celade

distribución interna

albino bocaz

AJUSTE DE FUNCIONES DE FECUNDIDAD

Serie B, nº 24

1. Introducción

Los métodos para ajustar (graduar) funciones de fecundidad pueden dividirse en dos grupos principales

a) Métodos gráficos

b) Métodos analíticos

En los métodos gráficos, se traza previamente un gráfico de la función empírica y posteriormente a mano alzada se modifican los valores observados hasta llegar a una función continua, suave, que cumple corrientemente la propiedad de reproducir ciertos valores absolutos.

En los métodos analíticos, se estudia la variación de la función de acuerdo a la edad y se determina la función matemática que presenta valores teóricos que discrepan lo menos posible (mínimos cuadrados) de los valores empíricos.

En el presente trabajo se indica un método analítico que permite ajustar funciones de fecundidad usando los polinomios ortogonales de Fisher, los cuales se encuentran tabulados en las tablas de Fisher-Yates. Para el caso del ajuste que nos preocupa si se adopta un intervalo fértil de 35 años, desde la edad 15 hasta la edad 50 y las funciones se especifican por grupos quinquenales de edad, se tiene un juego de coeficientes ortogonales para n = 7 observaciones, fijo en todos los ajustes.

2. Ajuste de las tasas centrales de fecundidad

Para ajustar las tasas centrales de fecundidad $f(x)$ se ha podido verificar empíricamente que la suma acumulada de esa tasa $f(x)$ que se denotará por $F(x)$ sigue aproximadamente la ley

$$F(x) = x(k-x)\, g_3(x) \qquad (1)$$

siendo k = un parámetro que toma un valor próximo a 50

x = la edad, medida desde 15 años (o comienzo de la fecundidad)

$g_3(x)$ = una parábola de tercer grado

$x' = x - 15$

Bajo esa hipótesis, entonces, podemos decir que la función

$$y(x) = F(x)/x(k-x) \qquad (2)$$

es una función de tercer grado en (x) la que podemos ajustar usando los polinomios ortogonales correspondientes.

Se indicarán dos casos, en que se comprobará la hipótesis recién señalada.

<u>Caso 1</u>

Se tomarán las tasas centrales de fecundidad, de Panamá en 1950 (Anuario Demográfico de las Naciones Unidas, año 1954), que son las siguientes:

Edad	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	Total
Tasas	625	1 221	1 057	696	411	131	41	4 182

<u>Nota</u>: Las tasas indicadas son las razones entre los nacidos vivos de madres de edad (x,x+4) y las mujeres de ese grupo de edad (en miles) para un período quinquenal.

Preparamos la siguiente tabla de trabajo:

x	$f(x)$	$F(x)$	$x(50-x)$	$y(x)$	$P_1(x)$	$P_2(x)$	$P_3(x)$	$y_T(x)$	$F_T(x)$	$f_T(x)$
5	625	625	225	2 778	- 3	5	- 1	2.791	628	628
10	1 221	1 846	400	4 615	- 2	0	1	4.578	1 831	1 203
15	1 057	2 903	525	5 530	- 1	- 3	1	5.547	2 912	1 081
20	696	3 599	600	5 998	0	- 4	0	6.034	3 620	708
25	411	4 010	625	6 416	1	- 3	- 1	6.376	3 985	365
30	131	4 141	600	6 902	2	0	- 1	6.909	4 145	160
35	41	4 182	525	7 966	3	5	1	7.968	4 183	38
			$\Sigma yP_i =$	40 205	21 024	-6 110	2 015			
			$\Sigma P_i^2 =$	7	28	84	6			
			$b_i =$	5 743.57	750.86	- 72.74	335.83			

En la primera columna se indican las tasas centrales de fecundidad $\left[f(x)\right]$. La segunda columna se ha formado haciendo la suma acumulada de las tasas centrales. La tercera columna representa el factor x(k-x), que para el caso de Panamá resultó ser x(50-x).

La cuarta columna es la división de los valores F(x) por el factor x(50-x), los cuales se ajustan a una parábola de tercer grado.

En las columnas 5, 6 y 7 se indican los polinomios ortogonales de primer, segundo y tercer grado y para 7 observaciones, que para el ajuste de tasas de fecundidad serán siempre los mismos.

De acuerdo con el uso de los polinomios ortogonales, los coeficientes de regresión b_i están dados por la relación

$$b_i = \frac{\Sigma y(x)\ P_i(x)}{\Sigma\left[P_i(x)\right]^2} \qquad (3)$$

$$\text{para} \quad i = 0,\ 1,\ 2 \text{ y } 3$$

siguiendo la tabla de trabajo, se encuentra

$b_o = 5\ 743.57 \qquad b_1 = 750.86 \qquad b_2 = -\ 72.74 \qquad b_3 = 335.83$

El conocimiento de los coeficientes de regresión, permite obtener los valores teóricos $y_T(x)$ que se calculan a base de la relación

$$y_T(x) = b_o + b_1 P_1(x) + b_2 P_2(x) + b_3 P_3(x) \qquad (4)$$

y que se indican en la columna 8.

En la columna 9 se indican los valores teóricos de F(x), determinados por la relación

$$F_T(x) = x(50-x)\ y_T(x) \qquad (5)$$

Finalmente en la columna 10 se indican las tasas ajustadas $f_T(x)$ obtenidas por desacumulación de las tasas $F_T(x)$.

Caso 2

Tomaremos las tasas centrales de fecundidad para Taiwan en 1951, que son las siguientes:

Edad	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
Tasas	339	1 435	1 748	1 554	1 130	659	173

Para k = 60 se tiene la siguiente tabla de trabajo

Tabla 2

f(x)	F(x)	x(60-x)	y(x)	$P_1(x)$	$P_2(x)$	$P_3(x)$	$y_T(x)$	$F_T(x)$	$f_T(x)$
339	339	275	123.3	- 3	5	- 1	123.3	339	339
1 435	1 774	500	354.8	- 2	0	1	355.3	1 776	1 437
1 748	3 522	675	521.8	- 1	- 3	1	520.9	3 516	1 740
1 554	5 076	800	634.5	0	- 4	0	634.4	5 075	1 559
1 130	6 206	875	709.2	1	- 3	- 1	710.0	6 212	1 137
659	6 865	900	762.8	2	0	- 1	762.0	6 858	646
173	7 038	875	804.3	3	5	1	804.7	7 041	183
			39 107	30 464	-15 930	856			
			7	28	84	6			
			5 586.71	1 088.00	- 189.32	142.67			

Nota: Usando k = 55, se obtienen las siguientes tasas f(x) ajustadas:

338 1 443 1 736 1 553 1 141 657 168

El primer valor de k (60) produce una suma de cuadrados para las F(x), menor que k=55. El segundo valor de k (55) produce una suma de cuadrados para las f(x), menor que k=60. La razón de ello, es que con k=55, la última tasa de fecundidad (45-49 años) discrepa menos.

3. Deducción de las razones hijos/mujer

Una vez que se han ajustado las tasas f(x) observadas, es posible determinar el valor de las razones

$$r(x) = \frac{\text{Hijos nacidos vivos}}{\text{Total mujeres de edad (x)}} \qquad (6)$$

integrando la función

$$F(x) = 25x(\frac{k}{5}-x)\left[b_o + b_1(x-4) + b_2(x^2-8x+12) + b_3(x^3-12x^2+41x-36)/6\right] \qquad (7)$$

y determinando posteriormente la diferencia finita entre esos valores.

Si se denota por R(x) la función integral de F(x); para k=50, se tendrá

$$R(x) = \frac{25}{3}x^2(15-x)b_o - \frac{25}{12}x^2(3x^2-56x+240)b_1 - \frac{5}{6}x^2(6x^3-135x^2+920x-1\ 800)b_2 -$$

$$- \frac{5}{72}x^2(10x^4-264x^3+2\ 415x^2-8\ 920x+10\ 800)b_3 \qquad (8)$$

que puede tabularse para los 7 valores de (x): 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, dando origen al siguiente sistema de multiplicadores

Tabla 3

MULTIPLICADORES PARA CALCULAR R(x) CON k = 50

x	b_o	b_1	b_2	b_3
1	0.1167	- 0.3896	0.8408	- 0.2806
2	0.4333	- 1.1667	1.5067	- 0.1856
3	0.9000	- 1.8562	0.6975	0.3394
4	1.4667	- 2.1333	- 1.3867	0.6400
5	2.0833	- 1.8229	- 3.6458	0.3038
6	2.7000	- 0.9000	- 4.6800	- 0.3900
7	3.2667	0.5104	- 3.3892	- 0.5206

Usando este juego de multiplicadores, se tiene para Panamá, en 1950:

Edad	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
R(x)	222	1 441	3 839	7 138	10 964	15 041	19 217
r(x)	222	1 219	2 398	3 299	3 826	4 077	4 176

También para k=55 y k=60, pueden prepararse juegos de multiplicadores para determinar las R(x) conocidas las F(x)

Tabla 4

MULTIPLICADORES PARA CALCULAR R(x) CON k= 55

x	b	b_1	b_2	b_3
1	0.129	- 0.431	0.930	- 0.310
2	0.483	- 1.300	1.673	- 0.203
3	1.012	- 2.081	0.754	0.392
4	1.667	- 2.400	- 1.653	0.738
5	2.396	- 2.031	- 4.323	0.338
6	3.150	- 0.900	- 5.580	- 0.510
7	3.879	0.919	- 3.900	- 0.670

Con el uso de estos multiplicadores y usando k=55 para Taiwan, se tiene:

Edad	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
R(x)	32	1 037	3 685	8 011	13 690	20 269	27 261
r(x)	32	1 005	2 648	4 326	5 679	6 579	6 992

MULTIPLICADORES PARA CALCULAR R(x) CON k = 60

x	b_o	b_1	b_2	b_3
1	0.1417	- 0.4729	1.0200	- 0.3401
2	0.5333	- 1.4333	1.8400	- 0.2211
3	1.1250	- 2.3062	0.8100	0.4144
4	1.8667	- 2.6667	- 1.9200	0.8356
5	2.7083	- 2.2397	- 5.0000	0.3733
6	3.6000	- 0.9000	- 6.4800	- 0.6300
7	4.4917	1.3721	- 4.4100	- 0.8201

Como en general resultará incómodo preparar un juego de multiplicadores para diversos valores de (k), puede prepararse otro juego de multiplicadores que permita pasar directamente de los valores ajustados de las f(x) a los de las r(x) y que no dependa del método seguido para ajustar las f(x).

El problema es un sencillo problema de integración numérica, que puede establecerse así:

La función F(x) es una función que puede escribirse, a la manera Gregory-Newton, en la forma

$$F(x) = C_1^x F_1 + C_2^x \Delta F_1 + C_3^x \Delta^2 F_1 + C_4^x \Delta^3 F_1 + C_5^x \Delta^4 F_1 + C_6^x \Delta^5 F_1 + C_7^x \Delta^6 F_1 \qquad (9)$$

la que puede integrarse para dar origen a la función R(x).

Obtenida la forma de la función R(x), pueden determinarse los valores de la función para x = 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 y por diferencia de valores sucesivos determinar los multiplicadores para r(x).

Tabla 6

TABLA DE MULTIPLICADORES PARA PASAR DE LAS f(x) A LAS r(x)

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
r_1	0.6958	-0.4604	0.5465	-0.4714	0.2606	-0.0825	0.0114
r_2	1.0114	0.6162	-0.2217	0.1487	-0.0736	0.0219	-0.0029
r_3	0.9971	1.0317	0.5553	-0.1201	0.0471	-0.0126	0.0016
r_4	1.0016	0.9860	1.0648	0.5000	-0.0648	0.0140	-0.0016
r_5	0.9984	1.0126	0.9529	1.1201	0.4447	-0.0317	0.0029
r_6	1.0029	0.9781	1.0736	0.8513	1.2217	0.3838	-0.0114
r_7	0.9886	1.0825	0.7394	1.4714	0.4535	1.4604	0.3042

Así por ejemplo, usando los 7 valores f(x) de Panamá indicados en la tabla 1, o sea, el juego

628 1 203 1 081 708 365 160 38

se obtienen los siguientes valores para las r(x):

222 1 219 2 398 3 299 3 826 4 077 4 175

que son los mismos valores calculados con los multiplicadores de la tabla 3 e indicados luego de esa tabla.

Del mismo modo, si usamos para Taiwan, el siguiente juego de las $f_T(x)$

339 1 437 1 740 1 559 1 137 646 183

se obtienen los siguientes valores de las r(x):

35 1 005 2 646 4 323 5 684 6 579 6 983

iguales a los que resultan de usar los multiplicadores-integrales de la tabla 5.

4. Ajuste de los valores $r(x)$

Vamos a suponer ahora que en lugar de disponer de tasas de fecundidad $f(x)$ disponemos de valores de $r(x)$. Estos valores pueden obtenerse en los censos de población preguntando a las mujeres censadas el número de hijos nacidos vivos que ya han tenido.

Del ajuste de los valores $r(x)$ se podrá posteriormente deducir el valor de las tasas correspondientes de fecundidad.

Puede verse, a base de los cálculos que luego se presentan, que la ley de variación de la función acumulativa de las $r(x)$, que denotaremos por $R(x)$, sigue aproximadamente la ley

$$R(x) = x^2(k-x)\ h_3(x) \qquad (10)$$

siendo k un parámetro que aproximadamente toma el valor 70

$h_3(x)$ una parábola de tercer grado.

Caso 1

Tomaremos el caso de Panamá, ya considerado anteriormente para el cual se tiene

$r(x)$	222	1 219	2 398	3 299	3 826	4 073	4 179
$R(x)$	222	1 441	3 839	7 138	10 964	15 037	19 216

Con k = 63

x	$x^2(63-x)$	$R(x)$	$y(x)$	$P_1(x)$	$P_2(x)$	$P_3(x)$	$y_T(x)$	$R_T(x)$	$r_T(x)$
1	1.450	222	153.1	- 3	5	- 1	153.1	222	222
2	5.300	1 441	271.9	- 2	0	1	271.9	1 441	1 219
3	10.800	3 839	355.5	- 1	- 3	1	355.5	3 839	2 398
4	17.200	7 138	415.0	0	- 4	0	415.0	7 138	3 299
5	23.750	10 964	461.6	1	- 3	- 1	461.6	10 964	3 826
6	29.700	15 041	506.4	2	0	- 1	506.3	15 037	4 073
7	34.300	19 216	560.2	3	5	1	560.2	19 216	4 179
			27 237	17 964	-5 448	665			
			7	28	84	6			
			389.100	64.157	- 6.486	11.083			

Caso 2

Tomaremos el caso de Brasil para el cual se dispone de la siguiente información del censo de 1940

Tabla 7

Edad	Mujeres (en miles)	Hijos tenidos (en miles)	Nacidos vivos (en miles)	Razón (en miles)
15 - 19	2 286.3	293.3	278.6	122
20 - 24	1 977.5	2 144.6	2 037.4	1 030
25 - 29	1 707.1	4 408.6	4 188.2	2 453
30 - 34	1 281.2	5 193.0	4 933.4	3 851
35 - 39	1 154.0	6 181.3	5 872.1	5 088
40 - 44	946.6	5 848.3	5 555.9	5 869
45 - 49	706.0	4 746.5	4 509.2	6 387

Nota: La información indicada está contenida en "Métodos Relativos al uso de las Estadísticas Censales", Estudios sobre Población, N° 7.

La columna Nacidos vivos es 95 por ciento de la columna Hijos tenidos. La razón $r(x)$ indicada en la última columna es la división entre la 4^a y 2^a columnas.

Usando $k = 70$, se tiene la siguiente tabla de trabajo

Tabla 8

x	$x^2(70-x)$	$R(x)$	$y(x)$	$P_1(x)$	$P_2(x)$	$P_3(x)$	$y_T(x)$	$R_T(x)$	$r_T(x)$
5	1.625	122	75.08	- 3	5	- 1	74.83	122	122
10	6.000	1. 152	192.00	- 2	0	1	192.76	1 157	1 035
15	12.375	3 605	291.31	- 1	- 3	1	290.59	3 596	2 439
20	20.000	7 456	372.80	0	- 4	0	373.18	7 464	3 868
25	28.125	12 544	446.01	1	- 3	- 1	445.41	12 527	5 063
30	36.000	18 413	511.47	2	0	- 1	512.13	18 437	5 910
35	42.875	24 800	578.42	3	5	1	578.20	24 790	6 353
			246 709	230 366	-43 566	2 917			
			7	28	84	6			
			352.441	82.274	- 5.186	4.862			

Observando los valores $R_T(x)$ puede verse que la ley, al igual que en el caso de Panamá es bastante aceptable.

5. Deducción de las tasas f(x) conocidas las r(x) ajustadas

Una vez que se ha determinado el juego de las $R_T(x)$, es posible pasar al juego de las F(x), derivando la función de variación de R(x).

Adoptemos para R(x), la siguiente expresión:

$$R(x)/x = C_1^x \Delta R_o' + C_2^x \Delta^2 R_o' + C_3^x \Delta^3 R_o' + C_4^x \Delta^4 R_o' + C_5^x \Delta^5 R_o' + C_6^x \Delta^6 R_o' + C_7^x \Delta^7 R_o' \qquad (11)$$

siendo

$$R_o' = 0 \qquad R_j' = R_j/j \qquad (12)$$

La derivada de esta función R(x) puede determinarse para los valores x: 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, lo que nos da un juego de multiplicadores para pasar de las R(x) a las F(x).

Obtenido este juego de multiplicadores, es posible determinar el juego de multiplicadores para pasar de las R(x) a las f(x), determinando las diferencias finitas de los primeros multiplicadores.

Expresando los valores de la R(x) en función de las r(x), se puede llegar finalmente al juego de multiplicadores de la tabla 9 que permite pasar de las $r_T(x)$ a las $f_T(x)$.

Tabla 9

MULTIPLICADORES PARA PASAR DE r(x) A f(x)

	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7
f_1	0.5133	0.9633	-0.5367	0.2966	-0.1201	0.0299	-0.0034
f_2	-0.6604	-0.4439	1.3395	-0.6050	0.2283	-0.0550	0.0061
f_3	0.2308	-0.7358	-0.1191	0.9087	-0.2579	0.0553	-0.0058
f_4	-0.1648	0.4018	-1.0982	0.3185	0.5684	-0.0915	0.0085
f_5	0.2142	-0.4691	0.9642	-1.7580	0.8253	0.3220	-0.0224
f_6	-0.5272	1.0895	-1.9939	2.7283	-3.1050	1.4783	0.1395
f_7	3.1299	-6.2367	10.7133	-13.0367	11.1299	-7.1701	2.6133

El uso de estos multiplicadores para el caso de Brasil, para el cual el juego de las $r(x)$ es:

122	1 035	2 439	3 868	5 063	5 910	6 353

nos conduce al siguiente juego de las $f(x)$

Edad	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
f(x)	445	1 256	1 475	1 324	1 032	656	208

6. Deducción de las tasas $f(x)$ por edad detallada

Puede existir el interés de determinar las tasas $f(x)$ para cada una de las 35 edades del intervalo 15-50.

En este caso se supone que la función $F(x)$ varía en la forma

$$F(x) = x(k-x)\ g_5(x) \qquad (13)$$

siendo $g_5(x)$ una parábola de quinto grado, que puede asimilarse a una parábola de suavidad óptima (Beers o Greville).

El valor de k puede aceptarse igual a 15 unidades inferiores al valor de k con que ajustaron las razones $R(x)$ o bien determinarse directamente aplicando la ley aproximada (13).

Los valores $f(x)$ por edad detallada se determinan desacumulando los valores $F(x)$, determinados con el uso de los multiplicadores de Beers o Greville.

El juego de multiplicadores de Beers, para determinar los valores $F(x)$ por edad detallada son los siguientes

Tabla 10

MULTIPLICADORES DE BEERS PARA INTERVALOS EXTREMOS

	y_x	y_{x+5}	y_{x+10}	y_{x+15}	y_{x+20}	y_{x+25}
y_{x+1}	0.6667	0.4969	-0.1426	-0.1006	0.1079	-0.0283
y_{x+2}	0.4072	0.8344	-0.2336	-0.0976	0.1224	-0.0328
y_{x+3}	0.2148	1.0204	-0.2456	-0.0536	0.0884	-0.0244
y_{x+4}	0.0819	1.0689	-0.1666	-0.0126	0.0399	-0.0115
y_{x+6}	-0.0404	0.8404	0.2344	-0.0216	-0.0196	0.0068
y_{x+7}	-0.0497	0.6229	0.5014	-0.0646	-0.0181	0.0081
y_{x+8}	-0.0389	0.3849	0.7534	-0.1006	-0.0041	0.0053
y_{x+9}	-0.0191	0.1659	0.9354	-0.0906	0.0069	0.0015

Tabla 11

MULTIPLICADORES DE BEERS PARA INTERVALOS CENTRALES

	y_x	y_{x+5}	y_{x+10}	y_{x+15}	y_{x+20}	y_{x+25}
y_{x+11}	0.0117	-0.0921	0.9234	0.1854	-0.0311	0.0027
y_{x+12}	0.0137	-0.1101	0.7194	0.4454	-0.0771	0.0087
y_{x+13}	0.0087	-0.0771	0.4454	0.7194	-0.1101	0.0137
y_{x+14}	0.0027	-0.0311	0.1854	0.9234	-0.0921	0.0117

Veamos entonces la aplicación numérica para el caso de Brasil.

Situación 1

Supongamos que $y(x) = F(x)/x(55-x)$ sigue una parábola de quinto grado de tipo Beers, El valor 55 se ha adoptado, porque es 15 unidades inferiores a k = 70, con que se ajustaron las R(x) de Brasil.

Los valores pivotales y(x) son los siguientes

0	445/250	1 701/450	3 176/600	4 500/700	5 532/750	6 188/750	6 396/700
o sea							
0	1.780	3.780	5.293	6.429	7.376	8.251	9.137

Usando los multiplicadores para el extremo inferior de edades se tiene

y(x) x(55-x)	F(x)	f(x)
0.298(54)	16	16
0.631(106)	67	51
0.993(156)	155	88
1.378(204)	281	126
	445	164
2.192(294)	644	199
2.606(336)	876	232
3.013(376)	1 133	257
3.407(414)	1 410	277
	1 701	299

Con el uso de los multiplicadores centrales se obtiene

Edad	F(x)	f(x)	Edad	F(x)	f(x)	Edad	F(x)	f(x)
21	1 998	297	26	3 460	284	31	4 733	233
22	2 296	298	27	3 736	276	32	4 953	220
23	2 592	296	28	4 001	265	33	5 160	207
24	2 885	293	29	4 256	255	34	5 354	194
25	3 176	291	30	4 500	244	35	5 532	178

Usando los multiplicadores para grupos extremos, se obtiene finalmente los valores individuales de los grupos 40-44 y 45-49

Edad	F(x)	f(x)
40	5 696	164
41	5 843	147
42	5 975	132
43	6 090	115
44	6 188	98

Edad	F(x)	f(x)
46	6 188	81
47	6 269	61
48	6 330	44
49	6 374	21
50	6 396	1

Situación 2

Se determina el valor de k que ajusta mejor los f(x) deducidos de las R(x) ajustadas.

Se tiene la siguiente tabla de trabajo para k=53

F(x)	x(53-x)	y(x)	$P_o(x)$	$P_1(x)$	$P_2(x)$	$y_T(x)$	$F_T(x)$
445	240	185.4	- 3	5	- 1	185.4	445
1 701	430	395.6	- 2	0	1	395.9	1 702
3 176	570	557.2	- 1	- 3	1	556.3	3 171
4 500	660	681.8	0	- 4	0	682.6	4 505
5 532	700	790.3	1	- 3	- 1	790.5	5 533
6 188	690	896.8	2	0	- 1	896.2	6 184
6 396	630	1 015.2	3	5	1	1 015.4	6 397
		45 223	37 249	-7 667	955		
		7	28	84	6		
		646.043	133.032	- 9.127	15.917		

Puede notarse que el valor supuesto para k (55) no estaba muy alejado. Además puede notarse que los valores F(x) ajustados no corresponden exactamente a los tomados anteriormente y deducidos directamente con el uso de la tabla 6.

Usando los valores pivotales $y_T(x)$ indicados en la tabla anterior, esto es, los valores

y(x)	0	185.4	395.9	556.3	682.6	790.5	896.2	1 015.4

pueden interpolarse los valores individuales y(x) para cada una de las 35 edades del intervalo fértil, usando los multiplicadores de Beers.

Estos valores y(x) amplificados por k(53-k) nos lleva a los valores F(x) y por desacumulación de ellos, llegamos finalmente a las tasas f(x), que se indican

Edad	f(x)	Edad	f(x)	Edad	f(x)
15	16	30	285	45	75
16	51	31	277	46	63
17	88	32	269	47	44
18	126	33	257	48	23
19	164	34	246	49	4
20	200	35	233		
21	231	36	221		
22	258	37	206		
23	278	38	191		
24	290	39	177		
25	296	40	159		
26	297	41	143		
27	294	42	126		
28	292	43	109		
29	290	44	92		

7. Resumen de las reglas para efectuar los ajustes

Pasamos a resumir ahora, los pasos que deben seguirse para el uso de las leyes y multiplicadores propuestos en este trabajo.

Caso 1

Ajuste de tasas centrales de fecundidad $f(x)$

Paso 1: Acumular las tasas $f(x)$, para tener los valores $F(x)$

Paso 2: Buscar el valor de k que haga que los valores $F(x)/x(k-x)$ sigan lo más aproximadamente posible una parábola de tercer grado. Los valores de k están alrededor de 50.

Paso 3: Con los valores $f_T(x)$ deducir los valores de las razones $r(x)$ usando los multiplicadores de la tabla 6.

Caso 2

Ajuste de razones hijos/mujer y deducción de tasas $f(x)$

Paso 1

Acumular los valores $r(x)$, para tener los valores $R(x)$

Paso 2

Buscar el valor de k que haga $R(x)/x^2(k-x)$ sea lo más próximo a una parábola de tercer grado.

Paso 3

A base de los valores $r_T(x)$ deducidos del paso anterior, determinar los valores $f(x)$, usando los multiplicadores de la tabla 9.

Paso 4

Ajustar los valores $f(x)$, buscando el valor de k, que haga $F(x)/x(k-x)$ sea los más parecido posible a una parábola de tercer grado.

Caso 3

Deducción de tasas f(x) por edad detallada

Paso 1

Cálculo de los valores de apoyo para el uso de los multiplicadores de Beers.

Estos valores se calculan usando la relación

$$y(x) = F(x)/x(k-x)$$

Paso 2

Determinación de los valores de interpolación y(x), con el uso de los multiplicadores de Beers indicados en las tablas 10 y 11.

Paso 3

Cálculo de los F(x) por edad detallada, usando la relación

$$F(x) = x(k-x)\ y(x)$$

Paso 4

Desacumulación de los valores F(x).