

CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFIA

SAO TOMÉ E PRINCIPE

ESTIMACIÓN DE ALGUNOS INDICADORES DEMOGRÁFICOS A PARTIR DE
LA DISTRIBUCIÓN DE LAS DEFUNCIONES Y EL MODELO DE POBLACIÓN
ESTABLE, 1970

VICENTE MEDINA

ERNESTINA CASTELO DAVID

ARMILINDA PEREIRA

CELADE - SISTEMA DOCPAL
DOCUMENTACION
SOBRE POBLACION EN
AMERICA LATINA

SAN JOSÉ, COSTA RICA, DICIEMBRE 1982

INTRODUCCION

El objeto de este trabajo es establecer los niveles de la mortalidad y la estructura de la población, para el país de SAO TOMÉ E PRÍNCIPE en el año de 1970.

El material disponible consiste en nacimientos registrados totales y defunciones registrados por grupos de edades y sexo, cuadro 1.

Como puede observarse falta un elemento necesario para hacer un análisis detallado: la población por grupos de edades y sexo.

En el año de 1970 se levantó un censo de población en este país, y por esta razón se centrará el estudio demográfico alrededor de este año, para posteriormente comparar los resultados obtenidos en este trabajo, con un trabajo en el cual se utilice la población.

Cabe señalar que en la elaboración de este trabajo se tomarón en cuenta los principios generales propuestos por Brass.^{a/}

a/ Brass, William. Seminario sobre métodos para medir variables demográficas

CUADRO 1

SÃO. TOMÉ E PRINCÍPE : NACIMIENTOS REGISTRADOS TOTALES Y DEFUNCIÓNES REGISTRADOS POR GRUPOS DE EDADES Y SEXO: 1958, 1966-1971, 1978

	1958		1960		1967		1968		1969	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
TOTAL	7 767	687	567	551	448	399	517	463	490	457
Menos de 1	211	185	143	131	135	130	123	128	132	129
1 - 4	245	227	159	171	114	89	131	116	105	112
5 - 9	14	17	20	22	16	11	24	20	21	22
10 - 14	4	8	4	5	1	6	3	5	7	5
15 - 19	14	9	4	3	2	2	7	5	8	2
20 - 24	24	22	12	8	7	6	5	2	4	5
25 - 29	27	17	12	9	8	9	11	4	3	5
30 - 34	17	14	14	14	7	10	4	9	10	5
35 - 39	18	12	6	11	9	7	12	6	12	11
40 - 44	15	13	29	12	9	3	8	11	10	9
45 - 49	23	11	9	9	15	12	16	10	14	11
50 - 54	16	12	24	11	14	6	14	6	17	14
55 - 59	27	20	21	9	14	13	13	10	24	12
60 - 64	18	11	20	14	19	17	26	14	18	13
65 - 69	13	20	18	18	16	12	33	16	25	24
70 - 74	12	23	19	27	16	15	23	25	25	15
75 - 79	12	18	50	73	41	50	18	24	23	16
80 - 84	8	20					17	20	13	21
85 y. más	10	15					19	27	17	18
Ignorada	33	13	3	4	5	1	10	5	2	8
NACIMIENTOS			3144		3179		3170		3179	

FUENTES: ANUARIO DEMOGRAFICO DE LAS NACIONES UNIDAS: 1965, 1974, 1979

(continuación)

San Tomé e Príncipe: Nacimientos registrados totales y defunciones registrados por grupos de edades y sexo, 1958, 1966-1971, 1978

	1970		1971		1978				
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres			
TOTAL	472	449	448	411	415	385			
Menos de 1	115	113	102	97	86	87			
1 - 4	116	134	92	96	63	60			
5 - 9	20	12	15	9	10	8			
10 - 14	4	1	3	5	7	2			
15 - 19	6	1	7	7	7	4			
20 - 24	1	2	4	1	6	2			
25 - 29	8	2	8	5	9	10			
30 - 34	9	7	10	5	4	4			
35 - 39	10	11	16	5	4	6			
40 - 44	8	5	11	8	11	9			
45 - 49	14	6	7	5	15	6			
50 - 54	8	3	11	11	18	15			
55 - 59	15	10	20	9	17	8			
60 - 64	27	18	19	21	19	15			
65 - 69	19	20	22	22	19	20			
70 - 74	28	19	20	20	25	32			
75 - 79	26	27	28	24	32	22			
80 - 84	13	18	13	23	42	57			
85 y más	21	23	27	28					
Ignorada	4	12	13	10	21	18			
Nacimientos	3274		3275		3479				

Fuente: Anuario Demográfico de las Naciones Unidas. 1965, 1974, 1979

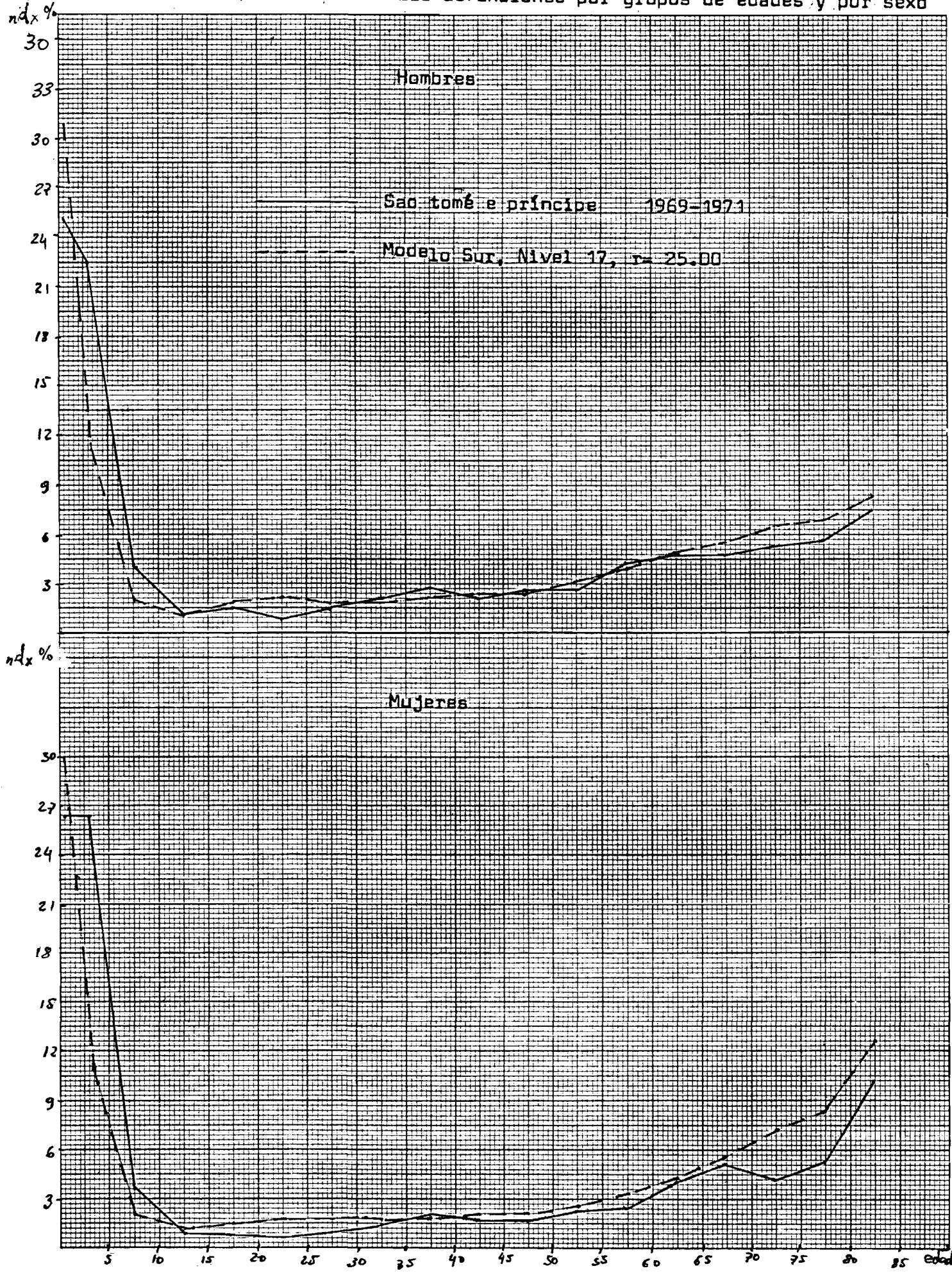
Defunciones por grupos de edades y, por sexo, promedio y distribución porcentual



Grupos de edades	Hombres					Mujeres				
	1969	1970	1971	Promedio	Distrib.%	1969	1970	1971	Promedio	Distrib.%
TOTAL	490	472	498	470	100.00	457	449	411	439	100.00
0	132	115	102	118	25.09	129	113	97	116	26.34
1-4	105	116	92	105	22.50	112	134	96	117	26.56
5-9	21	20	15	19	4.03	22	11	9	16	3.73
10-14	7	4	3	5	1.01	5	1	5	4	.85
15-19	8	6	7	7	1.51	2	1	7	3	.78
20-24	4	1	4	3	.65	5	2	1	3	.62
25-29	3	8	8	6	1.37	5	2	5	4	.93
30-34	10	9	10	10	2.09	5	7	5	6	1.32
35-39	12	10	16	13	2.73	11	11	5	9	2.10
40-44	10	8	11	10	2.08	9	5	8	7	1.71
45-49	14	14	7	12	2.52	11	6	5	7	1.71
50-54	17	8	11	12	2.59	14	3	11	10	2.18
55-59	24	15	20	20	4.24	12	10	9	11	2.41
60-64	18	27	19	22	4.60	13	18	21	18	4.04
65-69	25	19	22	22	4.74	24	20	22	22	5.13
70-74	25	28	20	25	5.25	15	19	20	18	4.20
75-79	23	26	28	26	5.54	16	27	24	23	5.21
80-84	13	13	13	13	2.80	21	18	23	21	4.82
85 y +	17	21	27	22	4.67	18	23	28	24	5.36
Ignorado	2	4	13			8	12	10		

Fuente: Cuadro I

Distribución porcentual de las defunciones por grupos de edades y por sexo



METODOLOGIA

Se promediaron las defunciones por grupos de edad y por sexo y se calculó la distribución porcentual del promedio de los años 1969-1971. Cuadro 2.

Se calculó para ambos sexos la proporción de las defunciones de 65 años y más sobre las defunciones de 5 años y más, la proporción de las defunciones de 50 años y más sobre las defunciones de 5 años y más, las defunciones de 30 años y más sobre las defunciones de 5 años y más. Los datos así obtenidos se compararon con el Modelo Regional de Tablas de Vida y Poblaciones Estables de Coale y Demeni y se encontró que estos datos corresponderían aproximadamente al Modelo Sur; al nivel 16 con una tasa de crecimiento $r= 20.00$ ó al nivel 17 con una tasa de crecimiento $r= 25.00$.

Cuadro 3

Proporción de defunciones de 30 años, 50 años y más, 65 años y más con respecto a las defunciones de 5 años y más.

	Hombres			Mujeres		
	Observados 1970	Nivel 16 $r= 20$	Nivel 17 $r= 25$	Observados 1970	Nivel 16 $r= 20$	Nivel 17 $r= 25$
Defunciones (30+/5+)	.837	.834	.822	.853	.824	.834
Defunciones (50+/5+)	.657	.671	.656	.708	.708	.697
Defunciones (65+/5+)	.439	.455	.442	.525	.537	.529

Fuente: Cuadro 2 y Regional model life Tables and Stable Populations.

Al comparar la distribución de las defunciones reales con las teoricas se observó que son similares con el modelo Sur pero tambien se observa que en las defunciones de menores de 5 años existen algunas diferencias, que pareciera son debidas a omisión o mala declaración de la edad al morir de los niños menores de un año, se observó que estas diferencias son sistematicas, al menos en la informacion que se dispone.

Se observa que la distribución por edad de las defunciones son semejantes a las de un modelo de población estable, y por esta razón se procedió a aplicar la teoria de las poblaciones estables a la información disponible.

Primer método

El primer método aplicado es el que se deduce de la relación:

$$p(a) = 1 - \frac{\int_0^a d(a) e^{ra} da}{\int_0^w d(a) e^{ra} da} \quad \underline{b/}$$

b/ Ortega, António, "Aplicaciones del modelo de población maltusiana propuesto por Bourgeois-Pichat", Notas de Población, Agosto 1975, pag. 71-73, Vol 8

Esta relación para el caso discreto puede representarse como:

$$p(a) = 1 - \frac{\sum_{x=0.5}^{x=a} d(x) e^{rx}}{\sum_{x=0.5}^{x=w} d(x) e^{rx}} \quad x = 0.5, 3.0, 7.5, 12.5, \dots$$

donde:

r : es la tasa de crecimiento natural

$d(x)$: son las defunciones ocurridas en el intervalos de edades $x, x+n$

$p(a)$: es la población estacionaria de edad a

El desarrollo completo del método puede verse en el cuadro 9

Segundo método

El segundo método se basa en la relación

$$d(a) = \frac{b}{d} d'(a) e^{-ra}$$

c/

donde :

a = edad central del intervalo

$d(a)$ = proporción de defunciones observadas

$d'(a)$ = proporción de defunciones en la población estacionaria

c/ Bourgeois-Pichat, El concepto de población estable:

Aplicación al estudio de la población de países que no tienen buenas estadísticas demográficas,

Multiplicando por $1/d'(a)$ ambos miembros de la relación obtenemos:

$$\frac{d(a)}{d'(a)} = \frac{b}{d} + e^{-ra}$$

aplicando logaritmos naturales a ambos miembros

$$\ln (d(a)/d'(a)) = \ln \frac{b}{d} - ra$$

si:

$$Y = \ln (d(a)/d'(a))$$

$$A = \ln (b/d)$$

$$B = -r$$

$$X = a$$

entonces tendremos la recta

$$Y = A + BX$$

que es una recta que podemos ajustar por el método de mínimos cuadrados.

El desarrollo completo del método podemos verlo en el cuadro 11.

Se aplicó el primer método a la distribución de las defunciones totales (hombres y mujeres) para el año de 1958, el promedio de los años 1969, 1970, 1971 y el año de 1978, utilizando 3 diferentes valores para r : (0.020, 0.025, 0.030), así se obtuvieron tres tablas de vida diferentes para cada uno de los 4 años de observación, los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 4.

De esta información se tomó la esperanza de vida al nacimiento (e_0^0) y se graficó, con el fin de observar la evolución de la mortalidad.

en el tiempo (ver grafico 2), se observa que la esperanza de vida al nacimiento ha tenido una ganancia de al menos de 20 años en el período de 1958 a 1978 o sea en promedio una ganancia en la esperanza de un año por cada año transcurrido.

Y para 1970 tendremos que $e_0^{(M)}$ se encuentra entre un valor mínimo de 52.14 años y un valor máximo de 61.47 años.

Cuadro 4.1
 Distribución de las defunciones totales (p(a)) población estacionaria (p(a)), tiempo vivido (La)
 y esperanza de vida al nacimiento (e₀) 1958

		1958								
Grupos de edades	Edad mediana	Distribución de las defunciones	r = 0,020		r = 0,025		r = 0,030			
			P(a)	nLa	P(a)	nLa	P(a)	nLa		
a, a+n-1	\bar{x}	nda								
0	0,5	0,28125	1,00000	0,90936	1,00000	0,92591	1,00000	0,94098		
1-4	3,0	0,33523	0,83824	2,84211	0,86755	3,04739	0,89433	3,22634		
5-9	7,5	0,02202	0,63555	3,14136	0,69951	3,46665	0,75857	3,76734		
10-14	12,5	0,00852	0,62099	3,08937	0,68715	3,42223	0,74837	3,73036		
15-19	17,5	0,01634	0,61476	3,04079	0,68174	3,37926	0,74378	3,69333		
20-24	22,5	0,03267	0,60156	2,93485	0,66997	3,28318	0,73356	3,60841		
25-29	27,5	0,03125	0,57238	2,78481	0,64330	3,14426	0,70981	3,48305		
30-34	32,5	0,02202	0,54154	2,64767	0,61440	3,01431	0,68341	3,36306		
35-39	37,5	0,02131	0,51753	2,52343	0,59132	2,89336	0,66181	3,24832		
40-44	42,5	0,01989	0,49184	2,39297	0,56602	2,76320	0,63752	3,12174		
45-49	47,5	0,02415	0,46535	2,23786	0,53926	2,60424	0,61118	2,96299		
50-54	52,5	0,01989	0,42979	2,06808	0,50244	2,42627	0,57402	2,78120		
55-59	57,5	0,03338	0,39744	1,83710	0,46807	2,17696	0,53896	2,51895		
60-64	62,5	0,02060	0,33741	1,58469	0,40271	1,89932	0,46912	2,22132		
65-69	67,5	0,02344	0,29647	1,35366	0,35701	1,63776	0,41941	1,93275		
70-74	72,5	0,02912	0,24499	1,04824	0,29809	1,28304	0,35369	1,53128		
75-79	77,5	0,02131	0,17430	0,72862	0,21513	0,90369	0,25882	1,09249		
80-84	82,5	0,01989	0,11714	0,43831	0,14635	0,54986	0,17817	0,67223		
85 y más	87,5	0,01776	0,05818	0,21904	0,07360	0,28460	0,09072	0,35904		
			e ₀ = 37,82		e ₀ = 43,11		e ₀ = 48,27			

Cuadro. 4.2
(continuación)

1967										
Grupos de edades	Edad mediana	distribución de las de funciones	$\gamma = 0,020$		$\gamma = 0,025$		$\gamma = 0,030$			
			$a, a+n-1$	\bar{x}	nLa	$P(a)$	nLa	$P(a)$	nLa	$P(a)$
0	0,5	0,27083		1,00000	0,92310	1,00000	0,93955	1,00000	0,95354	
1-4	3,0	0,26740		0,86620	3,10609	0,89465	3,29306	0,91888	3,45323	
5-9	7,5	0,03874		0,72735	3,58152	0,78392	3,87474	0,83255	4,12695	
10-14	12,5	0,00823		0,70530	3,51357	0,76597	3,81906	0,81823	4,08233	
15-19	17,5	0,00788		0,70073	3,48697	0,76165	3,79653	0,81470	4,06367	
20-24	22,5	0,01371		0,69466	3,44699	0,75696	3,76169	0,81077	4,03397	
25-29	27,5	0,01817		0,68414	3,38218	0,74771	3,70382	0,80282	3,98352	
30-34	32,5	0,01988		0,66873	3,29709	0,73383	3,62613	0,79059	3,91405	
35-39	37,5	0,01748		0,65010	3,20525	0,71662	3,54022	0,77503	3,83543	
40-44	42,5	0,02468		0,63200	3,08937	0,69947	3,42874	0,75914	3,73055	
45-49	47,5	0,02434		0,60375	2,94179	0,67203	3,28350	0,73308	3,59073	
50-54	52,5	0,02571		0,57295	2,77498	0,64137	3,11510	0,70322	3,42445	
55-59	57,5	0,02743		0,53703	2,57922	0,60467	2,91246	0,66657	3,21928	
60-64	62,5	0,03771		0,49466	2,31235	0,56031	2,62878	0,62115	2,92434	
65-69	67,5	0,03874		0,43028	1,96866	0,49120	2,25482	0,54859	2,52645	
70-74	72,5	0,04285		0,35719	1,56253	0,41075	1,80163	0,46199	2,03170	
75 y más	77,5	0,11622		0,26783	1,99229	0,30990	2,39944	0,35069	2,81850	
				$e_0 = 47,16$		$e_0 = 52,18$		$e_0 = 56,71$		

Cuadro 4.3
(Continuación)

Grupos de Edades	1970									
	Edad mediana	distribución de las defunciones	$r = 0,020$		$r = 0,025$		$r = 0,030$			
			$P(a)$	nLa	$P(a)$	nLa	$P(a)$	nLa		
0	0,5	0,25715	1,00000	0,93369	1,00000	0,94947	1,00000	0,96238		
1-4	3,0	0,24530	0,88518	3,24208	0,91235	3,41895	0,93462	3,56468		
5-9	7,5	0,03880	0,77003	3,80033	0,82336	4,07740	0,86740	4,30659		
10-14	12,5	0,00930	0,75010	3,73731	0,80760	4,02732	0,85523	4,26770		
15-19	17,5	0,01145	0,74482	3,70615	0,80332	4,00170	0,85184	4,24710		
20-24	22,5	0,00635	0,73764	3,67719	0,79736	3,97740	0,84700	4,22718		
25-29	27,5	0,01150	0,73324	3,64415	0,79360	3,94877	0,84287	4,20294		
30-34	32,5	0,01700	0,72442	3,58613	0,78591	3,89729	0,83730	4,15829		
35-39	37,5	0,02415	0,71003	3,49364	0,77301	3,81316	0,82601	4,08349		
40-44	42,5	0,01895	0,68743	3,38814	0,75225	3,71512	0,80738	3,99446		
45-49	47,5	0,02115	0,66783	3,27869	0,73380	3,61062	0,79040	3,89693		
50-54	52,5	0,02385	0,64365	3,14293	0,71045	3,47770	0,76837	3,76974		
55-59	57,5	0,03325	0,61352	2,98155	0,68063	3,28583	0,73952	3,58075		
60-64	62,5	0,04320	0,56710	2,66885	0,63351	2,99410	0,69278	3,28753		
65-69	67,5	0,04935	0,50044	2,29181	0,56413	2,59618	0,62223	2,87706		
70-74	72,5	0,04725	0,41628	1,85980	0,47434	2,12811	0,52859	2,38256		
75-79	77,5	0,05375	0,32724	1,35630	0,37691	1,57059	0,42443	1,77798		
80-84	82,5	0,03810	0,21528	0,85716	0,25133	1,00445	0,28676	1,15037		
85+	87,5	0,05015	0,12758	0,52382	0,15045	0,62851	0,17339	0,73498		

$e_0 = 52,14$

$e_0 = 57,12$

$e_0 = 61,47$

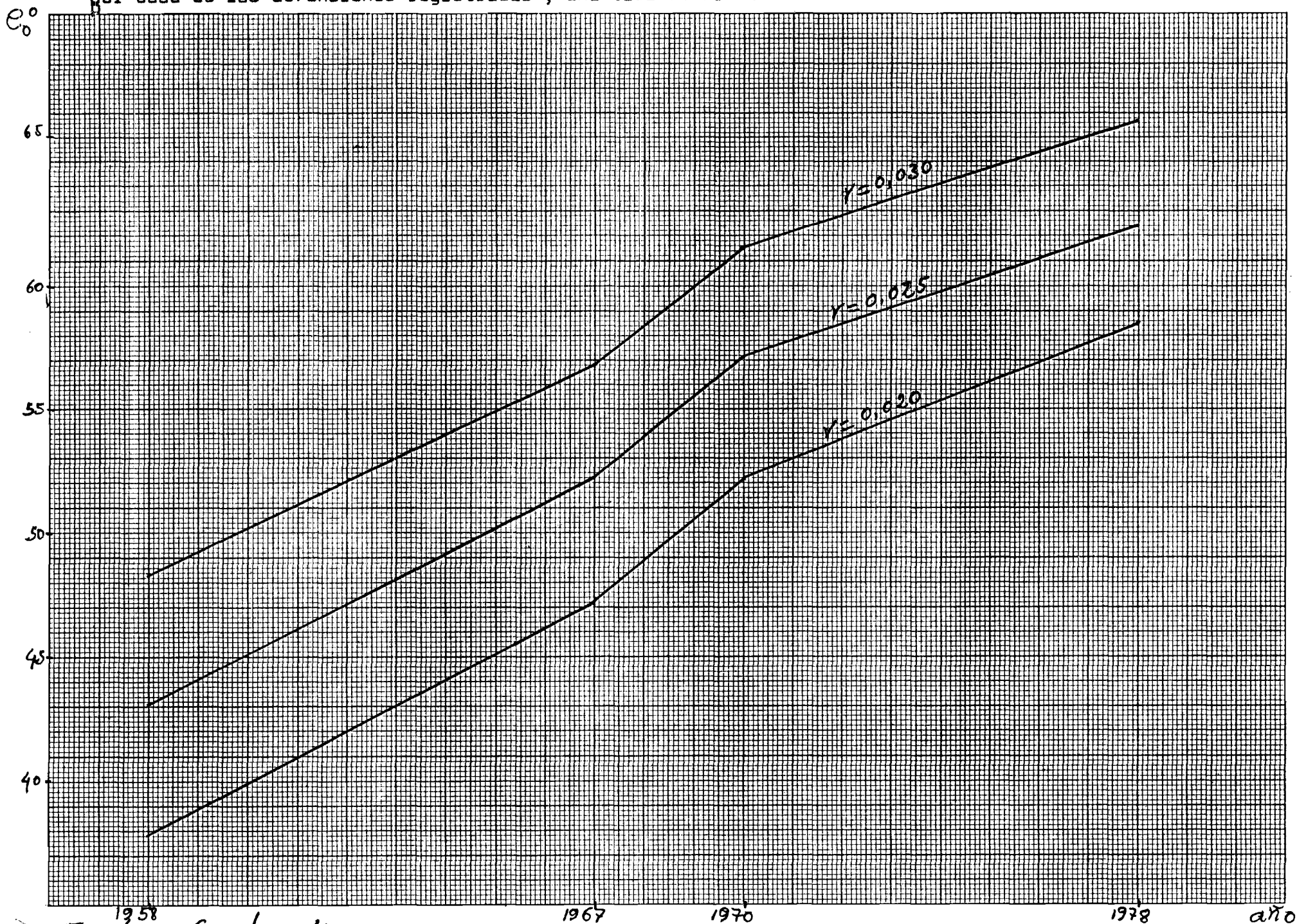
Cuadro 4.4
(continuación)

		1978									
Grupos de edades	Edad mediana	distribución de las de funciones	$r = 0,020$		$r = 0,025$		$r = 0,030$				
			$P(a)$	nLa	$P(a)$	nLa	$P(a)$	nLa			
$a, a+n-1$	\bar{x}										
0	0,5	0,22733	1,00000	0,94710	1,00000	0,96023	1,00000	0,97134			
1-4	3,0	0,16163	0,91227	3,47360	0,93475	3,60698	0,95230	3,71161			
5-9	7,5	0,02365	0,84670	4,20723	0,82536	4,40658	0,91574	4,56341			
10-14	12,5	0,01183	0,83620	4,16698	0,87227	4,37490	0,90962	4,53921			
15-19	17,5	0,01445	0,83039	4,13238	0,87269	4,34752	0,90606	4,51769			
20-24	22,5	0,01051	0,82256	4,09704	0,86634	4,31864	0,90101	4,49439			
25-29	27,5	0,02497	0,81626	4,03996	0,86111	4,27037	0,89674	4,45428			
30-34	32,5	0,01051	0,79972	3,97939	0,84704	4,21840	0,88497	4,41094			
35-39	37,5	0,01314	0,79203	3,93358	0,84032	4,17783	0,87921	4,37512			
40-44	42,5	0,02628	0,78140	3,84828	0,83081	4,10015	0,87084	4,30560			
45-49	47,5	0,02760	0,75791	3,72139	0,80925	3,98213	0,85140	4,19770			
50-54	52,5	0,04336	0,73065	3,53487	0,78360	3,80383	0,82768	4,03016			
55-59	57,5	0,03285	0,68330	3,31740	0,73793	3,59163	0,78438	3,82662			
60-64	62,5	0,04468	0,64366	3,06935	0,69872	3,34255	0,74627	3,58079			
65-69	67,5	0,05125	0,58408	2,73157	0,63830	2,99516	0,68605	3,22960			
70-74	72,5	0,07490	0,50855	2,23774	0,55976	2,47365	0,60579	2,68825			
75-79	77,5	0,07096	0,38655	1,61339	0,42970	1,79941	0,46951	1,97255			
80 y más	82,5	0,13009	0,25881	1,38272	0,29007	1,60638	0,31951	1,82821			
			$e_0 = 58,43$		$e_0 = 62,38$		$e_0 = 65,70$				

Fuente Cuadro J

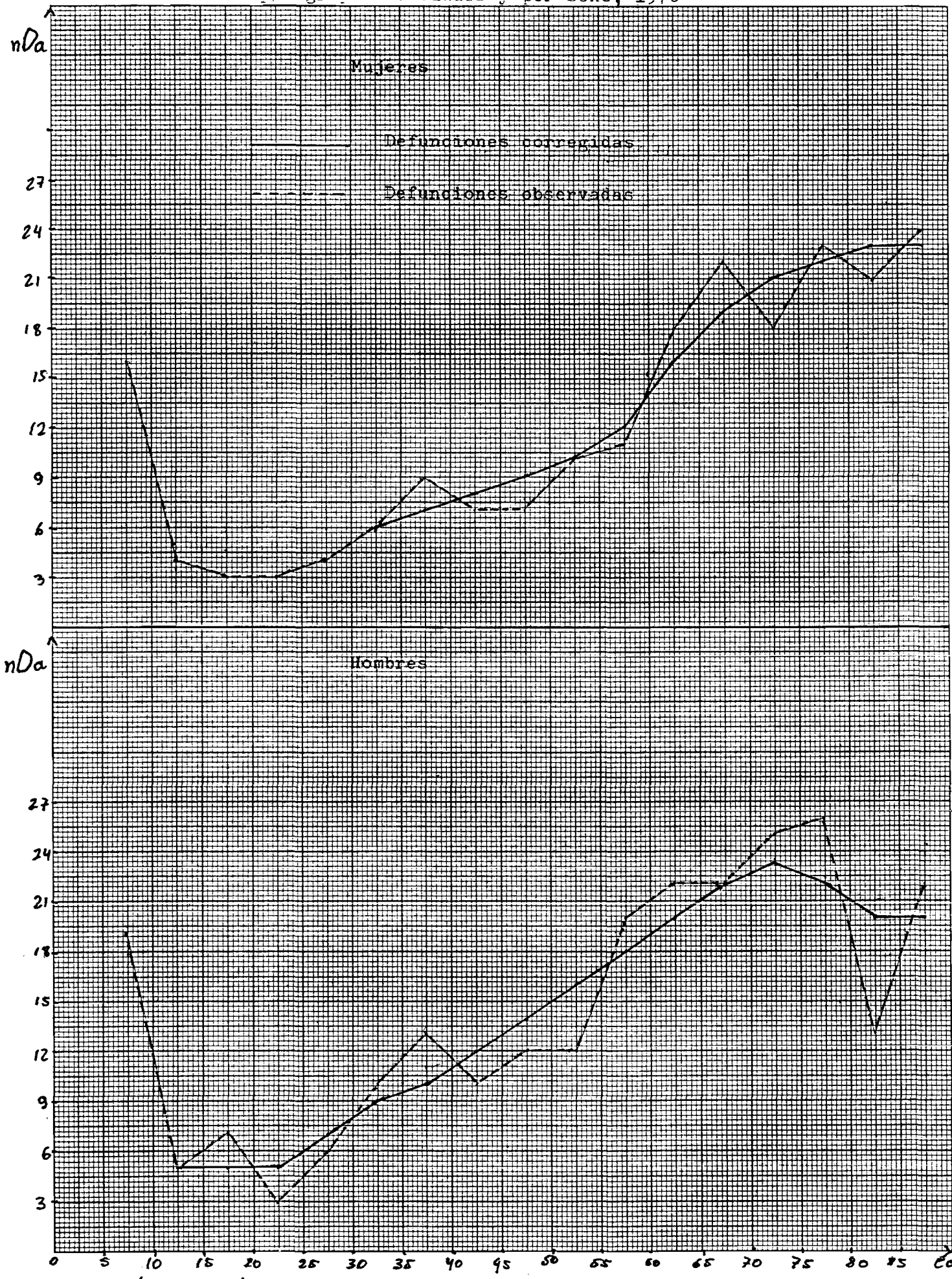
Gráfico 2

Sao Tomé e Príncipe: Esperanza de vida al nacimiento (e_0^0), calculada a partir de la distribución, por edad de las defunciones registradas y una tasa de crecimiento r .



Fuente: Cuadro 4

Gráfico 3
Defunciones por grupos de edades y por sexo, 1970



Fuente: Cuadro 2

Cuadro 5

Distribución de las defunciones totales corregidas (nda), población estacionaria (p(a)), tiempo vivido (nLa) y esperanza de vida al nacimiento 1970

Grupos de edades $a, a+n-1$	Edad mediana \bar{x}	Distribución de las defunciones nda	$r=0,020$		$r=0,025$		$r=0,030$	
			$P(a)$	nLa	$P(a)$	nLa	$P(a)$	nLa
TOTAL			$C_0 = 52.14$		$C_0 = 57.12$		$C_0 = 61.47$	
Menos de 1	0.5	0,28743	1,00000	0,93360	1,00000	0,94941	1,00000	0,96233
1 - 4	3.0	0,24421	0,88512	3,24313	0,91232	3,41281	0,93460	3,56537
5 - 9	7.5	0,03850	0,77054	3,80328	0,82377	4,07977	0,86773	4,30846
10 - 14	12.5	0,00990	0,75077	3,73982	0,80814	4,02934	0,85566	4,26928
15 - 19	17.5	0,00880	0,74516	3,71198	0,80359	4,00649	0,85205	4,25096
20 - 24	22.5	0,00880	0,73964	3,68294	0,79901	3,98204	0,84833	4,23083
25 - 29	27.5	0,01210	0,73354	3,64453	0,79381	3,94881	0,84400	4,20274
30 - 34	32.5	0,01650	0,72427	3,58644	0,78571	3,89730	0,83709	4,15809
35 - 39	37.5	0,01870	0,71031	3,50780	0,77321	3,82587	0,82614	4,09468
40 - 44	42.5	0,02200	0,69281	3,46720	0,75714	3,73217	0,81173	4,00937
45 - 49	47.5	0,02530	0,67007	3,27807	0,73573	3,60886	0,79202	3,89429
50 - 54	52.5	0,02860	0,64116	3,11552	0,70782	3,44972	0,76569	3,74202
55 - 59	57.5	0,03300	0,60505	2,91010	0,67207	3,24350	0,73111	3,53967
60 - 64	62.5	0,03960	0,55899	2,64223	0,62533	2,96776	0,68476	3,26221
65 - 69	67.5	0,04510	0,49792	2,29741	0,56177	2,60382	0,62013	2,88683
70 - 74	72.5	0,04841	0,42105	1,87729	0,47975	2,14941	0,53461	2,40646
75 - 79	77.5	0,04841	0,32987	1,39744	0,38001	1,61749	0,42798	1,83017
80 - 84	82.5	0,04731	0,22911	0,87346	0,26699	1,02203	0,30409	1,26880
85 y más	87.5	0,04731	0,12028	0,49075	0,14183	0,58883	0,16343	0,68857

Fuente: Cuadro 2 y grafico 3

El siguiente paso consistió en suavizar las defunciones promedios observadas en 1970 a partir de los 10 años de edad, gráfico 3.

A partir de estas defunciones suavizadas se aplicó el método 1 y se obtuvieron los datos que aparecen en cuadro 5, como puede observarse al comparar con el cuadro 4.3 la esperanza de vida al nacimiento no se alteró.

Aplicando el método 2 a los datos obtenidos en el cuadro 4 se obtuvieron los siguientes valores:

Cuadro 6

Tasas de crecimiento natural, natalidad y mortalidad, 1970.

r	0.0200	0.0250	0.0300
b	0.0373	0.0388	0.0409
d	0.0173	0.0138	0.0109

Fuente: Cuadro 4

Por otro lado se calcularon las tasas de crecimiento natural, natalidad y mortalidad observadas para el país variando la población, y considerando constantes los nacimientos y las defunciones registrados, esto es:

$$\bar{B}_{70} = 3243$$

$$\bar{D}_{70} = 909$$

Cuadro 7

Tasas de crecimiento natural, natalidad y mortalidad según diferentes supuestos de población

Población	r	d	b
60000	0.0389	0.0541	0.0152
65000	0.0359	0.0499	0.0140
70000	0.0333	0.0463	0.0130
75000	0.0311	0.0432	0.0121
80000	0.0292	0.0405	0.0114
85000	0.0275	0.0382	0.0107
83360	0.0280	0.0389	0.0109

Fuente: Cuadro 4

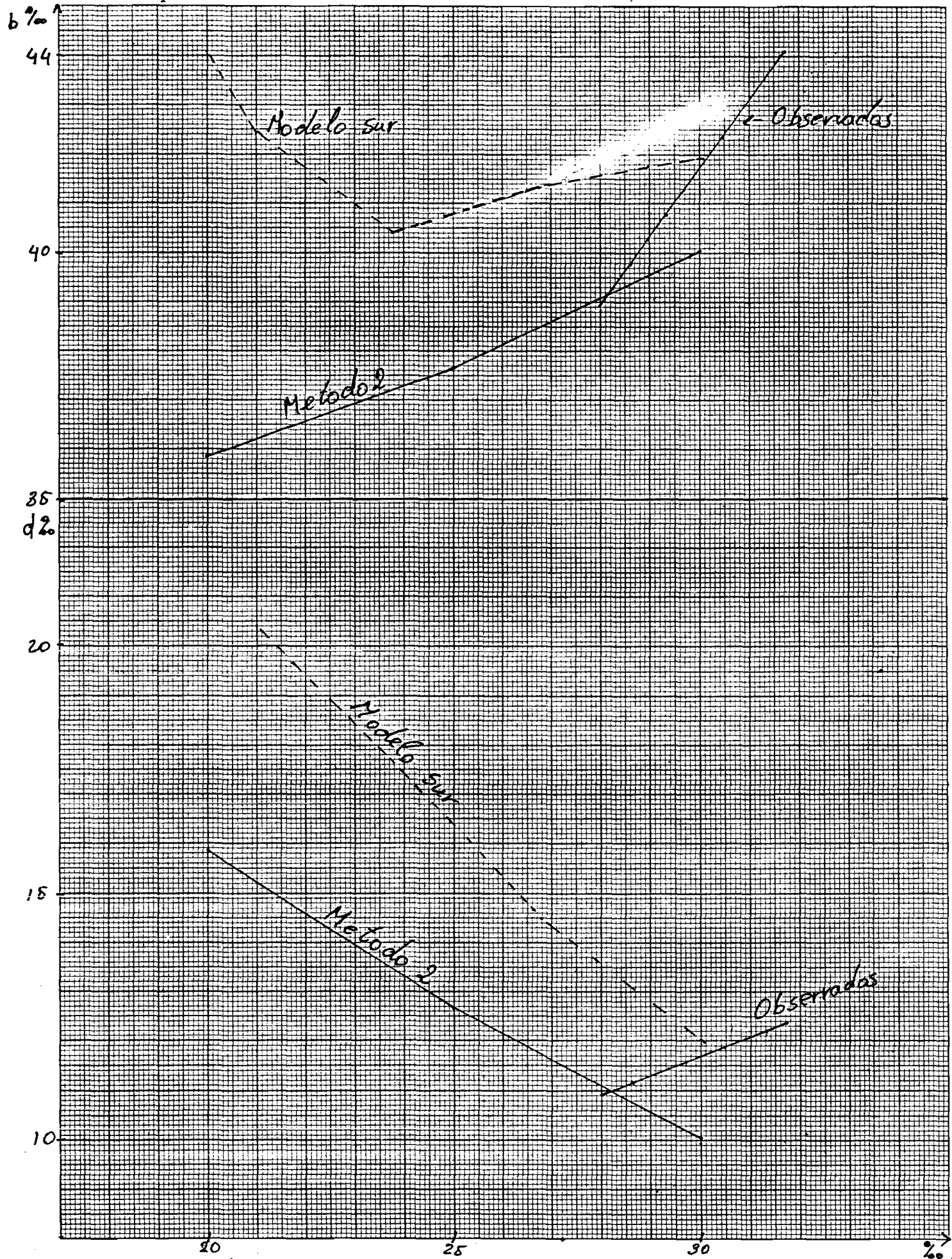
Tambien se aplicó el metodo 2 a la distribución de las defunciones observadas contra las defunciones de la población estacionaria de Modelo Sur de las tablas de Coale y Demeny.

Cuadro 8

Tasas de crecimiento natural, natalidad y mortalidad segun el modelo Sur de la Tablas de Coale y Demeny.

Nivel	r	b _x	d _x
16	0.0183	0.0488	0.0265
17	0.0210	0.0424	0.0214
18	0.0238	0.0414	0.0176
19	0.0268	0.0413	0.0145
20	0.0301	0.0419	0.0118

Fuente: Cuadro 4 y Tablas Modelo de Coale y Demeny.



Fuente: cuadro 6, 7 y 8

Los resultados de los cuadros 5, 6 y 7 se trasaron en el gráfico 4, en este gráfico se observa que las tasas observadas coincidirían con el modelo Sur a un nivel 20 y una tasa de crecimiento natural de $r = 30.00$ y una población de 77000 habitantes aproximadamente.

También se observa que aplicando el método 2 a las defunciones observadas y a la población estacionaria obtenido por el método 1 esto correspondería a una tasa de crecimiento natural $r = 28.00$ y una población de 83360 habitantes aproximadamente.

Aplicaremos pues a la distribución de las defunciones totales el método 1, usando una tasa de crecimiento natural $r = 0.028$, cuadro 9.

En base a los resultados obtenidos se construirá una tabla abreviada de mortalidad. Cuadro 10

Método para construir la tabla de mortalidad abreviada. a/

l_x : Sobrevivientes a la edad exacta x años

$x = 0, 1, 5, 10, \dots, 80, 85$

$l_x = p(x)$ Cuadro 9

nq_x : Probabilidad de muerte entre las edades x y $x+n$

$$nq_x = \frac{l_x + l_{x+n}}{l_x}$$

a/ Ortega, António, Tablas de mortalidad, CELADE, Serie B. N° 1008, San José, Costa Rica, Enero de 1982.

nL_x : Población estacionaria o años vividos entre las edades x y $x + n$.

$$nL_x = \frac{5 (l_x + l_{x+n})}{2}$$

$$x = 5, 10, \dots, 75, 80$$

$$L_{85+} = L_{85} * \log_{10} (100000 * 185) \quad \underline{a/}$$

Primeras edades $1L_0, 4L_1$ b/

$$\text{Si } l(x) = \frac{ax + b}{x + b}$$

$$l_1 = \frac{a + b}{1 + b}$$

$$l_5 = \frac{5a + b}{5 + b}$$

despejando a y b

$$b = \frac{5 (l_1 - l_5)}{4 + l_5 - 5l_1}$$

$$a = l_1 (1 + b) - b$$

$$\int l(x) dx = \int \frac{ax + b}{x + b} dx = ax + b (1 - a) \ln (x + b) + C$$

de donde

$$1L_0 = a + b (1 - a) \ln \left[\frac{1 + b}{b} \right]$$

$$4L_1 = 4a + b (1 - a) \ln \left[\frac{5 + b}{1 + b} \right]$$

ndx : defunciones entre las edades x y $x+n$

$$ndx = l_x - l_{x+n}$$

nm_x : tasas centrales de mortalidad

$$nm_x = \frac{ndx}{nL_x}$$

T_x : años por vivir de los sobrevivientes a la edad exacta x años

$$T_x = \sum_x^w nL_x$$

e_0^o ≠ Esperanza de vida a la edad exacta x años

$$e_0^o = \frac{T_x}{l_x}$$

a/ Naciones Unidas, Manual III. Métodos para preparar proyecciones de poblaciones por sexo y edad ST / SOA / Serie A / 25,

b/ Keyfitz, Nothon, Introducción a las matemáticas de la población, CELADE, Serie E, N^o 18, Santiago, Chile, 1979, pag. 236 - 238.

Se graficaren las tasas centrales de mortalidad y se compararon con las tasas centrales de mortalidad de Suécia 1971, y Ecuador, mujeres 1975-1980

Cálculo de las funciones de mortalidad aplicando el método 1 descrito, a la distribución de las defunciones totales por grupos de edad, 1969-1971

Grupos de edades	Edad mediana	Distribución de las defunciones	$v = 0,028$		$\sum_a e^{rx}_{nda}$	$\sum_a e^{rx}_{nda}$	Sobrevivientes a la edad a	Población estacionaria	
$a, a+n-1$	\bar{x}	$n da$	e^{rx}	e^{rx}_{nda}		$\frac{\sum_a e^{rx}_{nda}}{3,54092}$	$p(a)^a$		
TOTAL								59.81	
Menos de 1	0,5	0,25743	1,01910	0,26106	0,26106	0,07373	1,00000	0,95751	
1-4	3,0	0,24422	1,09763	0,26563	0,52668	0,14874	0,92627	3,51089	
5-9	7,5	0,03851	1,23368	0,04750	0,57418	0,16216	0,85126	4,22276	
10-14	12,5	0,00990	1,41907	0,01405	0,58823	0,16612	0,83784	4,17930	
15-19	17,5	0,00880	1,63232	0,01437	0,60260	0,17018	0,83388	4,15924	
20-24	22,5	0,00880	1,87761	0,01652	0,61912	0,17483	0,82982	4,13743	
25-29	27,5	0,01210	2,15977	0,02614	0,64526	0,18223	0,82515	4,10731	
30-34	32,5	0,01650	2,48432	0,04100	0,68625	0,19381	0,81777	4,05921	
35-39	37,5	0,01870	2,85765	0,05344	0,73970	0,20890	0,80619	3,99323	
40-44	42,5	0,02200	3,28708	0,07232	0,81202	0,22932	0,79110	3,90444	
45-49	47,5	0,02530	3,78104	0,09567	0,90769	0,25634	0,77068	3,78583	
50-54	52,5	0,02860	4,34924	0,12440	1,03209	0,29148	0,74366	3,63045	
55-59	57,5	0,03300	5,00281	0,16511	1,18720	0,33810	0,70852	3,42605	
60-64	62,5	0,03960	5,75460	0,22791	1,42511	0,40247	0,66190	3,14857	
65-69	67,5	0,04510	6,61937	0,29856	1,72367	0,48679	0,59753	2,77687	
70-74	72,5	0,04841	7,61909	0,36856	2,09223	0,59087	0,51321	2,30586	
75-79	77,5	0,04841	8,75828	0,42394	2,51617	0,71060	0,40913	1,74633	
80-84	82,5	0,04731	10,07442	0,47657	2,99274	0,84519	0,28940	1,11054	
85 y más	87,5	0,04731	11,58835	0,54818	3,54092	1,00000	0,15481	0,64864	

Fuente Cuadro 5

al Igual a uno menos la cifra del grupo anterior, de la columna anterior.

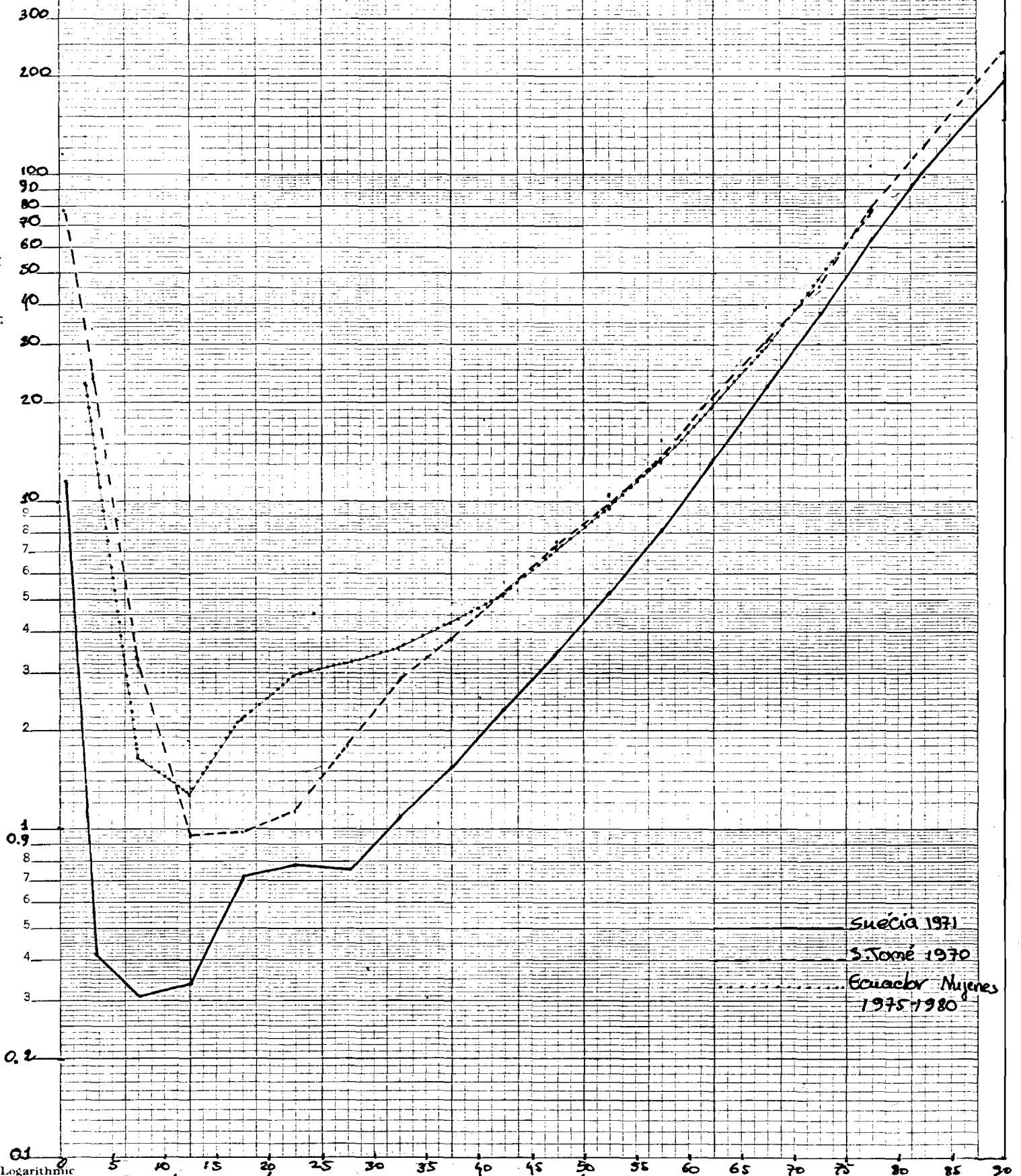
Cuadro 10

Sao Tomé e Príncipe.: Tabla abreviada de mortalidad total 1969-1971

	$n m_x$	$n q_x$	l_x	nd_x	$n L_x$	T_x	e_x			
TOTAL										
Menos de 1	0,07700	0,07373	1,00000	0,07373	0,95751	59.81116	59.811			
1 - 4	0,02137	0,08099	0,92627	0,07502	3,51089	58.85366	63.538			
5 - 9	0,00318	0,01576	0,85126	0,01341	4,22276	55,34277	65,013			
10 - 14	0,00095	0,00474	0,85784	0,00397	4,17930	51.12001	61,014			
15 - 19	0,00098	0,00487	0,83388	0,00406	4,15924	46.94071	56.292			
20 - 24	0,00113	0,00562	0,82982	0,00467	4,137413	42.78147	51.555			
25 - 29	0,00180	0,00895	0,82515	0,00738	4,10731	38,64404	46.833			
30 - 34	0,00285	0,01416	0,81777	0,01158	4,05991	34.53674	42.233			
35 - 39	0,00378	0,01872	0,80619	0,01509	3,99323	30.47622	37.803			
40 - 44	0,00523	0,02582	0,79110	0,02042	3,90444	26,48359	33.477			
45 - 49	0,00714	0,03506	0,77068	0,02702	3,78583	22,57915	29.298			
50 - 54	0,00968	0,04724	0,74366	0,03513	3,63045	18,79322	25.271			
55 - 59	0,01357	0,06581	0,70852	0,04663	3,43605	15.16286	21.401			
60 - 64	0,02049	0,09724	0,66190	0,06436	3,14857	11.73681	17.732			
65 - 69	0,03039	0,14111	0,59753	0,08432	2,77687	8.52824	14.373			
70 - 74	0,04514	0,20281	0,51321	0,10409	2,30586	5.81137	11.323			
75 - 79	0,06856	0,29264	0,40913	0,11973	1,74633	3.50551	8.568			
80 - 84	0,12159	0,46506	0,28940	0,13459	1,11054	1.75918	6.079			
85 y más	0,23867	1,00000	0,15481	0,15481	0,64864	0,64864	4.190			

Fuente: Cuadro 9

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por grupos de edades para ambos sexos respectivamente, Suecia, S. Tomé e Príncipe y Ecuador (mujeres). 1971, 1970, 1975-1980



Semi-Logarithmic Cycles x 10 to the inch

Fuente: Cuadro 10

Ecuador: Boletín demográfico CELADE

Cálculo de las tasas brutas de mortalidad y natalidad

Para calcular las tasas brutas de natalidad y mortalidad se utilizó la información de los cuadros 9 y 10 columnas n_d de la población real y de la población estacionaria, en base a esta información se elaboró el cuadro 11 y el gráfico 5.

En base a esta información se calculó A y B en la forma siguiente:

$$A = \frac{\sum X^2 \sum Y - \sum X \sum XY}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{48565.5 * 1.31579 - 811 * (-334.41522)}{19 * 48565.5 - (811)^2}$$

$$A = \frac{335112.7427}{265023.5} = 1.26446$$

$$B = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{19 * (-334.41522) - 811 * 1.31579}{265023.5}$$

$$B = \frac{-7420.99487}{265023.5} = -0.02800$$

como $r = -B$

$$r = 0.02800$$

y como

$$A = \ln (b/d) \quad b/d = e^A$$

$$d/b = e^{-A} \quad \text{y como } d = b - r$$

$$\frac{b-r}{b} = e^{-A} \quad 1 - r/b = e^{-A}$$

$$r/b = 1 - e^{-A} \quad b = \frac{r}{1 - e^{-A}}$$

$$\therefore b = \frac{0.02800}{1 - e^{-1.26446}} = 0.03902$$

$$1 - e^{-1.26446}$$

$$b = 0.03902$$

$$d = b - r = 0.03902 - 0.02800 = 0.01102$$

$$d = 0.01102$$

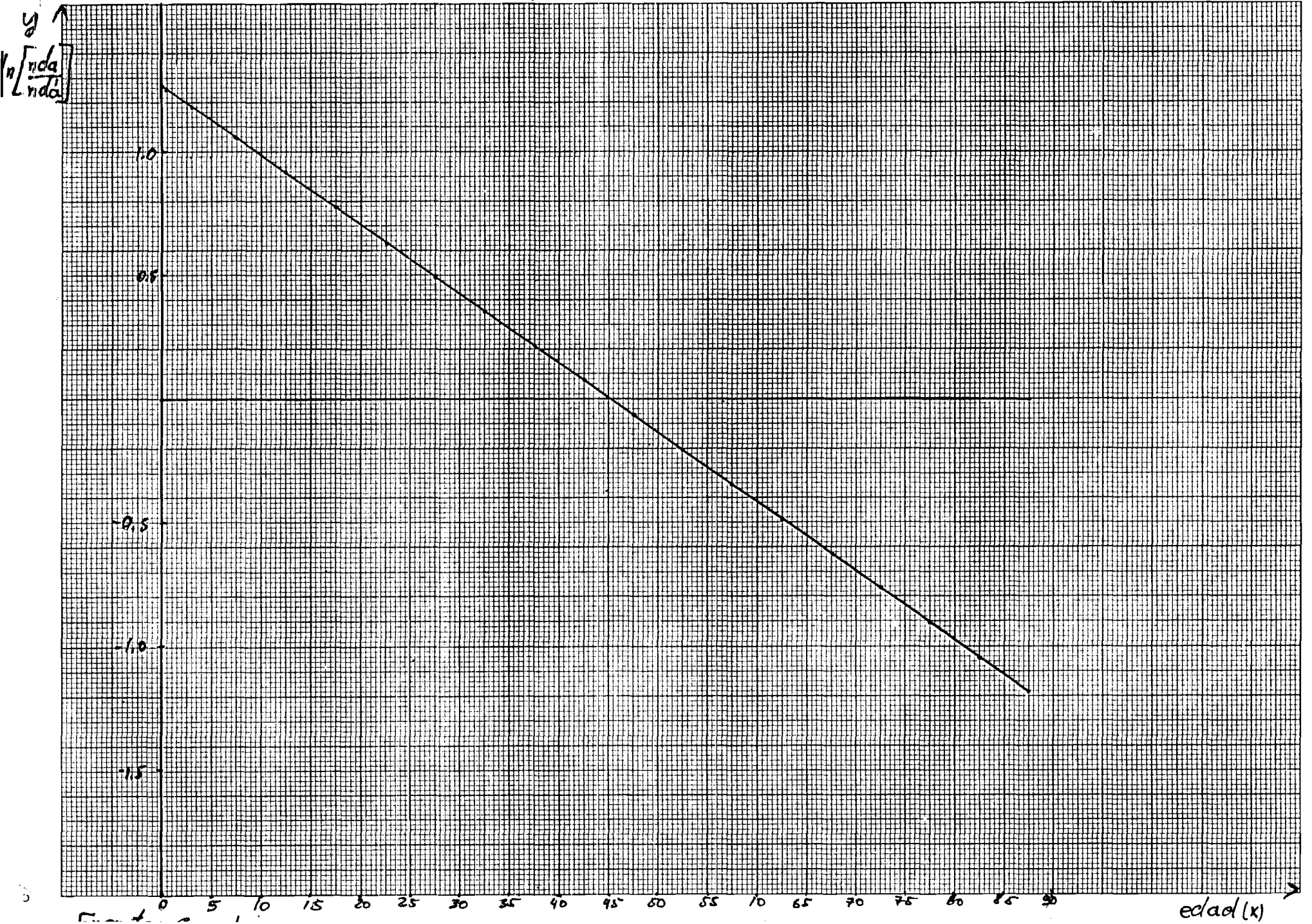
Aplicación del método 2 descrito para el cálculo de la tasa de crecimiento natural y las tasas brutas de natalidad y mortalidad utilizando la distribución por edad de las defunciones de la población real y las defunciones de la población estacionaria

Grupos de edades $a, a+n-1$	edad mediana \bar{x}	distribución de las defunciones	distribución de las defunciones en la población estacionaria	Y						
		$n da$	$n da$	$n da/n da$	$\ln(n da/n da)$	\bar{x}^2	$X Y$			
TOTAL	81,00				1,31579	48565,5	-334.41522			
Menos de 1	0,5	0,25743	0,07373	3.49147	1,25032	0,25	0,62516			
1 - 4	3,0	0,24422	0,07501	3.25583	1,88047	9,00	2,54190			
5 - 9	7,5	0,03851	0,01342	2.86914	1,05401	56,25	7,90509			
10 - 14	12,5	0,00990	0,00396	2.50025	0,91639	156,25	11,45488			
15 - 19	17,5	0,00880	0,00406	2,16770	0,77367	306,25	13,53920			
20 - 24	22,5	0,00880	0,00467	1,88456	0,68369	506,25	14,25808			
25 - 29	27,5	0,01210	0,00738	1,63973	0,49453	756,25	13,59963			
30 - 34	32,5	0,01650	0,01158	1,42501	0,35418	1056,25	11,51088			
35 - 39	37,5	0,01870	0,01509	1,23936	0,21459	1406,25	8,04717			
40 - 44	42,5	0,02200	0,02042	1,07748	0,07463	1806,25	3,17167			
45 - 49	47,5	0,02530	0,02702	0,93644	-0,06567	2213,25	-3,11946			
50 - 54	52,5	0,02860	0,03514	0,81397	-0,20583	2756,25	-10,80625			
55 - 59	57,5	0,03300	0,04662	0,70792	-0,34542	3306,25	-19,86177			
60 - 64	62,5	0,03960	0,06437	0,61525	-0,48572	3906,25	-30,35741			
65 - 69	67,5	0,04510	0,08432	0,53492	-0,62564	4556,25	-42,23049			
70 - 74	72,5	0,04871	0,10408	0,46507	-0,76556	5256,25	-55,50310			
75 - 79	77,5	0,04871	0,11973	0,40428	-0,90564	6006,25	-70,18705			
80 - 84	82,5	0,04731	0,13459	0,35147	-1,04562	6806,25	-86,26388			
85 y más	87,5	0,04731	0,15481	0,30557	-1,18559	7656,25	-103,73897			

Fuente: Cuadro 9.

Gráfico 5

Aplicación del método 2 descrito para el cálculo del crecimiento natural, tasas de natalidad y tasa de mortalidad



Distribucion de la población por grupos de edad y población
a la edad exacta a y edad media de la población

Para el calculo de la población por grupos de edad se usó la relación:

$$C(a, a+n) = b n L_a e^{-r\bar{X}}$$

y para el calculo de la población a la edad exacta a se usó la relacion :

$$C(a) = b e^{-ra} p(a)$$

para el calculo de la edad media de la población se usó la relacion:

$$\text{Edad media} = \bar{X} = \frac{\int_0^{\infty} x b e^{-rx} p(x) dx}{\int_0^{\infty} b e^{-rx} p(x) dx}$$

$$\text{Edad media} = 24.24 \text{ años}$$

Cuadro 12 y gráfico 6

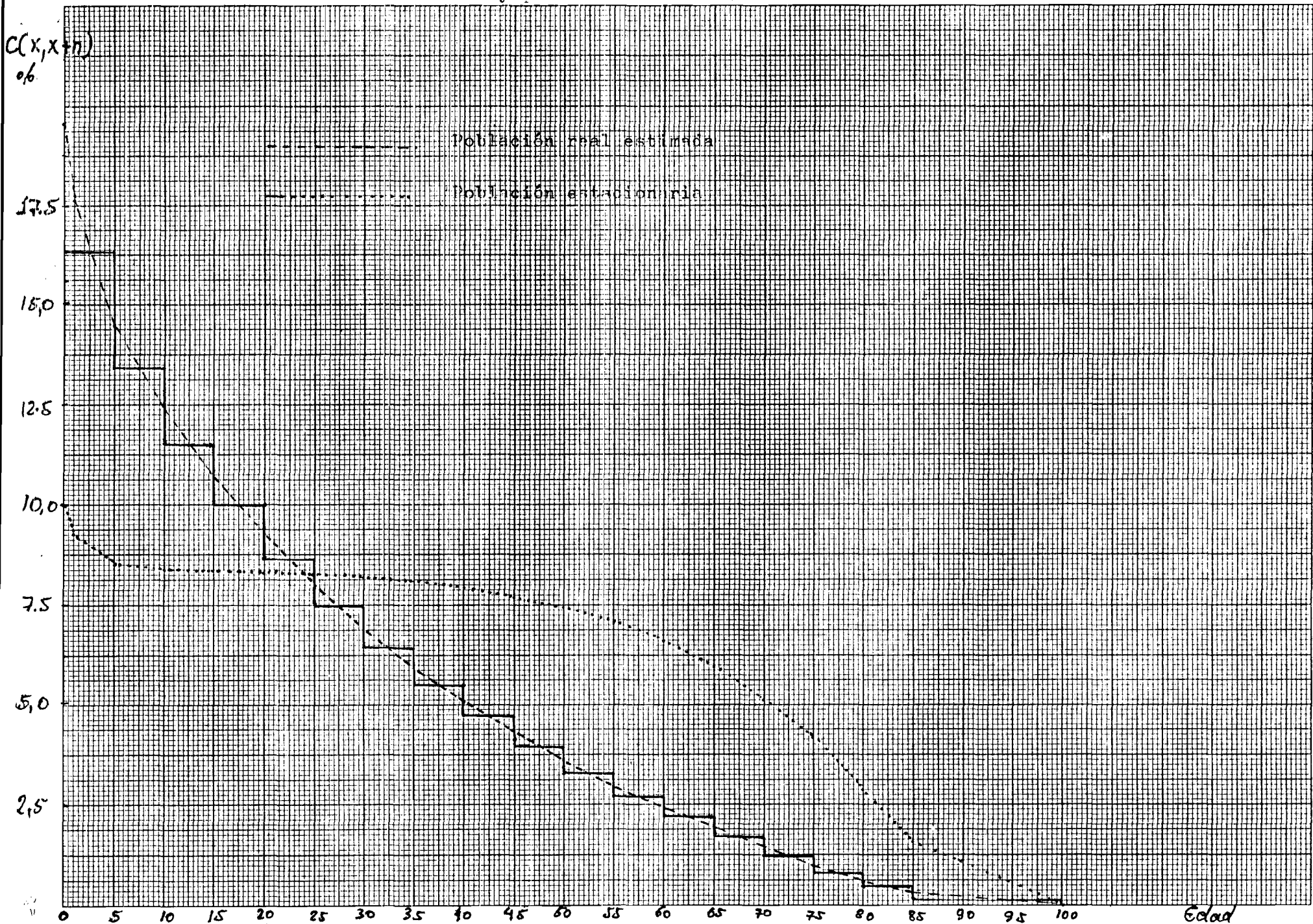
Calculo de la distribución a la edad exacta X, por grupos de edad y edad media de la población

Grupos de edades a, a+n-1					distribución de la población por grupos de edades				
	\bar{x}	P(a)	nLa	$nLa e^{-rx}$	$b e^{-rx} nLx$	$\bar{x} b e^{-rx} nLx$	$b e^{-ra} p(a)$		
TOTAL				25,56890	100000	24.240			
Menos de 1	0,5	1.00000	0,95751	0,94420	0,03693	0,01846	0,03911		
1 - 4	3,0	0,92627	3,51089	3,22802	0,12625	0,37874	0,03523	$b = \frac{1}{25,56890} = 0,03911$	
5 - 9	7,5	0,85126	4,22276	3,42290	0,13387	1,00402	0,02894		
10 - 14	12,5	0,83784	4,17930	2,94510	0,11518	1,43979	0,02477		
15 - 19	17,5	0,83388	4,15924	2,54806	0,09965	1,74396	0,02143		
20 - 24	22,5	0,82982	4,13743	2,20356	0,08618	1,93908	0,01854		
25 - 29	27,5	0,82515	4,10731	1,90174	0,07438	2,04537	0,01603		
30 - 34	32,5	0,81779	4,05991	1,63421	0,06391	2,07721	0,01381		
35 - 39	37,5	0,80619	3,99323	1,39738	0,05465	2,04944	0,01183		
40 - 44	42,5	0,79110	3,90444	1,18781	0,04646	1,97435	0,01010		
45 - 49	47,5	0,77068	3,78583	1,00127	0,03916	1,86008	0,00855		
50 - 54	52,5	0,74366	3,63045	0,83473	0,03265	1,71394	0,00717		
55 - 59	57,5	0,70852	3,42605	0,68483	0,02678	1,54005	0,00594		
60 - 64	62,5	0,66190	3,14857	0,54714	0,02140	1,33742	0,00482		
65 - 69	67,5	0,59753	2,77687	0,41951	0,01641	1,10747	0,00379		
70 - 74	72,5	0,51321	2,30586	0,30284	0,01184	0,85870	0,00283		
75 - 79	77,5	0,40913	1,74633	0,19939	0,00780	0,60436	0,00196		
80 - 84	82,5	0,28940	1,11054	0,11023	0,00431	0,35568	0,00120		
85 y más	87,5	0,15481	0,64864	0,05597	0,00219	0,19155	0,00056		

Fuente: Cuadro 10

Gráfico 6

Distribución de la población por grupos quinquenales de edad, población estacionaria y población estimada.



Fuente: C. Cundro 10 y 12

Cuadro 13

Estimación de las funciones de mortalidad femenina y masculina a partir del método 1 descrito y las tasas de nacimientos anuales femeninos por mujer, a partir de la estructura propuesto por Coale y Demeny

 $\bar{m} = 29$ $r = 0.028,$

1969- 1971

Grupos de edades a, a+n-1	Edad mediana \bar{X}	Mujeres			Hombres					
		$n d a^a$	$P(a)$	$n L a$	$m'(a)^b$	$m'(a)P(a)$	$P-r a$	$n d a^a$	$P(a)$	$n L a$
TOTAL				60,63447	0,200	0.07390				59.0406
Menos de 1	0.5	0,26424	1.00000	0,95682				0,25106	1,00000	0,95812
1-4	3.0	0,26651	0,92444	3,48774				0,22340	0,92799	3,53271
5-9	7.5	0,03645	0,84271	4,18184				0,04043	0,85927	4,26109
10-14	12.5	0,00911	0,83003	4,74103				0,01064	0,84517	4,21515
15-19	17.5	0,00883	0,82638	4,12405	.018	,00911		0,01064	0,84090	4,19220
20-24	22.5	0,00683	0,82324	4,10715	.042	,01841		0,01064	0,83598	4,16580
25-29	27.5	0,00911	0,81962	4,08423	,056	,02125		0,01489	0,83033	4,12893
30-34	32.5	0,01367	0,81407	4,04642	,044	,01442		0,01915	0,82124	4,07255
35-39	37.5	0,01595	0,80450	3,99036	,028	,00788		0,02128	0,80778	3,99592
40-44	42.5	0,01892	0,79165	3,91602	.010	,00241		0,02553	0,79059	3,89359
45-49	47.5	0,02050	0,77476	3,81915	,002	,00041		0,02979	0,76685	3,75462
50-54	52.5	0,02278	0,75290	3,69462				0,03404	0,73500	3,57030
55-59	57.5	0,02733	0,72497	3,52843				0,03830	0,69812	3,33014
60-64	62.5	0,03645	0,68641	3,28418				0,04255	0,63893	3,02152
65-69	67.5	0,04328	0,62727	2,93438				0,04681	0,56968	2,62930
70-74	72.5	0,04784	0,54649	2,47867				0,04894	0,48204	2,14677
75-79	77.5	0,05011	0,44378	1,90952				0,04681	0,37666	1,59344
80-84	82.5	0,05237	0,32002	1,22804				0,04255	0,26071	1,00045
85 y más	87.5	0,05239	0,17119	0,72475				0,04255	0,13947	0,57802

Fuente: a) Gráfico 3

b) Coale y Demeny *ibid.* pag. (30)

Estimación de la Fecundidad

Para estimar la fecundidad tomamos el modelo seguido por Coale y Demeny, este consiste en aplicar la relación:

$$TBR = \frac{1}{e^{-ra} m'(a) p(a) da} \quad a/$$

y utilizar las tasas específicas de fecundidad implícitas propuestas ($m'(a)$. Cuadro 13), para una edad media de las madres $\bar{m} = 29$ $p(a)$ se calcula de acuerdo al método 1 descrito, Cuadro aplicando el método obtenemos que:

$$5* \quad e^{-ra} m'(a) p(a) da = .36949 \text{ de donde}$$

$$TBR = \frac{1}{.36949} = 2.70642 \text{ y } TGF = 2.05 * TBR = 5.54817$$

a/ Coale y Demeny ibid, pág. (30)

Cuadro Resumen

SAO TOME E PRINCIPE: Indicadores demográficos de la población, 1969-1971

Concepto	Medida
Esperanza de vida al nacimiento (ambos sexos)	59.81 años
Esperanza de vida al nacimiento (hombres)	59.04 años
Esperanza de vida al nacimiento (mujeres)	60.63 años
Probabilidad de muerte infantil	73.73 %
Tasa bruta de mortalidad	11.0 %
Tasa bruta de natalidad	39.0 %
Tasa de crecimiento natural	28.0 %
Tasa global de fecundidad	5.55 hijos por mujer ..
Tasa bruta de reproducción	2.71 hijos por mujer
Edad media de la población	24.24 años

Conclusiones

El método aplicado parte del supuesto de que la población de Sao Tomé e Príncipe hacia el año 1970 se ajusta a las características de una población estable, es decir, con fecundidad por edad, mortalidad por edad constante y población no afectada por migración. No obstante, a pesar de que dichos supuestos no se cumplen a cabalidad, por el hecho de que la mortalidad ha descendido rápidamente y también el efecto de la migración, la robustez del método permite obtener indicadores demográficos de gran utilidad. Tomando en cuenta tales limitaciones en los datos, la robustez del método, así como aspectos del contexto histórico, se puede esperar que hacia 1970 los valores de la esperanza de vida al nacimiento, la tasa bruta de natalidad y la edad media de la población hayan sido ligeramente menores que los presentados en el cuadro resumen, y ligeramente mayores los valores de la tasa bruta de mortalidad y la tasa global de fecundidad. Con todo lo hasta aquí anotado, no está de más señalar la gran utilidad que tiene el método bajo estudio para obtener indicadores demográficos a partir de datos fragmentarios que de otra forma sería difícil, si no imposible, derivar.

BIBLIOGRAFIA

- Brass, William Seminário sobre metodos para medir variables demográficas (mortalidad y fecundidad), CELADE, Serie DS. N^o 9, San José, Costa Rica, 1973.
- Coale, Ansley J. and Demeny, Paul, Regional Model Life Tables and Stable Populations, Princeton University Press, Princeton, New Versey, 1966
- Keyfitz, Nathan, Introducción a las matemáticas de población, CELADE, Serie E, N^o 18, Santiago, Chile, 1979.
- Lotka, Alfred J. , Teoria Analítica de las Asociaciones Biológicas, CELADE, Serie E, N^o 5, Santiago, Chile, 1976.
- Naciones Unidas, El Concepto de Población Estable: Aplicación al estudio de la población que no tiene buenas estadísticas demográficas, ST/ SOA/ 39, Nueva York, 1970.
- Ortega, António, Tablas de Mortalidad, CELADE Serie B N^o 1008, San José, Costa Rica, Enero 1982.
- Ortega, António, "Aplicaciones del Modelo de Población Maltusiana propuesto por Bourgeois-Pichat", Notas de Población, Revista Latinoamericano de Demografia, CELADE, Agosto de 1975, pag. 63-73 Vol. 8