

celeste

distribución interna

william brass

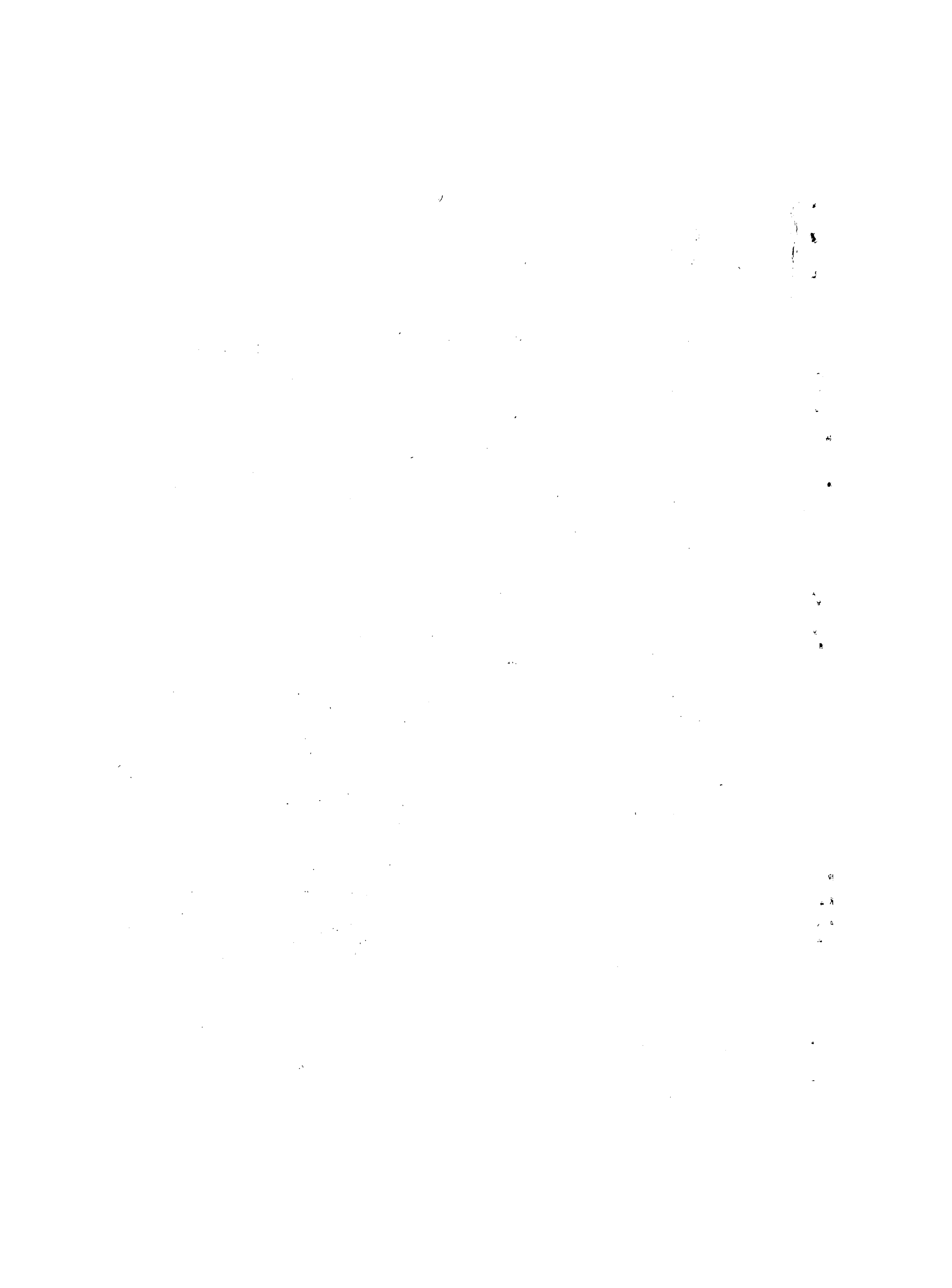
CENTRO LATINOAMERICANO
DE DEMOGRAFIA
BIBLIOTECA

MÉTODOS DE AJUSTE PARA EVALUAR
EL VALOR DE LOS RESULTADOS
DE ENCUESTAS DEMOGRAFICAS EN
PAISES SUBDESARROLLADOS
(ESPECIALMENTE EN EL AFRICA)

(TRADUCCÓN DE LA VERSIÓN ^{provisional} PROVISORIA DE:
MÉTODES D'AJUSTEMENT PROPOSÉES PAR BRASS
POUR TESTER LA VALEUR DES RÉSULTATS
D'ENQUÊTES DÉMOGRAPHIQUES EN PAYS
SOUS-DÉVELOPPÉS (EN PARTICULIER EN AFRIQUE)

Serie D, N° 27

1005



I N D I C E

	<u>Página</u>
I. ANALISIS DE LA FECUNDIDAD	1
1. Datos básicos	1
2. Método de ajuste analítico	2
3. Resultados	3
4. Comparación de las tasas ajustadas y de las tasas observadas	5
II. ANALISIS DE LA MORTALIDAD	7
1. Datos actuales para calcular las tasas de mortalidad y fuentes de error	7
2. Datos retrospectivos. Supervivencia de los niños	7
3. Hipótesis	8
4. Método de ajuste	8
5. Elección de los modelos	9
6. Resultados	9
7. Aplicación práctica. Coeficientes de ajuste	10
III. ANALISIS DE LA COMPOSICION POR EDAD	13
1. Planteamiento del problema	13
2. Utilización de la teoría de las poblaciones estables	13
3. Elección de la función de supervivencia modelo	15
4. Estructura según la edad de las poblaciones modelo	19
5. Principios de ajuste	19
6. Aplicaciones prácticas	23
7. Ejemplo: Aplicación a la población del Volta Superior	25

INDICE DE CUADROS

1 Coeficientes de ajuste de las fecundidades retrospectivas en función de las fecundidades actuales	3
2 Estimación de la fecundidad retrospectiva de las mujeres de 25 a 29 años	4
3 Comparación de las tasas de fecundidad retrospectiva observadas y ajustadas	5

	<u>Página</u>
4 Correspondencia entre los grupos de edad quinquenales de las madres y los valores aproximados de θ	10
5 Coeficientes de ajuste que han de utilizarse cuando la edad de las madres se da por grupos quinquenales	11
6 Coeficientes de ajuste que han de utilizarse cuando las edades de las madres se dan por grupos decenales	12
7 Composición por edad y características de poblaciones modelo	20
8 Distribución acumulada de las poblaciones por debajo de diferentes edades según la tasa de crecimiento natural; coeficiente β y nivel de mortalidad	24
9 Proporciones por 1 000 mujeres menores de una edad dada	26
10 Tasas demográficas de la población del Volta Superior	28
11 Comparación de estimaciones	29
12 Composición de una población estable ajustada a la población femenina del Volta Superior	30

I. ANALISIS DE LA FECUNDIDAD

1. Datos básicos

En la mayoría de las encuestas efectuadas (al menos en los países de habla francesa) se dispone de dos tipos de datos:

a) Datos corrientes

Tasas de fecundidad actual por edad (o sea, el número medio de hijos tenidos en el curso de los 12 últimos meses por las mujeres de un grupo dado de edad), que se designan por f_i . En general, estas tasas se dan por grupos quinquenales de edad de f_1 (15-19 años) a f_7 (45-49 años). Como, en promedio, los nacimientos así registrados han tenido lugar 6 meses antes de la fecha de la encuesta, la edad media de las madres al momento del nacimiento deberá tomarse 1/2 año antes de la mitad del intervalo considerado. Así, para las mujeres de 15-19 años, dicha edad será 17 (y no 17 1/2).

$$\text{Se tiene } F_T = \sum_i f_i$$

b) Datos retrospectivos

El número medio de hijos que las mujeres de un grupo dado de edad han tenido en el curso de su existencia. Estas tasas se designan por r_i . También aquí se utilizan con mayor frecuencia grupos quinquenales de edad de r_1 (15-19 años) hasta las edades más avanzadas.

En la hipótesis de la constancia de las tasas de fecundidad actual por edad y de la ausencia de una mortalidad diferencial vinculada a los nacimientos, las r_i son constantes a partir del término del período de procreación. Si se admite que éste se sitúa antes de la cincuentena, se tendrá:

$$r_j = F_c = F_T \quad (j > 7)$$

Ahora bien, en general los dos valores F_c y F_T calculados con los resultados de una encuesta difieren de manera apreciable.

Más adelante se examinarán las causas principales de los errores posibles.

2. Método de ajuste analítico

Tomando como límites extremos de la fecundidad los 15 y los 50 años de edad, se utiliza la siguiente función de sexto grado, siendo t la edad en años:

$$\varphi(t) = (t-15)(50-t)^2 \left[A+B(t-15) + C(t-15)^2 + D(t-15)^3 \right]$$

que depende de 4 parámetros: A, B, C y D, que se ajustan en función de las f_i observadas mediante el método de los momentos.

Los momentos teóricos son:

$$\begin{aligned} \phi_T &= \int_{15}^{50} \varphi(t) dt & M_1 &= \int_{15}^{50} \frac{t \varphi(t) dt}{\phi_T} \\ M_2 &= \int_{15}^{50} \frac{t^2 \varphi(t) dt}{\phi_T} & M_3 &= \int_{15}^{50} \frac{t^3 \varphi(t) dt}{\phi_T} \end{aligned}$$

Los momentos empíricos se calculan de acuerdo con las siguientes fórmulas, llamando t_i la edad media del intervalo quinquenal y aplicando las correcciones de Sheppard:

$$\begin{aligned} F_T &= \sum_i f_i & M_1^e &= \frac{\sum_i t_i f_i}{F_T} \\ M_2^e &= \frac{\sum_i (t_i^2 - \frac{25}{2}) f_i}{F_T} & M_3^e &= \frac{\sum_i (t_i^3 - \frac{25}{4} t_i) f_i}{F_T} \end{aligned}$$

Igualando los momentos teóricos y los momentos empíricos, se obtienen cuatro ecuaciones lineales que permiten expresar A, B, C y D en función de las f_i .

La integración de la función $\varphi(t)$ entre los 15 años y la edad considerada permite obtener una estimación de las diferentes r_i :

$$r_i = A l_i + B n_i + C m_i + D p_i$$

donde l_i , m_i , n_i y p_i son constantes obtenidas a partir de la integración de $\psi(t)$. A, B, C y D dependen linealmente de las f_i en virtud de lo que precede.

Se llega a una fórmula que da cada r_i en función de las f_i :

$$r_i = \sum_j \lambda_{ij} f_j$$

en donde j toma los valores de 1 a 7.

3. Resultados

Los coeficientes λ_{ij} figuran en el cuadro 1, que se inserta a continuación.

Cuadro 1

COEFICIENTES DE AJUSTE DE LAS FECUNDIDADES RETROSPECTIVAS EN FUNCION DE LAS FECUNDIDADES ACTUALES

$r_i \backslash f_j$	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
r_1	+ 0.365	+ 0.036	- 0.053	- 0.012	+ 0.048	+ 0.020	- 0.208
r_2	+ 1.119	+ 0.405	+ 0.053	- 0.050	- 0.018	+ 0.038	+ 0.003
r_3	+ 1.117	+ 0.930	+ 0.525	+ 0.096	- 0.166	- 0.067	+ 0.583
r_4	+ 0.914	+ 1.136	+ 0.926	+ 0.500	+ 0.073	- 0.136	+ 0.085
r_5	+ 0.942	+ 1.042	+ 1.041	+ 0.904	+ 0.599	+ 0.096	- 0.643
r_6	+ 1.028	+ 0.960	+ 1.011	+ 1.050	+ 0.954	+ 0.597	- 0.151
r_7	+ 1.010	+ 0.989	+ 0.999	+ 1.012	+ 1.006	+ 0.955	+ 0.833

Observación. Se han calculado otros factores que permiten evaluar, inversamente, las f_i en función de las r_i , pero este ajuste es mucho menos preciso.

Ejemplo de utilización de esta tabla:

Para el Dahomey del Norte, las tasas de fecundidad actual por edad son las siguientes:

F

15 a 19 años	$f_1 = 0.203 \times 5 = 1.015$	1.015
20 a 24 años	$f_2 = 0.289 \times 5 = 1.445$	2.460
25 a 29 años	$f_3 = 0.263 \times 5 = 1.315$	3.775
30 a 34 años	$f_4 = 0.216 \times 5 = 1.080$	4.855
35 a 39 años	$f_5 = 0.155 \times 5 = 0.775$	5.630
40 a 44 años	$f_6 = 0.080 \times 5 = 0.400$	6.030
45 a 49 años	$f_7 = 0.040 \times 5 = 0.200$	6.230

Para calcular las estimaciones de r_3 , se multiplica primero cada f_1 por el coeficiente correspondiente de la tercera línea.

Cuadro 2

ESTIMACION DE LA FECUNDIDAD RETROSPECTIVA
DE LAS MUJERES DE 25 A 29 AÑOS
(Dahomey del Norte)

Coefficientes	f_1	Limitándose a 4 cifras decimales
+ 1.117	x 0.203	= + 0.2268
+ 0.930	x 0.289	= + 0.2688
+ 0.525	x 0.203	= + 0.1381
+ 0.096	x 0.216	= + 0.0207
- 0.166	x 0.155	= - 0.0257
- 0.067	x 0.080	= - 0.0054
+ 0.583	x 0.040	= + 0.0233
Total		+ 0.6466

Este último total debe multiplicarse por 5, puesto que se trata de períodos quinquenales, lo que da 3.2330. Para tomar en cuenta el desplazamiento de 6 meses señalado más arriba a propósito de las tasas de fecundidad actual, a la cifra anterior se le agrega la mitad de la tasa de fecundidad actual correspondiente, o sea, en este caso $\frac{0.263}{2} = 0.1315$, lo que en definitiva da la siguiente estimación de r_3 : 3.3645.

4. Comparación de las tasas ajustadas y de las tasas observadas

Se construye un cuadro como el que se inserta a continuación.

Cuadro 3

COMPARACION DE LAS TASAS DE MORTALIDAD RETROSPECTIVA
OBSERVADAS Y AJUSTADAS
(Dahomey del Norte)

E/A	A	B	Tasas observadas (r_A)	Δr_A	Tasas ajustadas (r_B)	r_A/r_B
			0.515		0.445	1.157
1.04	1.015	1.056		1.352		
			1.867		1.883	0.992
0.96	2.460	2.352		1.213		
			3.080		3.364	0.916
0.93	3.775	3.518		1.095		
			4.175		4.454	0.937
0.91	4.855	4.453		0.694		
			4.869		5.259	0.926
0.90	5.630	5.059		0.475		
			5.344		5.882	0.909
0.89	6.030	5.399		0.138		
			5.482		6.200	0.884

Se han hecho comparaciones análogas para los países en donde se dispone de datos exactos y completos. B/A se acerca mucho a 1, salvo en lo que respecta a r_1 , para el intervalo de edad 15-19 (debido a la falta de homogeneidad del fenómeno en dicho intervalo).

Por consiguiente, no se toma en cuenta la primera relación. Si las otras se alejan significativamente de 1, se puede pensar en varias explicaciones:

- Errores relativos a la apreciación de la edad
- Modificación de las tasas de fecundidad
- Errores en cuanto a la delimitación del período formado por los últimos 12 meses en lo que respecta a la fecundidad actual
- Omisiones de niños en lo que respecta a la fecundidad retrospectiva.

Se comprobó experimentalmente que los errores relativos a la edad repercutían poco en la relación B/A. Por otra parte, una modificación importante de las tasas de fecundidad en los últimos 10 o 15 años es poco probable.

Quedan las dos últimas fuentes de error. La dificultad para definir exactamente el período de 12 meses es independiente de la edad de la madre. En cambio, es evidente que la probabilidad de omisiones de niños - especialmente de aquellos cuya vida fue muy breve - aumentará con la edad de la madre. Es muy escasa en las mujeres menores de 30 años.

En consecuencia, se admitirá que las tasas r_2 y r_3 observadas tienen grandes posibilidades de ser exactas y que si existe una diferencia significativa con las correspondientes tasas ajustadas, ella proviene de un error en las respectivas tasas de fecundidad. Si la relación B/A es inferior a 1, los f_1 son demasiado elevados (probablemente en razón de una sobrevaluación del período de 12 meses); si la relación es superior a 1, la situación será la inversa.

En el ejemplo considerado, la diferencia entre las relaciones B/A para r_2 y para r_3 es bastante importante, siendo la mejor solución la de tomar su promedio, que es igual a 0.954. Este coeficiente puede utilizarse para corregir las tasas de fecundidad actual y la tasa de natalidad observada durante la encuesta. Si esta última es de 46.7 por mil, se estimaría en 44.6 por mil. Por otra parte, en este caso particular cabe preguntarse si tal ajuste es necesario, pues es dudoso que una diferencia de 5 por ciento sea significativa.

Obsérvese que, después del ajuste hecho para tomar en cuenta la desviación entre las B/A correspondientes a r_2 y a r_3 , tal relación disminuye en seguida cada vez más con la edad, lo que concuerda con la hipótesis de una omisión de niños creciente con el tiempo.

II. ANALISIS DE LA MORTALIDAD

1. Datos actuales para calcular las tasas de mortalidad y fuentes de error

Al igual que las tasas de natalidad y de fecundidad actual, las de mortalidad se obtienen partiendo de datos actuales: el número de defunciones en el curso de los 12 meses anteriores a la encuesta, lo que expone al riesgo de error ya señalado respecto de la determinación de esta duración.

Pero existen otras fuentes de error:

- la evaluación de la edad de los fallecidos es aún más delicada que la de la edad de los sobrevivientes;
- y sobre todo, los riesgos de omisiones de hechos son mucho más altos, especialmente por razones psicológicas. Además, a veces resulta difícil determinar la persona (el jefe de familia en general) a la que corresponde declarar una defunción.

En el hecho, a menudo ocurre que se advierte o que se sospecha una subestimación muy importante de defunciones. Como, por otra parte, es frecuente que la natalidad esté un tanto sobrevaluada, los errores sobre las estimaciones de la tasa de crecimiento se hacen enormes.

Para una tasa de natalidad de 40 por mil y una de mortalidad de 30 por mil, una sobreestimación de los nacimientos de 10 por ciento, unida a una subestimación de 1/3 de las defunciones, haría aparecer una tasa de crecimiento natural de 24 por mil en vez de 10 por mil.

2. Datos retrospectivos. Supervivencia de los niños

En la mayoría de las encuestas se dispone de datos retrospectivos que se obtienen al interrogar a las mujeres. En efecto, se les pide que indiquen el número de hijos que han tenido durante su vida y que se encuentran vivos en el momento de la encuesta. De este modo sólo se conocen los fallecimientos de personas que no sobrevivieron a su madre, lo que excluye el control de la mortalidad de los ancianos y hace bastante aleatorio el de la

mortalidad de los adultos. Sin embargo, dada la importancia de la mortalidad de los niños en los países insuficientemente desarrollados, este dato reviste gran interés.

3. Hipótesis

El ajuste que sigue implica:

- a) Que la correlación entre la mortalidad de las mujeres y el número total de hijos que han tenido es despreciable.
- b) Que las tasas por edad han evolucionado poco con el tiempo.

4. Método de ajuste

Siendo la función de fecundidad $f(t)$ y la función de supervivencia $l(t)$, para una mujer de edad x (llamando a la edad en que comienza la procreación), se tiene:

- por una parte el número total de nacimientos:

$$F(x) = \int_a^x f(t) dt$$

(esto corresponde a lo que se denominó r)

- y por otra parte, el número de niños sobrevivientes

$$S(x) = \int_a^x f(t) l(x-t) dt$$

Vamos a tratar de evaluar θ de modo que se tenga:

$$\frac{S(x)}{F(x)} = \frac{\int_a^x f(t) l(x-t) dt}{\int_a^x f(t) dt} = l(\theta)$$

quedando θ evidentemente comprendido entre 0 y $x-a$.

5. Elección de los modelos

a) Principios

Se ha comprobado que la relación $\frac{S(x)}{F(x)}$ es poco sensible a las variaciones de estructura de la fecundidad, pero depende esencialmente de la edad en que se sitúa el máximo de esa fecundidad.

Por otra parte, existen buenas razones para pensar que el valor de θ no varía de manera importante con las diferentes funciones $l(t)$ que se pueden encontrar en la práctica.

b) Funciones

- En lo que respecta a la fecundidad, se ha adoptado la siguiente función de tercer grado:

$$f(t) = k(t-s) (t-s-33)^2$$

que sólo depende de dos parámetros:

- k indica el nivel de la fecundidad; y
- s es la edad al comenzar el período de procreación.

En realidad, esta edad depende aquí esencialmente de la edad de fecundidad máxima. Sitúase 11 años antes de esta última.

Para establecer la función de supervivencia, se ha utilizado una tabla de mortalidad que era una media ajustada de las tablas disponibles para las poblaciones de alta mortalidad.

6. Resultados

Los valores de θ obtenidos para los diferentes grupos de edad de las madres se acercan mucho a enteros. Tales valores dependen de dos fenómenos que evolucionan de manera muy diferente:

- La fecundidad comienza en algún momento entre los 15 y los 19 años, crece rápidamente, alcanza un máximo hacia los 25 años, luego decrece más lentamente hasta las proximidades de la cincuentena.

- El máximo de la mortalidad, que es muy alto, sitúase justo después del nacimiento. La mortalidad baja después rápidamente, para estabilizarse durante bastante tiempo en un nivel débil.

De todo lo cual resulta lo siguiente:

- Para las mujeres que se encuentran por debajo o en las cercanías de la edad de máxima fecundidad y para las cuales las proporciones de hijos muy jóvenes es alta, el efecto dominante es el de la mortalidad infantil.

- Este efecto se atenúa a medida que se aleja de ese máximo y que la mayoría de los niños rebasa el período de alta mortalidad.

Es lo que se observa en el cuadro 4, en el cual aparece la correspondencia entre los grupos de edad quinquenales de las madres y los valores aproximados de θ

Cuadro 4

CORRESPONDENCIA ENTRE LOS GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD DE LAS MADRES Y LOS VALORES APROXIMADOS DE θ

Grupos de edad de la madre	Menores de 20 años	20 a 24 años	25 a 29 años	30 a 34 años	35 a 39 años	40 a 44 años	45 a 49 años	50 a 54 años	55 a 59 años	60 a 64 años
θ	1	2	3	5	10	15	20	25	30	35

(Puede merecer dudas la validez de las estimaciones obtenidas para las edades más avanzadas, más allá de los 55 años, dado que las mujeres de tal edad pueden haber "perdido de vista" a varios de sus hijos).

7. Aplicación práctica. Coeficientes de ajuste

En la práctica es más cómodo presentar los resultados utilizando los coeficientes de mortalidad desde el nacimiento en vez de las tasas de supervivencia.

Se tiene

$$x_{0}^{q} = 1 - l(x)$$

haciéndose la estimación a partir de:

$$d_x = 1 - \frac{S(x)}{F(x)}$$

El valor de q_0 se obtendrá multiplicando el d_1 correspondiente por un coeficiente que depende del parámetro s que figura en la ecuación adoptada para representar la fecundidad, es decir, ya sea de la edad en que comienza la procreación, sea de la edad de máxima fecundidad.

En la práctica se ha observado que pueden utilizarse dos datos para traducir el efecto de este parámetro:

- a) Ya sea la relación de las fecundidades retrospectivas para los grupos de edad 15-19 y 20-24 (r_1/r_2) que depende estrechamente de la edad en que comienza la procreación.
- b) Ya sea \bar{A} = edad media de procreación de las mujeres que depende de la edad de máxima fecundidad.

Esto da el siguiente cuadro:

Cuadro 5

COEFICIENTES DE AJUSTE QUE HAN DE UTILIZARSE CUANDO LA EDAD DE LAS MADRES SE DA POR GRUPOS QUINQUENALES

r_1/r_2	\bar{A}	Edad de las madres									
		- 20	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64
0.387	24.7	0.859	0.938	0.948	0.961	0.966	0.938	0.937	0.949	0.951	0.949
0.330	25.7	0.890	0.959	0.962	0.975	0.982	0.955	0.953	0.966	0.968	0.965
0.268	26.7	0.928	0.983	0.978	0.988	0.996	0.971	0.969	0.983	0.985	0.982
0.205	27.7	0.977	1.010	0.994	1.002	1.011	0.988	0.986	1.001	1.002	0.999
0.143	28.7	1.041	1.043	1.012	1.006	1.026	1.004	1.003	1.019	1.020	1.016
0.090	29.7	1.129	1.082	1.033	1.031	1.040	1.021	1.021	1.036	1.039	1.034
0.045	30.7	1.254	1.129	1.055	1.046	1.054	1.037	1.039	1.054	1.058	1.052
0.014	31.7	1.425	1.188	1.081	1.063	1.069	1.052	1.057	1.072	1.076	1.070
Cuocientes		190	290	390	590	1 090	1 590	2 090	2 590	3 090	3 590

Cuando las edades de las madres se dan sólo por grupos decenales, el método es evidentemente mucho menos preciso. En el cuadro 6 se dan los coeficientes que han de utilizarse y los cuocientes de mortalidad correspondientes.

Cuadro 6

COEFICIENTES DE AJUSTE QUE HAN DE UTILIZARSE CUANDO LAS EDADES DE LAS MADRES SE DAN POR GRUPOS DECENALES

r_1/r_2	\bar{A}	Edad de las madres				
		- 25	25-34	35-44	45-54	55-64
0.387	24.7	0.982	0.990	0.977	0.990	0.990
0.330	25.7	1.000	1.004	0.993	1.008	1.007
0.268	26.7	1.021	1.018	1.009	1.025	1.025
0.205	27.7	1.045	1.033	1.024	1.043	1.043
0.143	28.7	1.072	1.048	1.040	1.062	1.061
0.090	29.7	1.105	1.064	1.056	1.080	1.080
0.045	30.7	1.144	1.081	1.071	1.099	1.099
0.014	31.7	1.193	1.099	1.086	1.118	1.119
Cuocientes		290	590	1 590	2 590	3 590

Si se eliminan los valores extremos de r_1/r_2 y de \bar{A} , que en la práctica se encuentran muy raras veces en los países insuficientemente desarrollados, todos estos coeficientes se acercan a 1, salvo para el primer grupo de edad.

Observación. Cuando los valores de los coeficientes que corresponden a la relación r_1/r_2 , por una parte, y a la media \bar{A} , por la otra, son claramente diferentes, parece preferible utilizar la relación r_1/r_2 para los tres primeros cuocientes (para los grupos de edad quinquenales) y la media \bar{A} para los siguientes.

III. ANALISIS DE LA COMPOSICION POR EDAD

1. Planteamiento del problema

La composición actual por edades de una población es la resultante de su historia demográfica a través de un período largo.

Sabido es que acontecimientos de carácter excepcional, como las guerras, las epidemias, las hambrunas, etc., pueden tener repercusiones considerables sobre esta estructura. Por lo demás, casi siempre son conocidos por los demógrafos, pero a menudo resulta difícil calcular exactamente las consecuencias cuantitativas que han producido. Además, en el Africa, como en todos los países insuficientemente desarrollados, la determinación de las edades es muy imperfecta y la forma de las pirámides de edad parece indicar que existen errores sistemáticos.

En consecuencia, la interpretación de la estructura por edad de una población es mucho más delicada que los ajustes precedentes y entraña hipótesis más particulares, una de las cuales es la de que no se pueden descuidar las repercusiones de los movimientos migratorios. Existen muchas posibilidades de que esto se acerque a la realidad, si se limita a la población de sexo femenino, que por lo demás es la única que se toma en cuenta en el estudio de la fecundidad y de las tasas de reemplazo.

Por otra parte, esta interpretación supone el empleo de modelos de población que permitan las comparaciones. Los modelos que aquí se utilizan son los de poblaciones estables.

2. Utilización de la teoría de las poblaciones estables

En la hipótesis de que el efecto de las migraciones es despreciable, sabido es que si las tasas de fecundidad y mortalidad de una población permanecen constantes durante bastante tiempo, esta última tiende, cualquiera que sea su estado inicial, hacia un límite bien definido, caracterizado por la constancia de la composición por edad y de las tasas de natalidad, de mortalidad, de crecimiento, de reemplazo, etc., y que se llama una población estable. En las

poblaciones de alta natalidad y alta mortalidad, es decir, en los países insuficientemente desarrollados, el fenómeno de la fecundidad desempeña un papel preponderante y se comprueba que semejante población se acercará bastante al estado estable en la hipótesis de la constancia de la fecundidad acompañada de variaciones, inclusive muy importantes, de la mortalidad. Es bastante tranquilizador para la aplicación de métodos fundados en este modelo a las poblaciones africanas, en donde el estado sanitario ha hecho progresos importantes desde hace algunos decenios, al paso que en general nada permite suponer que haya habido modificaciones del comportamiento en lo que respecta a los nacimientos.

La estructura de una población estable puede determinarse totalmente partiendo de dos datos:

- La función de supervivencia en la edad $t = l(t)$
- La tasa de crecimiento anual r (que puede ser negativa o positiva).

Si esta última es nula, nos encontramos en el caso particular de una población estacionaria: la curva de distribución por edad $c(t)$ es idéntica en cuanto a la forma a la curva de supervivencia $l(t)$.

En los otros casos, la curva de distribución se deduce de la de supervivencia utilizando la siguiente fórmula:

$$n(t) = B l(t) e^{-rt}$$

en donde $n(t)$ representa el número de personas de edad t , y B , el número de nacimientos. Si sólo interesa la distribución proporcional, se tiene la función $c(t)$ en la que no interviene B .

$$c(t) = \frac{n(t)}{N} = \frac{l(t) e^{-rt}}{\int_0^{\omega} l(t) e^{-rt} dt}$$

En la práctica, a menudo se consideran las distribuciones acumuladas, es decir, las proporciones de personas menores de a años, y se tiene:

$$c(a) = \frac{\int_0^a l(t) e^{-rt} dt}{\int_0^{\omega} l(t) e^{-rt} dt}$$

A la inversa, conociendo la distribución por edad de una población estable cuya función de supervivencia se conoce, es teóricamente fácil deducir la tasa de crecimiento y todas las otras tasas demográficas.

En la práctica, aun cuando se tengan buenas razones para suponer que la población estudiada se acerca al estado estable, tal procedimiento no puede utilizarse tal cual. En primer término, como ya se ha señalado, las pirámides de edad de que se dispone presentan graves deformaciones debidas a una mala determinación de las edades. En seguida, no se conoce exactamente la función de supervivencia. Con frecuencia existe una subestimación general del número de defunciones y pueden producirse errores enormes acerca de la evaluación de la edad de los fallecidos, sobre todo de los adultos y de los ancianos. Tal es la razón de que la mortalidad de los niños de temprana edad (a la cual se aplica el ajuste descrito en la sección II) se conoce mucho mejor que la mortalidad general.

3. Elección de la función de supervivencia modelo

a) Tablas modelo de mortalidad

Existe cierta correlación entre los niveles de la mortalidad de una población dada en las distintas edades. Partiendo de este principio, las Naciones Unidas han elaborado una serie de 40 modelos de tablas de mortalidad.^{1/} Se elaboraron a base de 158 tablas de mortalidad observadas en poblaciones repartidas en todas partes del mundo y las más antiguas de las cuales remontan a los alrededores de 1890. Estas tablas corresponden a niveles de mortalidad creciente, siendo el índice utilizado la esperanza de vida al nacer que va de 71 años (71 para la tabla 1) a 18 años (83 para la tabla 40).

Es un instrumento de trabajo de suma utilidad, pero que, no dependiendo de un solo parámetro, no puede reflejar las diferencias de estructura que pueden encontrarse en las distintas poblaciones. De ahí que se haya tratado de utilizar un segundo parámetro.

^{1/} Naciones Unidas: Estudios demográficos, N° 22.

b) Empleo de la transformación "logit"

La transformación "logit" se emplea en biometría y se la define como sigue:

$$\text{logit}(x) = \frac{1}{2} \text{Log} \frac{1-x}{x}$$

(Log designa el logaritmo neperiano).

Designaremos por $y(t)$ el "logit" de la función de supervivencia en la edad t :

$$y(t) = \text{"logit"} l(t) = \frac{1}{2} \text{Log} \frac{1-l(t)}{l(t)} = - \text{"logit"} q(t)$$

Se ha comprobado que las Y de dos tablas de supervivencia, aunque sean muy diferentes, estaban ligadas aproximadamente por una relación lineal

$$y_2(t) = \alpha + \beta y_1(t)$$

SIGNIFICADO DE LOS PARAMETROS

- Parámetro α

Llamando A_1 la edad media de la población 1, es decir, la edad a la cual una población se reduce en la mitad, tenemos

$$l(A_1) = \frac{1}{2}$$

y por consiguiente

$$y(A_1) = \frac{1}{2} \text{Log} 1 = 0$$

de donde resulta que

$$y_2(A_1) = \alpha$$

Las $y(t)$ varían en sentido inverso a las $l(t)$. Por consiguiente, si α es positivo, tenemos $l_2(A_1) < \frac{1}{2}$; la edad media de la población 2 es inferior a la de la población 1 y, en consecuencia, el nivel de la mortalidad de la población 2 es superior al de la población 1, por lo menos en las edades inferiores.

Por consiguiente, α puede considerarse como un índice del nivel de la mortalidad.

- Parámetro β

Llamemos $y_2'(t)$ la cantidad $[y_2(t) - \alpha]$ (lo que equivale a someter la función de supervivencia l_1 a una transformación que la coloca al nivel de la función l_2).

Se tiene:

$$y_2'(t) = \beta y_1(t)$$

Comparamos ahora dos poblaciones del mismo nivel de mortalidad:

$$y_2'(t) - y_1'(t) = (\beta - 1) y_1(t)$$

Si $\beta > 1$, la diferencia tiene el mismo signo que $y_1(t)$. Ahora bien, según lo que antecede, $y_1(t)$ es negativo para $l_1(t) > \frac{1}{2}$, y positivo para $l_1(t) < \frac{1}{2}$.

En otros términos, tenemos:

$$y_2'(t) < y_1(t) \quad \text{para } t < A_1 \text{ (edad media)}$$

$$y_2'(t) > y_1(t) \quad \text{para } t > A_1$$

Como y varía en sentido inverso a l , la curva de supervivencia $l_2'(t)$ caerá sobre la curva $l_1(t)$ para las edades inferiores a la edad media, y por debajo de $l_1(t)$ para las edades superiores.

Lo contrario ocurre si β es inferior a 1.

Es por esto que β puede considerarse como un índice de la pendiente de la función de supervivencia. Una β elevada traduce un decrecimiento menos regular del número de supervivientes con la edad.

Si se define una población modelo, se puede caracterizar las demás poblaciones con relación a ella mediante 2 parámetros.

Valores numéricos

Con relación a la población modelo que se definirá más adelante, los valores observados en la práctica en el Africa son:

para α , entre + 0.40 y - 0.25

para β , entre + 0.7 y + 1.5

Imaginemos dos poblaciones que presentan los valores extremos:

1) $\alpha = + 0.40$ $\beta = 0.7$ (alta mortalidad, pendiente suave)

2) $\alpha = - 0.25$ $\beta = 1.5$ (baja mortalidad, pendiente brusca).

A la edad de 5 años, se tendrá $l_1(5) = 0.51$ y $l_2(5) = 0.91$, pero las dos curvas se juntan hacia los 75 años.

Conviene subrayar que los errores referentes a la edad o un registro defectuoso pueden tener repercusiones importantes en el valor del parámetro β . Por ejemplo, una omisión de defunciones del orden del 20 por ciento puede hacer pasar el valor de β de 1 a más o menos 0.7.

c) Tabla de mortalidad modelo adoptada

Se habría podido adoptar, sin que el método de ajuste se resintiera en exceso, uno de los modelos de tabla de las Naciones Unidas, pero se vio que la estructura de la mortalidad de los países africanos correspondía mejor a las de las tablas llamadas del tipo B utilizadas por los expertos de las Naciones Unidas para la elaboración de sus tablas modelo.^{2/} El grupo B comprende unas cincuenta tablas que corresponden a poblaciones cuyas esperanzas de vida se sitúan alrededor de los 60 años, es decir, cuyo nivel de mortalidad es muy inferior al de las poblaciones africanas. Por esta razón se corrigió la función de supervivencia así definida agregando a sus "logits" una cantidad α igual a 0.5. De este modo se obtuvo lo que a continuación se denominará la tabla modelo de supervivencia.

^{2/} Véase: Naciones Unidas, Estudios demográficos, N° 22, cuadro 6 y nota de la pág. 16.

4. Estructura según la edad de las poblaciones modelo

Partiendo de esta tabla modelo se podría establecer toda una serie de poblaciones cuya composición por edad sería función de los coeficientes α y β y de la tasa de crecimiento natural. Pero sería demasiado largo de calcular y, además, en general en las poblaciones africanas no es fácil conocer el valor exacto del coeficiente β , sino únicamente un intervalo dentro del cual debe encontrarse ese valor. Se partirá en consecuencia de modelos que sólo tengan en cuenta la tasa de crecimiento y se procederá por aproximaciones.

Partiendo de la tabla modelo de supervivencia se calcularon distribuciones por edad correspondientes a diferentes tasas de crecimiento natural (de - 10 por mil a + 35 por mil). Los resultados se transcriben más abajo en forma acumulada. (Número total de personas que se encuentran por debajo de la edad a para una población total de 10 000 individuos). A cada distribución corresponde una tasa de natalidad b y una tasa de mortalidad d. En cambio, la tasa bruta de reproducción R_B depende de la edad media de las madres (m) al nacer. (Si las mujeres tienen en promedio más tarde a sus hijos, como el número de ellas disminuye con la edad, es necesario que las sobrevivientes tengan más hijos para llegar al mismo número de nacimientos). Por lo tanto, se calculó R_B para 3 valores de m.

5. Principios de ajuste

a) Tasa de natalidad y tasa bruta de reproducción

En las condiciones en que se encuentran las poblaciones africanas, la fecundidad tiene mucho más influencia en la distribución por edad que la mortalidad. La influencia de la mortalidad se deja sentir principalmente en las edades muy bajas y en las avanzadas (es decir, después del período de procreación de las mujeres). La proporción de personas de edad es débil en estas poblaciones, lo que facilita considerablemente el ajuste (tanto más cuanto que los cocientes de mortalidad para estos grupos de edad a menudo se conocen muy mal).

Por lo tanto, se puede admitir que dos poblaciones tendrían aproximadamente la misma distribución por edad en un intervalo bastante importante (hasta 35, o aun 50 años, por ejemplo) si las proporciones de sobrevivientes a una edad bastante baja fuesen las mismas.

Cuadro 7

COMPOSICION POR EDAD Y CARACTERISTICAS DE POBLACIONES MODELO

Tasa de crecimiento (por mil)	- 10	- 5	0	+ 5	+ 10	+ 15	+ 20	+ 25	+ 30	+ 35
Edad en años	Distribuciones acumuladas por edad									
5	687	807	938	1 078	1 226	1 382	1 542	1 706	1 873	2 042
10	1 357	1 577	1 812	2 060	2 319	2 585	2 856	3 127	3 400	3 669
15	2 046	2 349	2 667	2 997	3 336	3 677	4 019	4 354	4 684	5 005
20	2 752	3 121	3 501	3 889	4 279	4 665	5 045	5 410	5 763	6 099
25	3 467	3 883	4 304	4 726	5 143	5 548	5 939	6 308	6 658	6 984
30	4 186	4 630	5 072	5 507	5 929	6 332	6 713	7 066	7 395	7 694
35	4 908	5 362	5 805	6 235	6 643	7 026	7 382	7 705	8 000	8 264
45	6 344	6 765	7 160	7 531	7 869	8 175	8 449	8 688	8 898	9 079
55	7 714	8 037	8 329	8 595	8 827	9 029	9 204	9 350	9 474	9 576
65	8 882	9 071	9 234	9 379	9 498	9 600	9 684	9 751	9 805	9 849
65 y más	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Tasa de natalidad b (por mil)	16.37	19.52	23.01	26.85	30.98	35.41	40.11	45.01	50.12	55.41
Tasa de mortalidad d (por mil)	26.37	24.52	23.01	21.85	20.98	20.41	20.11	20.01	20.12	20.41
Edad media de las madres	R_B (Tasa bruta de reproducción)									
26.2	1.14	1.30	1.48	1.69	1.91	2.17	2.46	2.78	3.14	3.54
28.2	1.14	1.31	1.51	1.73	1.99	2.27	2.60	2.97	3.39	3.87
30.2	1.14	1.32	1.54	1.78	2.06	2.39	2.76	3.10	3.66	4.22

Dicho de otro modo, si se tiene una población modelo de función de supervivencia $l_s(t)$ y otra de función de supervivencia $l(t)$, en las que el número de nacimientos es igual a B , la composición según la edad de esta última será muy cercana, en un intervalo importante, a la de una población modelo en la que el número de nacimientos fuese igual a:

$$B' = \frac{B l(h)}{l_s(h)}$$

La edad h deberá elegirse hacia el término del período de alta mortalidad infantil, pero no totalmente hacia el final, para permitir una compensación con el período de débil mortalidad que sigue. Se ha tomado la edad de 2 años.

Como los números de personas en las dos poblaciones, y especialmente el número de mujeres de edad fecunda, serán poco diferentes, las tasas de natalidad y las tasas brutas de reproducción estarán igualmente casi en la misma relación $\frac{l(2)}{l_s(2)}$, que llamaremos k .

b) Tasa de crecimiento natural

Estas dos poblaciones tienen la misma distribución por edad en un intervalo bastante importante, es decir, en dicho intervalo se tiene aproximadamente:

$$l(t) e^{-rt} = l_s(t) e^{-r_s t}$$

donde r_s es la tasa de crecimiento de la población modelo correspondiente, y r , la tasa de crecimiento (por calcular) de la población estudiada.

Vamos a tratar de calcular $d = r_s - r$.

Se utilizará la fórmula siguiente:

La tasa neta de reproducción es igual, con bastante aproximación, a la tasa bruta de nupcialidad para la tasa de supervivencia a la edad que corresponde a la duración media de una generación (designada por g).

$$R_N = e^{rg} = R_B \cdot l(g)$$

De modo que se puede escribir:

$$e^{r_s g} = R'_c \cdot l_s(g)$$

$$e^{r g} = R_c \cdot l(g)$$

pero más atrás se ha visto que $R'_c = k R_c = R_c \frac{l(2)}{l_s(2)}$

Se obtiene entonces:

$$e^{(r_s - r)g} = \frac{l(2)}{l_s(2)} \cdot \frac{l_s(g)}{l(g)}$$

o sea,

$$r_s - r = d = \frac{1}{g} \left[\text{Log} \frac{l(2)}{l_s(2)} - \text{Log} \frac{l(g)}{l_s(g)} \right]$$

Se ha comprobado que en la evaluación de d influyen poco las variaciones de g , por lo que para esta edad se ha tomado un valor medio, 27 años.

Por consiguiente, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$d = \frac{1}{27} \left[\text{Log} \frac{l(2)}{l_s(2)} - \text{Log} \frac{l(27)}{l_s(27)} \right]$$

c) Relación entre d y β

Para una relación dada $\frac{l(2)}{l_s(2)}$ existe una relación lineal aproximada entre d y β .

$$d = h_1 + h_2(\beta - 1)$$

De los valores de h_1 y de h_2 se ha establecido una tabla en función de la relación $l(2)/l_s(2)$, lo que en la práctica significa de $l(2)$, puesto que $l_s(2)$ es constante.

Esta relación puede utilizarse, según los datos que se conozcan con precisión, para verificar la estimación de β a partir de la de d , o a la inversa.

6. Aplicaciones prácticas

Se puede, pues, analizar la composición por edad de una población de la siguiente manera:

- Evaluación de $l(2)$ y de $l(27)$ y cálculo de las relaciones de

$$k = \frac{l(2)}{l_s(2)} \quad \text{y de} \quad d = \frac{1}{27} \left[\text{Log} \frac{l(2)}{l_s(2)} - \text{Log} \frac{l(27)}{l_s(27)} \right]$$

o evaluación de \underline{d} a partir de $h_1 + h_2(b-1)$.

- Comparación de la composición acumulada de la población por debajo de las diferentes edades con la serie de poblaciones modelo acumuladas (con interpolación lineal).

Para cada una de las edades consideradas se tiene una tasa de natalidad, una tasa bruta de reproducción y una tasa de crecimiento para la población modelo; se deducen las de la población estudiada mediante las fórmulas

$$b = \frac{b_s}{k} \quad R_B = \frac{R_{B_s}}{k} \quad r = r_s - d$$

La tasa de mortalidad se obtiene por diferencia: $d = b - r$

Si las estimaciones de las tasas obtenidas para las diferentes edades se alejan demasiado unas de otras, se debería a que habría habido errores sistemáticos importantes en la evaluación de las edades. Habrá que interpretar tales diferencias teniendo en cuenta los demás elementos disponibles. Para este ajuste no existe un método automático.

¿Cuál es el valor de este método? Se puede decir que es tanto más preciso cuanto más importante es la tasa de crecimiento y cuanto más se acerca β a 1. (Los desvíos son mayores cuando β es superior a 1 que cuando es inferior).

Es lo que indica el cuadro 8.

Cuadro 8

DISTRIBUCION ACUMULADA DE LAS POBLACIONES POR DEBAJO DE DIFERENTES EDADES
SEGUN LA TASA DE CRECIMIENTO NATURAL;
COEFICIENTE β Y NIVEL DE MORTALIDAD

Número de personas de edad inferior a una edad dada en un total de 1 000 personas												
β	1(2)	Edades	5	10	15	20	25	30	35	45	55	65
Tasa de crecimiento de la población modelo: 30 por mil												
Población modelo												
1 - 0	0.807		187	340	468	576	666	740	800	890	947	980
Otras poblaciones												
1 - 0	0.873		184	337	464	571	660	734	794	884	943	978
1 - 0	0.606		196	346	474	583	672	746	806	896	952	983
0 - 7	0.550		193	341	466	571	659	731	791	881	939	975
1 - 5	0.838		192	349	483	596	689	765	826	914	966	991
Tasa de crecimiento de la población modelo: 10 por mil												
Población modelo												
1 - 0	0.807		123	232	334	428	514	593	664	787	883	950
Otras poblaciones												
1 - 0	0.873		120	228	328	421	506	584	654	776	873	943
1 - 0	0.606		129	238	340	436	524	603	675	798	892	956
0 - 7	0.550		124	229	326	417	501	577	647	767	864	936
1 - 5	0.838		130	247	357	459	552	636	711	835	924	976

Por lo menos en las edades inferiores, estas divergencias no son muy grandes comparadas con los efectos debidos a la evaluación incorrecta de las edades (salvo quizá para la última línea).

7. Ejemplo: aplicación a la población del Volta Superior

(El ajuste se hizo para el total de la población, por una parte; y para los 3 estratos más importantes, por la otra: Mossis, grupos del Occidente y Peuls. Salvo indicación en contrario, todo lo que sigue se aplica a los datos relativos al conjunto de la población).

a) Ajuste de la fecundidad (Véase el número 1 anterior)

La relación B/A se aproxima bastante a 1 para los grupos de mujeres de edad 20-24 y 25-29.

La tasa de natalidad se evalúa en 48.6 por mil (en vez del 49.1 por mil observado) y la fecundidad total en 6.29, lo que da una tasa bruta de reproducción de 3.1.

b) Ajuste de la mortalidad (Véase el número 2 anterior)

La corrección que hay que introducir en este caso es mucho más importante. El excedente de los cocientes ajustados con respecto a los observados va de 27 por ciento (para 1 por ciento) a 19 por ciento (para 20 por ciento). La cifra real ha de encontrarse entre estos dos límites.

La tasa bruta de mortalidad observada es de 30.5 por mil; por consiguiente, la cifra estimada debe encontrarse entre 35.1 y 38.7 por mil, o sea, en promedio 36.9 por mil.

c) Evaluación de $l(2)$ y del coeficiente β

- $l(2)$. Se calculan los logits de $l(2)$, $l(3)$ y $l(5)$ estimados, y después, las diferencias entre estos logits y los de la tabla modelo. La media de estos últimos se toma como estimación de la diferencia entre $y(2)$ y $y_s(2)$, lo que da una estimación $\hat{l}(2)$ (= 0.660).

- En seguida se han elaborado dos tablas de mortalidad correspondientes respectivamente a una sobrevaluación de 15 por ciento y de 27 por ciento de los datos observados.

- A partir de cada una de estas tablas, se ha calculado un valor del coeficiente β de la manera siguiente:

Se parte de la media de los logits de las tasas de supervivencia a las edades 20, 30, 40, 50 y 60 (que se designan por \bar{y})

β se estima partiendo de la fórmula

$$\beta = \frac{\bar{y} - y_s(5)}{y_s - y_s(5)}$$

donde Y_s designa los logits de la tabla modelo.

Se obtienen los siguientes resultados:

- Para una corrección de + 15 por ciento $\beta = 0.82$
- Para una corrección de + 27 por ciento $\beta = 1.02$

El promedio de estos dos valores, es decir, 0.92, se tomará como la estimación más probable. De acuerdo con lo que antes se ha dicho, es un valor muy favorable para el ajuste de una población estable.

Cada uno de los tres valores de β (bajo, medio y alto), que corresponde a una estimación dada del nivel de la mortalidad, permite establecer una tabla de supervivencia teórica. Esta tabla de supervivencia permite evaluar $l(27)$ y, por lo tanto, calcular $d = r_s - r$, diferencia entre la tasa de crecimiento de la población modelo y la de la población del Volta Superior.

Para β medio, d es igual más o menos a 6.4 por mil.

d) Ajuste

El ajuste se hace partiendo de la composición por edad de la parte femenina de la población, pues, por una parte, esta última interviene sola en el cálculo de la fecundidad, y por la otra, está poco expuesta a los efectos de los movimientos migratorios.

Recordemos que los datos se presentan en forma acumulada, como aparecen en el cuadro 9.

Cuadro 9

PROPORCIONES POR 1 000 MUJERES MENORES DE UNA EDAD DADA
(Volta Superior)

5 años	10 años	15 años	20 años	25 años	30 años	35 años	45 años	55 años
171	313	388	462	558	655	729	851	926

En seguida se compara cada uno de los elementos de este cuadro con la línea correspondiente del cuadro 7 y, procediendo por extrapolación lineal, se obtienen las características de la población modelo que tiene la misma proporción de personas menores de la edad considerada: tasa de crecimiento, tasa de natalidad, tasa de mortalidad y, como se conoce la estructura de la fecundidad, tasa bruta de reproducción.

Se ha visto que si β no se aleja demasiado de 1 (como ocurre aquí), la composición de la población estudiada será la misma que la de una población modelo en la que el número de nacimientos sea igual a

$$B \cdot k = \beta \frac{l_s(2)}{l(2)}$$

y cuya tasa de crecimiento sea igual a $r_s = r+d$.

Por lo tanto, las tasas correspondientes a la estructura por edad de la población se obtendrán:

- Por una parte, multiplicando la tasa de natalidad modelo y la tasa bruta modelo de reproducción por $1/k = \frac{l_s(2)}{l(2)}$

$$\text{siendo aquí } \frac{l_s(2)}{l(2)} = \frac{0.807}{0.660} = 1.22$$

- Por otra parte, restando de la tasa modelo de crecimiento la cantidad d , que aquí es igual aproximadamente a 6.4 por mil.

La tasa de mortalidad se obtiene por diferencia entre la de natalidad y la de crecimiento natural.

En el cuadro 10 se dan las tasas deducidas de la composición acumulada por edad de la población del Volta Superior (conjunto de pueblos).

Cuadro 10

TASAS DEMOGRAFICAS DE LA POBLACION DEL VOLTA SUPERIOR

Límite superior de edad	5	10	15	20	25	30	35	45	55
Tasa de natalidad	55.2	55.8	47.5	43.5	45.0	48.0	48.9	52.2	52.5
Tasa de mortalidad	36.6	36.7	35.2	34.7	34.9	35.3	35.4	36.0	36.0
Tasa de crecimiento	18.6	19.1	12.3	8.8	10.1	12.7	13.5	16.2	16.5
Reproducción bruta	3.62	3.66	3.05	2.78	2.88	3.10	3.15	3.39	3.42

El examen de esta serie de cifras muestra que las tasas, partiendo de un nivel bastante elevado, aumentan primero ligeramente, decrecen rápidamente en seguida (entre 10 y 20 años), y luego ascienden, primero rápidamente y luego lentamente, a partir de esta edad. Esto puede explicarse por errores acerca de la evaluación de las edades: sobrevaluación apreciable de los menores de 5 años y un poco más importante de 5 a 10. Luego, bruscamente, subevaluación muy importante de las mujeres de 10 a 20 años, compensada por una nueva sobrevaluación de las mujeres menores de 20.

Puede estimarse a priori que nos encontramos cerca del verdadero valor, por una parte alrededor de los 15 años, en donde se produce una primera compensación; y por la otra, hacia los 45 años, en donde las tasas se estabilizan.

Tomemos la media de las cifras en estas dos edades: se obtiene una serie de estimaciones que se pueden comparar con las obtenidas en otra forma (mediante los ajustes I y II).

Cuadro 11.

COMPARACION DE ESTIMACIONES

Características	Estimación basada en la composición según la edad (III)	Estimaciones directas (I y II)
Tasa de natalidad	49.8 ‰	48.6 ‰
Tasa de mortalidad	35,7‰	$\left\{ \begin{array}{l} 35.1 \\ 38.7 \end{array} \right. m = 36.9 \text{ ‰}$
Tasa de crecimiento	14,1‰	$\left\{ \begin{array}{l} 13.5 \\ 9.9 \end{array} \right. m = 11.7 \text{ ‰}$
Tasa bruta de reproducción	3.22	3.1

La concordancia entre las dos series de cifras, en términos generales, es bastante buena.

En el cuadro 12 aparecen los ajustes correspondientes para los principales grupos étnicos y las estimaciones que, según opinión de BRASS y teniendo en cuenta los elementos del problema, habría que aceptar como finales.

Cuadro 12

COMPOSICION DE UNA POBLACION ESTABLE AJUSTADA A LA POBLACION FEMENINA DEL VOLTA SUPERIOR

Tasas	Estimación III	Estimaciones I y II	Estimaciones finales								
Conjunto del Volta Superior											
Natalidad	49.8	48.6	49.0								
Mortalidad	35.7	<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">{</td> <td style="border: none;">35.1</td> <td style="border: none;">36.9</td> <td style="border: none;">35.0</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">}</td> <td style="border: none;">38.9</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	{	35.1	36.9	35.0	}	38.9			
{	35.1	36.9	35.0								
}	38.9										
Crecimiento	14.1	<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">{</td> <td style="border: none;">13.5</td> <td style="border: none;">11.7</td> <td style="border: none;">14.0</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">}</td> <td style="border: none;">9.9</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	{	13.5	11.7	14.0	}	9.9			
{	13.5	11.7	14.0								
}	9.9										
Tasa bruta de reproducción	3.22	3.1	3.1								
Tasa neta de reproducción	-	-	1.45								
Mosis											
Natalidad	50.4	49.7	50.0								
Mortalidad	38.3	<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">{</td> <td style="border: none;">37.3</td> <td style="border: none;">39.0</td> <td style="border: none;">38.0</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">}</td> <td style="border: none;">40.6</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	{	37.3	39.0	38.0	}	40.6			
{	37.3	39.0	38.0								
}	40.6										
Crecimiento	11.6	<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">{</td> <td style="border: none;">12.4</td> <td style="border: none;">10.7</td> <td style="border: none;">12.0</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">}</td> <td style="border: none;">9.1</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	{	12.4	10.7	12.0	}	9.1			
{	12.4	10.7	12.0								
}	9.1										
Tasa bruta de reproducción	3.28	3.4	6.7								
Tasa neta de reproducción	-	-	3.3								
Grupos del Oeste											
Natalidad	46.1	45.7	46								
Mortalidad	30.4	<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">{</td> <td style="border: none;">32.7</td> <td style="border: none;">34.3</td> <td style="border: none;">30</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">}</td> <td style="border: none;">35.9</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	{	32.7	34.3	30	}	35.9			
{	32.7	34.3	30								
}	35.9										
Crecimiento	15.7	<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">{</td> <td style="border: none;">13.0</td> <td style="border: none;">11.4</td> <td style="border: none;">16</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">}</td> <td style="border: none;">9.8</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	{	13.0	11.4	16	}	9.8			
{	13.0	11.4	16								
}	9.8										
Tasa bruta de reproducción	2.95	2.7	2.9								
Tasa neta de reproducción	-	-	1.53								

Cuadro 12 (continuación)

Tasas	Estimación III	Estimaciones I y II	Estimaciones finales						
	Peuls								
Natalidad	40.6	42.4	42						
Mortalidad	22.4	<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="font-size: 2em;">{</td> <td>24.6</td> </tr> <tr> <td></td> <td>25.1</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 2em;">}</td> <td>25.5</td> </tr> </table>	{	24.6		25.1	}	25.5	23
{	24.6								
	25.1								
}	25.5								
Crecimiento	18.2	<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="font-size: 2em;">{</td> <td>17.8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>17.3</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 2em;">}</td> <td>16.9</td> </tr> </table>	{	17.8		17.3	}	16.9	19
{	17.8								
	17.3								
}	16.9								
Tasa bruta de reproducción	2.66	2.8	2.7						
Tasa neta de reproducción	-	-	1.70						

