J=6,7
TEFAJ(I,J)=(DIF(I,J)/TSUM(I))*AG(I,6)*2
200 CONTINUE

```

```

DO 210 I=1,N-1
AG(I,6)=TEFAJ(I,6)
AG(I,7)=TEFAJ(I,7)
210 CONTINUE
DO 300 I=1,N
F(I,1)=5*AG(I,1)
DO 300 J=2,7
F(I,J)=F(I,J-1)+5*AG(I,J)
300 CONTINUE
DO 320 I=1,N
A(I,7)=F(I,7)
DO 320 J=1,6
A(I,J)=ALOG(F(I,7)/F(I,J) - 1)
320 CONTINUE
DO 430 I=1,N
SUM(I)=0
DO 430 J=1,6
SUM(I)=SUM(I)+A(I,J)
430 CONTINUE
DO 450 I=1,3
SUMB(I)=0
DO 450 J=1,6
SUMB(I)=SUMB(I)+B(I,J)
450 CONTINUE
DO 470 I=1,N
SS(I)=0
DO 470 J=1,6
SS(I)=SS(I)+A(I,J)**2
470 CONTINUE
DO 490 I=1,3
SSB(I)=0
DO 490 J=1,6
SSB(I)=SSB(I)+B(I,J)**2
490 CONTINUE

```

```

DO 510 I=1,N
DO 510 J=1,3
SXY(I,J)=0
DO 510 K=1,6
SXY(I,J)=SXY(I,J)+A(I,K)*B(J,K)
510 CONTINUE
DO 515 I=1,2
DO 515 J=2,3
SXYB(I,J)=0
DO 515 K=1,6
SXYB(I,J)=SXYB(I,J)+B(I,K)*B(J,K)
515 CONTINUE
DO 520 I=1,N
DO 520 J=1,3
R1(I,J)=(6*SXY(I,J)-SUM(I)*SUMB(J))/SQRT(6*SS(I)-SUM(I)**2)
R(I,J)=R1(I,J)/SQRT(6*SSB(J)-SUMB(J)**2)
520 CONTINUE
DO 525 I=1,2
DO 525 J=2,3
RB1(I,J)=(6*SXYB(I,J)-SUMB(I)*SUMB(J))/SQRT(6*SSB(I)-SUMB(I)**2)
RB(I,J)=RB1(I,J)/SQRT(6*SSB(J)-SUMB(J)**2)
525 CONTINUE
DO 540 I=1,n
DS(I)=SQRT(SS(I)-SUM(I)**2/6)
540 CONTINUE
DO 550 I=1,3
DSB(I)=SQRT(SSB(I)-SUMB(I)**2/6)
550 CONTINUE
DO 560 I=1,N
D(I,1)= 1 + R(I,1) + R(I,3) + RB(1,3)
D(I,2)= 1 + R(I,3) - R(I,2) - RB(2,3)
560 CONTINUE
REAL M

```

```

C(1,1)=2*(1+RB(1,3))
C(1,2)=- (1+RB(1,3)-RB(1,2)-RB(2,3))
C(2,1)=-C(1,2)
C(2,2)=-2*(1-RB(2,3))
M = C(1,1)/C(2,1)
CC(2,2)=M*C(2,2)+C(1,2)
DO 570 I=1,N
DD(I,2)=M*D(I,2)+D(I,1)
BETA3(I)=DD(I,2)/CC(2,2)
BETA2(I)=(D(I,1)-BETA3(I)*C(1,2))/C(1,1)
570 CONTINUE
DO 580 I=1,N
C2(I)=BETA2(I)*DS(I)/DSB(1)
C3(I)=BETA#(I)*DS(I)/DSB(2)
C4(I)=(BETA2(I)-BETA3(I)-1)DS(I)/DSB(3)
AUX(I)=C2(I)*SUMB(1)/6+C3(I)*SUMB(2)/6+C4(I)*SUMB(3)/6
C1(I)=SUM(1)/6-AUX(I)
580 CONTINUE
DO 590 I=1,N
E(I,1)=C2(I)-C3(I)
E(I,2)=C2(I)
E(I,3)=C4(I)
E(I,4)=EXP(C1(I))
590 CONTINUE
DO 600 I=1,N
WRITE(6,610)(E(I,J),J=1,4)
600 CONTINUE
610 FORMAT(//,4(10X,F15.9))
END

```