

CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFIA.
CELADE-SANTIAGO



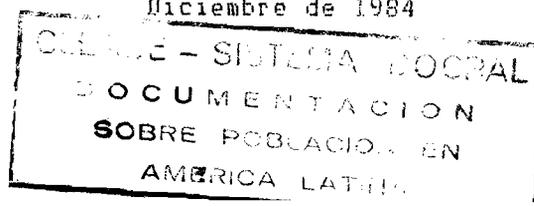
TESIS DE GRADO

TITULO: USO DE TASAS DE CRECIMIENTO POR EDAD PARA MEDICIONES
DEMOGRAFICAS: COBERTURA DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES

AUTOR: Diego López de Lera

ASESOR: Jorge Somosa

Santiago, Chile
Diciembre de 1984



INDICE

	Página
Introducción.....	1
Descripción de la técnica	2
Aplicación a datos controlados.....	12
Aplicación con datos reales.....	34
Estimación de la esperanza de vida a los cinco años.....	56
Anexo 1. Datos utilizados para las proyecciones empleadas en los ejercicios de simulación.....	62
Anexo 2. Datos básicos para la aplicación de la técnica de B.y H. a los siguientes países y períodos:	
Argentina 1960-1970.....	65
Chile 1960-1970.....	67
México 1960-1970.....	69
Perú 1961-1972.....	71
Venezuela 1961-1971.....	73
Bibliografía.....	75

INDICE DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1 - Argentina 1970-80, ambos sexos, sin migración con datos exactos. Valores de $(5)K(a)$ a partir de $N(75)$	14
Cuadro 2 - Argentina 1970-80, mujeres, sin migración con datos exactos. Valores de $(5)K(a)$ para distintas edades finales....	16
Cuadro 3 - Argentina 1970-80:1970-75:19775-80. mujeres, sin migración con datos exactos. Valores de $(5)K(a)$	18
Cuadro 4 - Argentina 1970-80, mujeres. Población media por edad. por cohorte y pob. proyectada en 1975.....	20
Cuadro 5 - Argentina 1970-80, mujeres, sin migración con datos exactos. Valores de $(5)K(a)$ y $K(a)$, derivados de la estimación de la pob. media por edad y por cohorte.....	22
Cuadro 6 - Argentina 1970-80, mujeres. Con inmigración y con emigración, datos exactos. Valores de $(5)K(a)$ y $K(a)$	24
Cuadro 7 - Argentina 1970-80, mujeres, sin migración. Simulación con errores en los datos básicos. Valores de $K(a)$	26
Cuadro 8 - Argentina 1970-80, mujeres, sin migración con datos exactos. Valores de $(5)K(a)$ y $K(a)$ con y sin γ	30
Cuadro 9 - Argentina 1960-70, ambos sexos. Valores de $K(a)$	36
Cuadro 10 - Chile 1960-70, ambos sexos. Valores de $K(a)$	40
Cuadro 11 - México 1960-70, ambos sexos. Valores de $K(a)$	44
Cuadro 12 - Perú 1961-72, ambos sexos. Valores de $K(a)$	47
Cuadro 13 - Venezuela 1961-71, ambos sexos. Valores de $K(a)$	50
Cuadro 14 - Esperanza de vida a los 5 años, para los cinco países estudiados.....	57

INDICE DE GRAFICOS

pag.

Gráfico 1 - Argentina 1970-80.ambos sexos con datos exactos Valores de $(5)K(a)$	15
Gráfico 2 - Argentina 1970-80,mujeres,sin migración con datos exactos. Valores de $(5)K(a)$	17
Gráfico 3 - Argentina 1970-80;1970-75;1975-80,mujeres,sin migración con datos exactos. Valores de $(5)K(a)$	18
Gráfico 4 - Argentina 1970-80,mujeres,sin migración con datos exactos. Valores de $K(a)$,derivados de la población media estimada por cohorte.....	22
Gráfico 5 - Argentina 1970-80,mujeres,inmigración y emigración con datos exactos. Valores de $K(a)$	25
Gráfico 6 - Argentina 1970-80,mujeres,simulación con errores en los datos básicos. Valores de $K(a)$	27
Gráfico 7 - Argentina 1970-80,mujeres,sin migración con datos exactos. Valores de $K(a)$	29
Gráfico 8 - Argentina 1970-80,mujeres,sin migración con datos exactos. Valores de $K(a)$ con v sin γ	31
Gráfico 9 - Argentina 1960-70. Hombres.....	37
Gráfico 10 - Argentina 1960-70. Mujeres.....	37
Gráfico 11 - Chile 1960-70. Hombres.....	41
Gráfico 12 - Chile 1960-70. Mujeres.....	41
Gráfico 13 - México 1960-70. Hombres.....	45
Gráfico 14 - México 1960-70. Mujeres.....	45
Gráfico 15 - Perú 1961-72. Hombres.....	48
Gráfico 16 - Perú 1961-72. Mujeres.....	48
Gráfico 17 - Venezuela 1961-71. Hombres.....	51
Gráfico 18 - Venezuela 1961-71. Mujeres.....	51

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como propósito describir y hacer una breve evaluación de una técnica indirecta que permite estimar el grado relativo de la cobertura del registro de defunciones con respecto a la cobertura de dos censos consecutivos.

Esta técnica fué presentada por Bennett y Horiuchi en un artículo publicado en Population Index en 1981 con el título de 'Estimación del grado de cobertura del registro de muertes en una población cerrada' (1).

En el primer capítulo se presenta la base teórica que sustenta las ecuaciones utilizadas en la técnica. Para después analizar los resultados obtenidos de su aplicación; En el capítulo II, en una situación controlada, en la que se conoce la calidad de los datos básicos, de donde se obtienen algunas conclusiones que permiten interpretar más claramente los resultados obtenidos, y después en el capítulo III con datos reales, correspondientes a varios países latinoamericanos.

Finalmente, se presentan algunas conclusiones sobre las posibilidades y las limitaciones de su uso.

(1) Neil G. Bennett y Shiro Horiuchi: "Estimating the completeness of death registration in a closed population". Population Index, Vol 47(2):207-222, Summer 1981.

I. DESCRIPCION DE LA TECNICA

Bennet y Horiuchi(2) presentaron una técnica,aplicable a toda población cerrada,que permite estimar la distribución por edad de una población a partir de la distribución por edad de las muertes,para luego poder estimar la cabalidad de la fuente de información sobre defunciones mediante el cociente entre la población estimada y la población observada (referida ésta última a un censo o encuesta).

Se trata,por lo tanto,de una medida relativa del grado de cabalidad de dos fuentes de información independientes,que da una idea de cuán mejor o peor está la cabalidad de una en relación a la otra y que resulta de valiosa utilidad para corregir las tasas observadas de mortalidad de un país.

El procedimiento en que se basa esta técnica fue presentado originalmente por Preston y otros(3) en 1980. Partiendo de la teoría de poblaciones estables, donde la tasa de crecimiento de la población es constante a través del tiempo y la edad,demuestran(nota 1/) que para cualquier momento en el tiempo el número de personas de edad a es igual a:

(2) N.G. Bennett y S. Horiuchi:'Estim....',op.cit.

(3) Samuel Preston,Ansley J. Coale,James Trussell and Maxine Weinstein: 'Estimating the completeness of reporting of adult deaths in populations that are approximately stable'. 1980.Population Index.Princeton,N.J.,46(2):179-202.

$$N(a) = \int_a^{\infty} D'(x) \times \exp[r(x-a)] dx \quad [1]$$

Donde: $D'(x)$ es el número verdadero de defunciones de personas de edad x , en ese momento

r es la tasa de crecimiento de la población, constante para toda edad.

$(x-a)$ es la diferencia entre la edad a la muerte x y la edad a .

Esta relación viene a decir que, en una población estable, el número de personas de una determinada edad a es igual a la suma de todas las defunciones de personas que en ese momento tienen la edad a y que irán muriendo sucesivamente a una edad x (variando x desde a hasta la edad más avanzada a la que se pueda llegar).

Se hace notar que $D'(x) \times \exp[r(x-a)]$ es una estimación del número de defunciones a la edad x de las personas que actualmente tienen la edad a . En el caso de una población estacionaria donde la tasa de crecimiento es nula, $r=0$, y todas las cohortes tienen el mismo número de personas, la ecuación [1] queda como:

$$N(a) = \int_a^{\infty} D'(x) dx.$$

es decir, como la suma de todas las defunciones por encima de la edad a .

Una vez establecida la validez de la ecuación [1] se puede demostrar (ver páging 6) que:

$$N(a-5) = N(a) \times \exp(5r) + (5)D(a-5) \times \exp(2.5r) \quad [2]$$

Donde $(5)D(a-5)$ es el número de defunciones ocurridas de personas con

edades entre $a-5$ y a . (*)

Esta es la ecuación base para estimar en forma iterativa, la composición por edad de la población, basada en la distribución por edad de las muertes, que al compararla con la distribución observada de la población dará una idea del grado de cabalidad del registro de defunciones.

(*) En lo que sigue se convendrá en expresar los subíndices de la siguiente forma: $(n)r(a)$.

(a) expresa la edad inicial del intervalo de edad al cual se refiere la variable, en este caso r es la tasa de crecimiento.

(n) expresa el número de años de edad a partir de la edad a (números de años comprendidos en el intervalo).

De forma que $(5)r(a)$ simboliza la tasa de crecimiento de las personas con edades entre a y $a+5$.

Si lo expuesto hasta ahora resulta válido en poblaciones que se aproximan a las condiciones de estabilidad, sin embargo, en la mayoría de las poblaciones actuales, donde no se cumplen estas condiciones, el supuesto de constancia de la tasa de crecimiento para todas las edades resulta una mala aproximación de la realidad.

Sobre este aspecto radica la modificación presentada por Bennett y Horiuchi: en las poblaciones actuales las diferencias en las tasas de crecimiento por sexo y edad expresan las particulares condiciones de fecundidad, mortalidad y migración en que se gestó y desarrolló cada cohorte de la población. Es decir, su tamaño inicial, los riesgos de mortalidad y los efectos debidos a fenómenos migratorios habidos entre su generación y una determinada edad.

Por lo tanto para estimar el número de personas a una edad a habrá que tomar en cuenta la historia particular de dicha cohorte, implícita en su tasa de crecimiento.

En consecuencia, la modificación de la relación [1] propuesta por B. y H. estriba en reemplazar el valor constante de r por los correspondientes valores de las tasas de crecimiento por edad experimentados por la población, de la siguiente forma:

$$N(a) = \int_a^{\infty} D'(x) \exp\left[\int_a^x r(u) du\right] dx. \quad [3]$$

Donde: $r(u)$ es la tasa de crecimiento de personas de edad u

B. y H. demuestran la validez de esta ecuación en el apéndice de su documento y Preston y Coale amplían esta demostración en una publicación posterior(4).

Si siguiendo el procedimiento descrito arriba, propuesto por Preston, el número de personas de edad a se estima por una ecuación similar a la [2], donde se ha introducido la variación de las tasas de crecimiento por edad:

$$N(a) = N(a+n) \exp\left[\int_a^{a+n} r(u) du\right] + \int_a^{a+n} D(x) \exp\left[\int_a^x r(u) du\right] dx. \quad [4]$$

Esta ecuación se deriva de la anterior de la siguiente forma:

Si en $N(a) = \int_a^{\infty} D'(x) \exp\left[\int_a^x r(u) du\right] dx$, se separa la integral entre a e ∞ en dos integrales, tenemos que:

$$N(a) = \int_a^{a+n} D'(x) \exp\left[\int_a^x r(u) du\right] dx + \int_{a+n}^{\infty} D'(x) \exp\left[\int_a^x r(u) du\right] dx. \quad [5]$$

Haciendo lo mismo para la integral $\int_a^x r(u) du$, tenemos:

$$\int_a^x r(u) du = \int_a^{a+n} r(u) du + \int_{a+n}^x r(u) du. \quad [6]$$

Reemplazando [6] en [5] tenemos:

$$N(a) = \int_a^{a+n} D'(x) \exp\left[\int_a^x r(u) du\right] dx + \int_{a+n}^{\infty} D'(x) \exp\left[\int_a^{a+n} r(u) du + \int_{a+n}^x r(u) du\right] dx.$$

La integral $\int_a^{a+n} r(u) du$, que forma parte del exponente de la segunda integral de esta ecuación, no depende de la variable de integración x y por lo tanto se puede sacar de la integral;

$$N(a) = \int_a^{a+n} D'(x) \exp\left[\int_a^x r(u) du\right] dx + \exp\left[\int_a^{a+n} r(u) du\right] \int_{a+n}^{\infty} D'(x) \exp\left[\int_{a+n}^x r(u) du\right] dx. \quad [7]$$

Por la ecuación [3] sabemos que:

$$\int_{a+n}^{\infty} D'(x) \exp\left[\int_{a+n}^x r(u) du\right] dx = N(a+n)$$

reemplazando en [7] y ordenando términos podemos escribir:

$$N(a) = N(a+n) \exp\left[\int_a^{a+n} r(u) du\right] + \int_a^{a+n} D'(x) \exp\left[\int_a^x r(u) du\right] dx.$$

Que es la ecuación [4], Q.E.D.

(4) Samuel Preston y Ansley Coale: 'Age structure, growth, attrition and accession: A new synthesis', Population Index 48 (2):217-59, Summer 1982.

Para efectos de cálculo y bajo el supuesto de que la tasa de crecimiento no varía dentro de un rango expresado por $a \leq u \leq a+n$, tenemos que $r(u) = (n)r(a)$, y la ecuación [4] queda:

$$N(a) = N(a+n) \exp[n(n)r(a)] + \int_a^{a+n} D'(x) \exp[(x-a)(n)r(a)] dx.$$

Aplicando el teorema del valor medio, la integral puede aproximarse como:

$$(n)D(a) \exp[(n/2)(n)r(a)]$$

y para $n=5$, tenemos la forma de uso de la ecuación [4] válida para efectos de cálculo con grupos quinquenales de edad:

$$\hat{N}(a) = \hat{N}(a+5) \exp[5 \times (5)r(a)] + (5)D(a) \exp[2.5 \times (5)r(a)] \quad [8]$$

Donde: $\hat{N}(a)$ y $\hat{N}(a+n)$ son el número estimado de personas con edades exactas a y $a+5$, respectivamente.

$(5)r(a)$ es la tasa de crecimiento de las personas con edad entre a y $a+5$.

$(5)D(a)$ es el número de defunciones ocurridas de personas con edad entre a y $a+5$.

Punto de apoyo:

Al examinar la ecuación [4] se puede apreciar que se necesita una densidad de apoyo a partir de la cual estimar el resto en forma iterativa.

Debido a que la declaración de la edad de las defunciones adolece de inexactitud (mala declaración, traslado de edades), especialmente a medida que nos acercamos a edades avanzadas y a que la omisión también aumenta en estas edades, B. y H. proponen estimar la densidad final de apoyo para una edad de 60 años, por debajo de la cual se espera que los errores de declaración y de omisión tengan menos peso y como forma de minimizar estos efectos al agrupar a la población por encima de esta edad.

La ecuación presentada por B. y H. para estimar la densidad de apoyo es la siguiente:

$$\hat{N}(A) = D(a+) \cdot \left\{ \exp[r(a+) \cdot (o)e(A)] - [(r(a+) \cdot (o)e(A))^2 / 6] \right\} \quad [9]$$

Donde A es la edad inicial del grupo abierto final

D(a+) es el número de defunciones ocurridas de personas de a y más años.

r(a+) es la tasa de crecimiento del grupo abierto final.

(o)e(A) es la esperanza de vida a la edad inicial del intervalo abierto final.

Para las aplicaciones prácticas, las tasas de crecimiento se refieren a un periodo de tiempo entre t' y t'', fechas del primer y segundo censo. De forma que las defunciones están referidas a la mitad del intervalo entre t' y t'', igual que la esperanza de vida.

Estas tasas de crecimiento pueden tomarse como una estimación de la tasa instantánea de crecimiento en la mitad del período entre t' y t'' y por consiguiente las estimaciones de $\hat{N}(a)$ provenientes de las ecuaciones [8] y [9] están referidas a un momento en la mitad del intervalo intercensal.

Una vez estimada esta densidad final el resto se estima iterativamente usando la ecuación [8] y a partir de las densidades $(\hat{N}(a))$ B. y H. estiman los valores de $(5)\hat{N}(a)$, el número de personas de edad entre a y $a+5$, mediante la siguiente aproximación para las edades jóvenes y adultas:

$$(5)\hat{N}(a) = 2.5 \times [\hat{N}(a) + \hat{N}(a+5)]$$

Mientras que para la parte correspondiente a las edades avanzadas, donde por lo general se acentúa la curvatura dentro de cada grupo quinquenal de edad. B. y H. proponen "imponer una curva correspondiente a una población estable a lo largo del intervalo quinquenal y después determinar el área debajo de esta curva" (5).

La mejora conseguida con esta forma de estimar las densidades correspondientes a las últimas edades es relativamente pequeña en comparación con la complejidad que conlleva su cálculo. Por lo tanto en el presente trabajo la estimación de $(5)\hat{N}(a)$ para todas las edades se ha realizado por la siguiente aproximación (6):

$$(5)\hat{N}(a) = (\hat{N}(a+5) - \hat{N}(a)) / [1.2 \times \ln(\hat{N}(a+5) / \hat{N}(a))]$$

Encontrando que las diferencias en los resultados de $(5)\hat{N}(a)$ con respecto a los que propone B. y H. son triviales.

(5) para más información véase; B. y H. 1981, op cit, nota 2.

(6) Preston y Coale, 1982, op. cit.

El valor proveniente de la población observada, con el que hay que comparar los valores de $(5)\hat{N}(a)$ derivados de la ecuación [8], se puede aproximar a mitad del intervalo intercensal, suponiendo un crecimiento exponencial de la población, mediante la relación:

$$(5)\bar{N}(a) = (5)N'(a) \times \exp[(5)r(a) \times (t/2)] = \sqrt{(5)N'(a) \times (5)N''(a)}$$

Donde $(5)N'(a)$ es el número de personas de edad entre a y $a+5$, en el momento t' .

$(5)N''(a)$ es el número de personas de edad entre a y $a+5$, en el momento t'' .

$(5)r(a)$ es la tasa de crecimiento de las personas con edad entre a y $a+5$, en los momentos t' y t'' .

t es el tiempo transcurrido entre t' y t'' .

Una vez calculados los valores de $(5)\hat{N}(a)$ y $(5)\bar{N}(a)$ B. y H. proponen estimar la cabalidad del registro de defunciones por la mediana de la serie $(10)\hat{N}(a)/(10)\bar{N}(a)$.

La técnica presentada necesita, por consiguiente, de información proveniente de dos censos de población (para calcular las tasas de crecimiento que intervienen en las ecuaciones básicas de estimación de $\hat{N}(a)$) y la población media con la cual comparar, y de defunciones registradas anualmente, por sexo y edad, durante el intervalo intercensal.

Es aplicable además bajo los siguientes supuestos:

- 1- La población es cerrada, o lo que es lo mismo no se produjo fenómeno migratorio alguno durante el intervalo intercensal.
- 2- Existe una determinada edad avanzada (por lo menos 50 años) por debajo de la cual no se producen errores en la declaración de la edad.
- 3- El subregistro de las defunciones es independiente de la edad, por lo menos en las edades adultas, ya que si las defunciones correspondientes a la edad elegida como punto de apoyo tienen un mayor o menor subregistro que el resto, la estimación de los valores de $\hat{N}(a)$ estará sesgada en tal medida.
- 4- Los dos censos son comparables en cuanto a su cobertura. En el caso de que haya grupos de edades que presenten una subenumeración diferente al resto (p. ej. primeras edades), no se deben incluir los valores correspondientes a estas edades de los cocientes $(5)\hat{N}(a)/(5)\bar{N}(a)$ en la estimación del grado de cabalidad del registro de defunciones.

II. APLICACION CON DATOS CONTROLADOS

Para comprobar el comportamiento de la técnica propuesta por B. y H. se realizaron unas aplicaciones con datos controlados, a fin de resaltar el efecto que tiene sobre los valores $(5)\hat{N}(a)/(5)\bar{N}(a)$, que a partir de ahora denominaremos $(5)K(a)$, el incumplimiento de los supuestos básicos.

Se utilizó una proyección de la población Argentina, por sexo y edad, correspondiente al decenio 1970-80, con el propósito de asegurar por un lado la inexistencia de subenumeración, subregistro y errores en la declaración de la edad y por otro de contar con la información exacta sobre mortalidad, necesaria para la estimación de la densidad final de apoyo.

Las variantes contempladas son las siguientes:

A. Verificación del comportamiento de la técnica en una situación ideal, con datos exactos(*).

A.1 Población por sexo y edad entre 1970-80, sin migración.

A.2 Población por sexo y edad entre 1970-75 y 1975-80, sin migración.

B. Efectos del no cumplimiento del supuesto de población cerrada.

B.1 Población por sexo y edad entre 1970-80, con inmigración, con datos exactos.

B.2 Población por sexo y edad entre 1970-80, con emigración, con datos exactos.

(*) Por datos exactos nos referimos a información que no está afectada por subenumeración (censos) ni omisión (defunciones).

En ambos casos se utilizó la magnitud y la estructura, por sexo y edad, de la migración neta correspondiente al periodo 1950-55 de las proyecciones de población argentina 1950-2025, elaboradas por CELADE.

C. Efectos de errores en los datos básicos.

C.1 Simulación de un 5 por ciento de subenumeración en el segundo censo, para todas las edades.

C.2 Simulación de un 10 por ciento de subenumeración en el grupo de edades 20-29, en ambos censos.

C.3 Simulación de un 20 por ciento de omisión en las defunciones, para todas las edades.

En los tres casos se utilizó la proyección, por sexo y edad, para 1970-80 sin migración.

En el siguiente cuadro se detallan los valores de migración y cobertura, válidos para cada alternativa, y en el anexo 1 se encuentra los datos básicos utilizados.

SIMULACION

	A				B				C					
	A.1		A.2		B.1		B.2		C.1		C.2		C.3	
	70 75	75 80	70 75	75 80	70 75	75 80	70 75	75 80	70 75	75 80	70 75	75 80	70 75	75 80
Inmigración (a)	← 0		→ 2,64		2,40		←		←		0		→	
Emigración (b)	← 0		→		→		2,68-2,51*		←		0		→	
Cobertura	←		←		←		←		←		←		←	
2° Censo	←		←		1		→		← -0,95 >		←		1 →	
G. 20-29	←		←		1		→		←		← 0,90 >		← 1 →	
Defunciones	←		←		1		→		←		←		← 0,60 >	
Fecundidad (c)	←		←		←		1,54 1,61		←		←		←	
Mortalidad (d)	←		←		←		67,32 68,71		←		←		←	

- (a) La pob. inmigrante durante el período representa el 2,29 por ciento de la población final.
 (b) La pob. emigrante durante el período representa el 2,76 por ciento de la población inicial.
 (*) Tasas, por mil habitantes, anuales a mitad del período.
 (c) Valores de Tasa Bruta de Reproducción.
 (d) Valores de esperanza de vida al nacer.

Resultados

A. Con respecto al comportamiento de la técnica en una situación controlada, con datos exactos (A.1), se espera que los valores de (5)K(a) sean iguales a 1, para ambos sexos y para cada edad.

Como se puede apreciar en el cuadro 1 y gráfico 1, los valores de (5)K(a) no son iguales a 1, difieren de nivel por sexo y presentan variaciones con la edad.

CUADRO 1. ARGENTINA 1970-80.

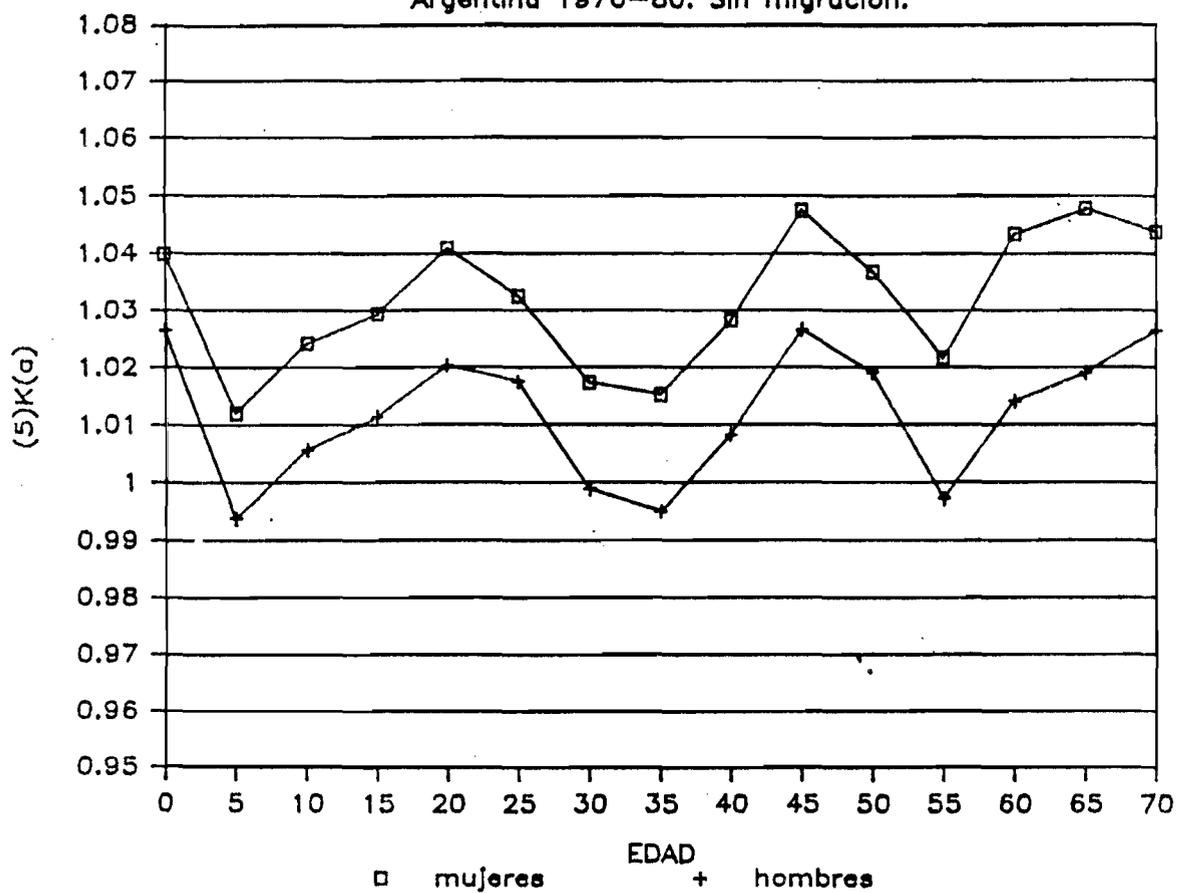
Valores de (5)K(a)		
edad	hombres	mujeres
0-4	: 1.02653	: 1.04004
5-9	: 0.99386	: 1.01208
10-14	: 1.00582	: 1.02432
15-19	: 1.01149	: 1.02950
20-24	: 1.02043	: 1.04107
25-29	: 1.01753	: 1.03250
30-34	: 0.99891	: 1.01739
35-39	: 0.99504	: 1.01531
40-44	: 1.00838	: 1.02830
45-49	: 1.02669	: 1.04768
50-54	: 1.01919	: 1.03689
55-59	: 1.99730	: 1.02172
60-64	: 1.01424	: 1.04357
65-69	: 1.01917	: 1.04797
70-74	: 1.02652	: 1.04383
75-79	: 1.05408	:
	:	:
	:	:

Densidad de partida; N(75)

FUENTE: Anexo 1. población masculina y femenina sin migración.

GRAFICO 1

Argentina 1970-80. Sin migracion.



FUENTE: CUADRO 1.

1- Desvío con respecto a 1.

En la estimación de la densidad a la edad inicial del grupo abierto final, mediante la ecuación:

$$\hat{N}(A) = D(a+) * \{ \exp[r(a+) * (o)e(A)] - [(r(a+) * (o)e(A))^2 / 6] \} \quad [9]$$

se comete un sesgo, que no depende en este caso ni del valor de $D(a+)$ ni de $(o)e(A)$ por tratarse de valores implícitos en la proyección, y que presumiblemente se deba al ajuste de la regresión en la que se basa esta ecuación o al no cumplimiento de algún supuesto hecho durante el desarrollo de la misma (ver B. y H., 1981, nota 3).

Como se puede apreciar en el cuadro y gráfico 2, el sesgo cometido presenta una gran variación según la densidad usada como punto de apoyo.

Este sesgo se acarrea después al resto de las densidades por las características iterativas de su cálculo.

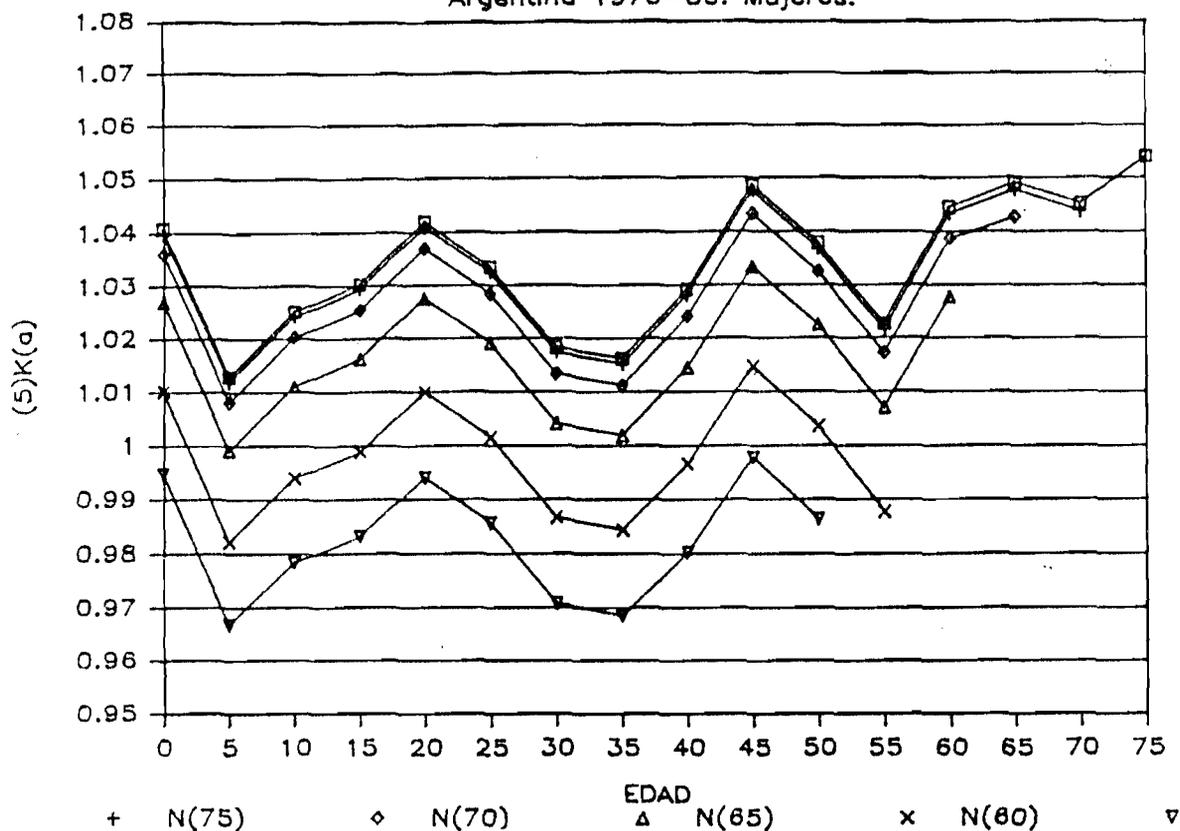
CUADRO 2. ARGENTINA 1970-80. MUJERES

Valores de $(5)K(a)$

edad	Densidades de partida					
	N(80)	N(75)	N(70)	N(65)	N(60)	N(55)
0-4	: 1.04099	: 1.04004	: 1.03615	: 1.02720	: 1.01025	: 0.99486
5-9	: 1.01303	: 1.01208	: 1.00819	: 0.99924	: 0.98229	: 0.96690
10-14	: 1.02529	: 1.02432	: 1.02038	: 1.01129	: 0.99410	: 0.97848
15-19	: 1.03048	: 1.02950	: 1.02552	: 1.01637	: 0.99904	: 0.98329
20-24	: 1.04206	: 1.04107	: 1.03703	: 1.02773	: 1.01012	: 0.99413
25-29	: 1.03349	: 1.03250	: 1.02847	: 1.01919	: 1.00163	: 0.98568
30-34	: 1.01837	: 1.01739	: 1.01339	: 1.00418	: 0.98675	: 0.97092
35-39	: 1.01631	: 1.01531	: 1.01129	: 1.00201	: 0.98445	: 0.96850
40-44	: 1.02931	: 1.02830	: 1.02417	: 1.01465	: 0.99664	: 0.98028
45-49	: 1.04873	: 1.04768	: 1.04340	: 1.03354	: 1.01488	: 0.99792
50-54	: 1.03796	: 1.03689	: 1.03256	: 1.02256	: 1.00365	: 0.98646
55-59	: 1.02281	: 1.02172	: 1.01730	: 1.00711	: 0.98782	:
60-64	: 1.04474	: 1.04357	: 1.03882	: 1.02786	:	:
65-69	: 1.04925	: 1.04797	: 1.04280	:	:	:
70-74	: 1.04528	: 1.04383	:	:	:	:
75-79	: 1.05408	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:

FUENTE: Anexo 1. población femenina, sin migración.

GRAFICO 2
Argentina 1970-80. Mujeres.



FUENTE: CUADRO 2.

Sin embargo ésta no es la única causa de la variabilidad en los valores de $K(a)$, ya que puede estar afectado en cada edad por la estimación de la población media (denominador), por las tasas de crecimiento ($(5)r(a)$) y por la integración usada para estimar los grupos quinquenales de edad ($(5)\hat{N}(a)$).

El sesgo cometido en la estimación de la densidad final de apoyo podría explicar también la diferencia en el nivel medio de $(5)K(a)$ entre hombres y mujeres, pues puede que la regresión de la que se derivó la fórmula [9] debiera hacerse para cada sexo. Podemos ver que el valor medio de $(5)K(a)$ para mujeres es de 1.0321 y para hombres es de 1.0121, lo que da una diferencia de .02, que es aproximadamente la misma que presentan los últimos valores de $(5)K(a)$ de hombres y mujeres: 0.0173.

2- Variaciones con la edad.

Se realizó una aplicación con la misma población pero para un periodo de 5 años y se pudo observar como desaparecieron las oscilaciones por edad presentes en el periodo decenal (ver cuadro 3 y gráfico 3).

CUADRO 3. ARGENTINA 1970-80. MUJERES

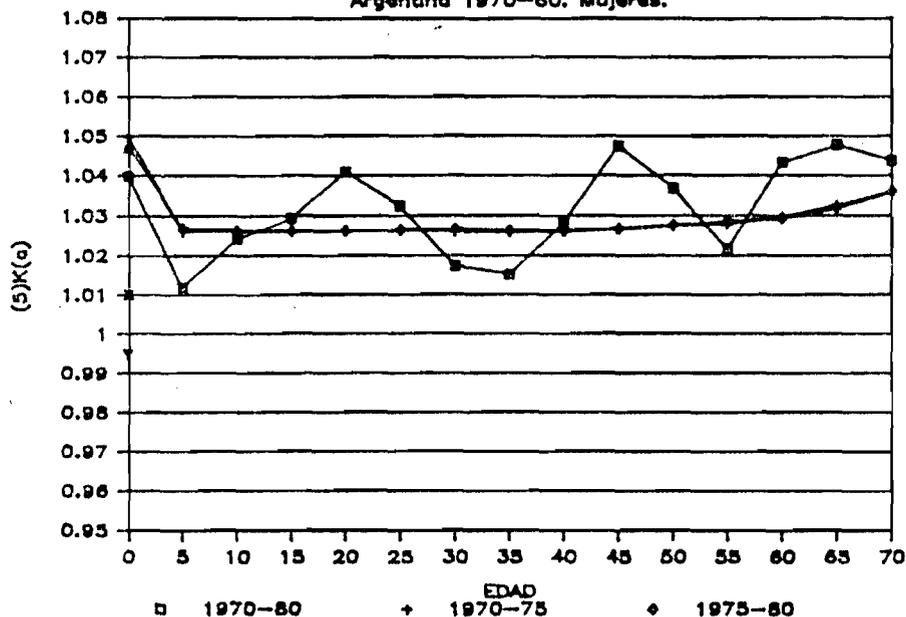
Valores de $(5)K(a)$

edad	1970-79	1970-75	1975-80
0-4	1.04004	1.05019	1.04736
5-9	1.01208	1.02633	1.02705
10-14	1.02432	1.02624	1.02644
15-19	1.02950	1.02625	1.02636
20-24	1.04107	1.02648	1.02640
25-29	1.03250	1.02651	1.02667
30-34	1.01739	1.02614	1.02673
35-39	1.01531	1.02609	1.02641
40-44	1.02830	1.02641	1.02642
45-49	1.04768	1.02713	1.02683
50-54	1.03689	1.02780	1.02777
55-59	1.02172	1.02816	1.02874
60-64	1.04357	1.02996	1.02945
65-69	1.04797	1.03284	1.03199
70-74	1.04383	1.03638	1.03619

FUENTE: Anexo 1, población femenina, sin migración.

GRAFICO 3

Argentina 1970-80. Mujeres.



FUENTE: CUADRO 3.

Una de las causas de las oscilaciones presentes en el periodo decenal es atribuible al denominador, es decir a la estimación de la población media $({}^{(5)}\bar{N}(a))$, como efecto del no cumplimiento del supuesto de crecimiento exponencial constante por edad durante el periodo, resultando este efecto mayor a medida que aumenta el intervalo de tiempo.

En el cuadro 4, columna a, se compara la población media estimada de esta forma y la población de la proyección correspondiente a 1975 (mitad del periodo intercensal).

Como alternativa se calculó una población media por cohorte, de forma similar a la anterior:

$$({}^{(5)}\bar{N}(a)) = \sqrt{{}^{(5)}N'(a-5) \times {}^{(5)}N''(a+5)}$$

y se comparó también con la población proyectada en 1975, los resultados se muestran en el cuadro 4, columna b; una serie monótona y creciente a medida que disminuye la edad.

CUADRO 4. ARGENTINA 1970-80. MUJERES.

edad	grupos quinquenales de edad		densidades	
	$\frac{(5)N(a)}{(5)N'(a)}$	$\frac{(5)N(a)}{(5)N'(a)}$	$\frac{N(a)}{N'(a)}$	
	-a-	-b-	-c-	
0-4	: 1.0194	:	:	:
5-9	: 1.0322	: 1.0028	:	:
10-14	: 1.0072	: 0.9998	: 1.0013	:
15-19	: 0.9972	: 0.9994	: 0.9996	:
20-24	: 0.9755	: 0.9996	: 0.9995	:
25-29	: 0.9923	: 0.9995	: 0.9996	:
30-34	: 1.0220	: 0.9991	: 0.9993	:
35-39	: 1.0260	: 0.9986	: 0.9989	:
40-44	: 1.0007	: 0.9979	: 0.9983	:
45-49	: 0.9652	: 0.9967	: 0.9975	:
50-54	: 0.9873	: 0.9955	: 0.9965	:
55-59	: 1.0186	: 0.9934	: 0.9952	:
60-64	: 0.9794	: 0.9878	: 0.9923	:
65-69	: 0.9772	: 0.9789	: 0.9876	:
70-74	: 0.9938	: 0.9626	: 0.9817	:
75-79	: 0.9897	:	:	:
:	:	:	:	:

a- Numerador: población media según promedios geométricos por edad.

Denominador: población de la proyección en 1975.

b- Numerador: población media según promedios geométricos por cohorte.

Denominador: población de la proyección en 1975.

c- Numerador: población media según promedios geométricos por cohorte.

Denominador: población de la proyección en 1975.

FUENTE: Anexo 1, población femenina, sin migración.

La otra causa de las oscilaciones es atribuible al numerador y se encuentra en la aproximación de $(5)\hat{N}(a)$ a partir de las densidades $\hat{N}(a)$, mediante la relación:

$$(5)\hat{N}(a) = (\hat{N}(a-5) - \hat{N}(a)) / [1.2 \times \ln(\hat{N}(a-5) / \hat{N}(a))]$$

que supone un comportamiento exponencial constante dentro de cada grupo quinquenal de edad.

Dado que la técnica de B. y H. estima densidades de población (ecuaciones [8] y [9]), se calcularon las densidades correspondientes a la población de la proyección en 1975 y a la población media calculada por cohortes, usando la siguiente aproximación:

$$\bar{N}(a) = [(5)\bar{N}(a) + (5)\bar{N}(a+5)] / 10$$

Y se compararon ambas series de densidades con los obtenidos mediante grupos quinquenales de edad, los resultados aparecen en el cuadro 4, columna c.

Como consecuencia de estos resultados se calcularon los cocientes $\hat{N}(a) / \bar{N}(a)$, que denominaremos $K(a)$, para el mismo periodo (1970-80), usando como numerador las densidades estimadas directamente por la técnica y como denominador las densidades derivadas de la estimación de la población media por cohorte. Los resultados se pueden ver en el gráfico 4 y cuadro 5.

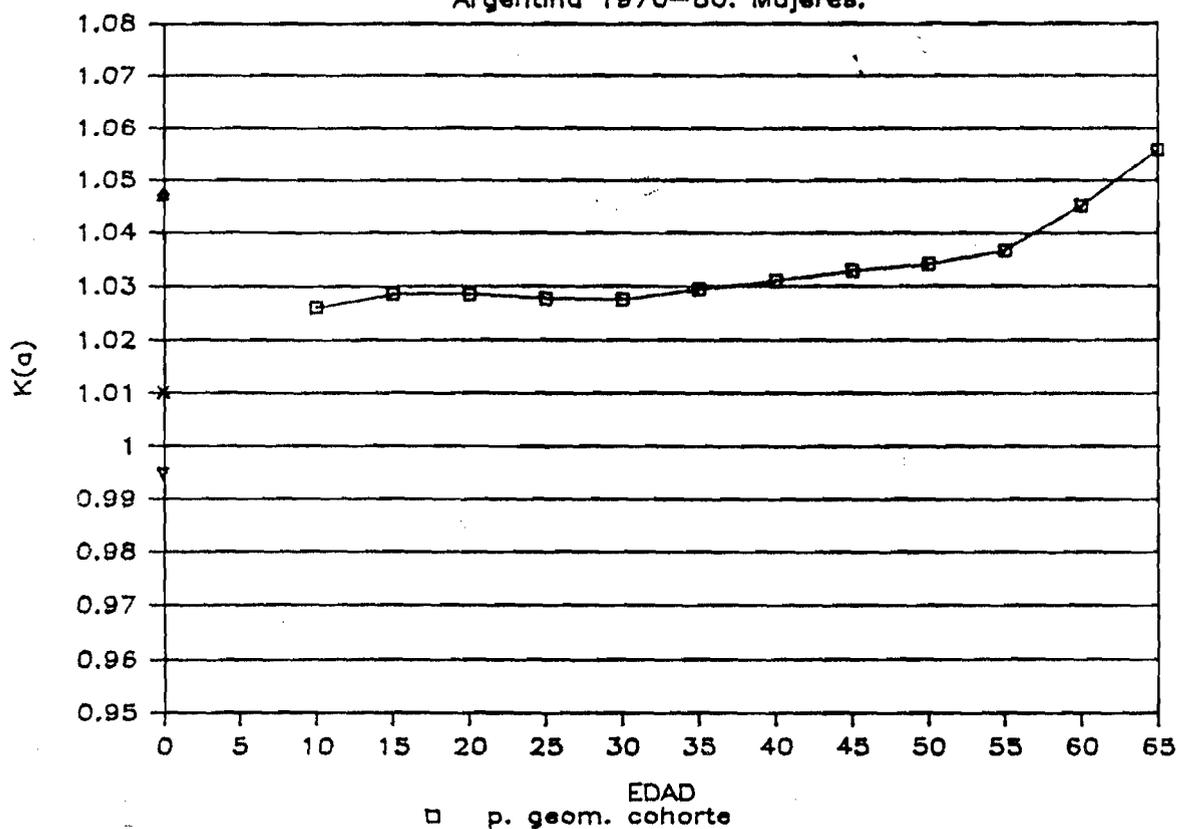
CUADRO 5. ARGENTINA 1970-80. MUJERES

promedios geométricos

edad	por edad		por cohorte	
	(5)K(a)	K(a)	(5)K(a)	K(a)
0-4	1.04004	:	:	:
5-9	1.01208	:	1.04175	:
10-14	1.02432	1.00743	1.03198	1.02626
15-19	1.02950	1.02594	1.02721	1.02872
20-24	1.04107	1.04214	1.01601	1.02868
25-29	1.03250	1.04457	1.02510	1.02783
30-34	1.01739	1.02055	1.04069	1.02772
35-39	1.01531	1.00442	1.04318	1.02963
40-44	1.02830	1.01565	1.03122	1.03119
45-49	1.04768	1.04787	1.01453	1.03304
50-54	1.03689	1.05601	1.02834	1.03429
55-59	1.02172	1.02930	1.04768	1.03687
60-64	1.04357	1.03538	1.03466	1.04528
65-69	1.04797	1.06181	1.04617	1.05598
70-74	1.04383	1.05884	:	:

FUENTE: Anexo 1, población femenina, sin migración.

GRAFICO 4
Argentina 1970-80. Mujeres.



FUENTE: CUADRO 5.

En los resultados obtenidos en las siguientes aplicaciones se ha observado que los valores $K(a)$ correspondientes a la población masculina y femenina presentan los mismos comportamientos ante las distintas situaciones que se han simulado. Por lo tanto en lo que sigue se presentarán los resultados obtenidos para la población femenina, siendo las conclusiones presentadas en cada caso válidas también para la población masculina.

B. Efectos del no cumplimiento del supuesto de población cerrada.

B.1 La presencia de inmigración produce una sobreestimación creciente de los valores de $K(a)$, a partir de los grupos de edad en que la inmigración toma importancia, a medida que se pasa de las edades avanzadas a las más jóvenes.

Esto se debe a que la presencia de inmigración eleva el valor de las tasas de crecimiento y por lo tanto de la estimación de $\hat{N}(a)$, efecto que se va acumulando por la forma iterativa de su cálculo. Mientras que aunque el efecto de las tasas de crecimiento elevadas está presente también en los valores de $\bar{N}(a)$ derivados de la población media, en éstos no es acumulativo, produciendo que el cociente $\hat{N}(a)/\bar{N}(a)$ vaya aumentando a medida que se pasa a edades más jóvenes. Ver cuadro 6 y gráfico 5.

B.2 La presencia de emigración produce un efecto similar pero en sentido contrario. Según se puede ver en el gráfico 5, la serie $K(a)$ presenta una subestimación creciente a medida que se pasa a edades más jóvenes.

CUADRO 6

APLICACION: BENNETT Y HORIUCHI
PAIS: ARGENTINA (Simulacion con Inmigracion) PERIODO: 1970 - 1979
POBLACION: femenina

ESTIMACION DE LA CABALIDAD DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES

EDAD	POBLACION INICIAL	POBLACION FINAL	DEFUNCIONES	R(a)	POBLACION (5)N(a)	MEDIA N(a)	POBLACION ESTIMADA N(a)	K(a)	quin	densi
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0 - 4	1212126	1635386	15000	0.02999			372576	1693057		
5 - 9	1147229	1386698	647	0.01898	1217711		306776	1461742	1.20040	
10 - 14	1107115	1223321	532	0.00999	1163783	238149	278380	1356373	1.16549	1.16893
15 - 19	106397	1180575	919	0.01066	1133043	229683	264291	1284591	1.13375	1.15068
20 - 24	966519	1159579	1125	0.01824	1083301	221634	249684	1190430	1.09888	1.12656
25 - 29	865165	1105658	1291	0.02456	977984	206129	226849	1064199	1.08816	1.10052
30 - 34	807272	989585	1442	0.02039	869114	184710	199419	944403	1.08863	1.07954
35 - 39	730712	873082	1833	0.00992	806008	167512	178720	867240	1.07597	1.06691
40 - 44	772872	804746	2314	0.00405	704315	159032	168281	784168	1.05464	1.05815
45 - 49	700343	777970	3047	0.01053	760335	154465	162619	784490	1.03177	1.05179
50 - 54	613660	748002	3953	0.01982	682218	144255	151313	710512	1.04147	1.04893
55 - 59	550142	664563	4989	0.01892	589428	127165	133273	623452	1.05272	1.04804
60 - 64	462256	566153	6546	0.02030	515716	110514	116484	537575	1.04239	1.05402
65 - 69	357013	483444	8717	0.03036	416007	93172	99018	437722	1.05220	1.06274
70 - 74	255491	374386	10506	0.03826	130250	54626	76993	324202		
75 Y +	274163	435311	35992	0.04630			54039			
IGNORADA	0	0	0							
TOTAL	11943475	14408459	98853	0.01879						

FUENTE: PROYECCION CON INMIGRACION. 1970-1980

Simulacion con datos exactos.

Archivo de datos: SIADEF

Esperanza de vida a la edad 75: 9.21

(1) Fecha pob. inicial: 1-1-1970

(2) Fecha pob. final: 31-12-1979

(3) Medias anuales

(4) Tasas de crecimiento intercensales por edad

(5) Promedio geometrico de cohorte

(6) $N(a) = [(5)N(a-5) + (5)N(a)]/10$ (7) $N(a) = N(a+5) \cdot \exp[5A(5)R(a)] + (5)D(a) \cdot \exp[2.5A(5)R(a)]$ (8) $(N(a+5) - N(a)) / (2.5 \cdot \text{ALOG}(N(a+5)/N(a)))$ (9) $= (8)/(5)$ (10) $= (7)/(6)$

APLICACION: BENNETT Y HORIUCHI
PAIS: ARGENTINA (Simulacion con Emigracion) PERIODO: 1970 - 1979
POBLACION: femenina

ESTIMACION DE LA CABALIDAD DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES

EDAD	POBLACION INICIAL	POBLACION FINAL	DEFUNCIONES	R(a)	POBLACION (5)N(a)	MEDIA N(a)	POBLACION ESTIMADA N(a)	K(a)	quin	densi
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0 - 4	1212126	1495654	14211	0.02105			261545	1205996		
5 - 9	1147229	1299589	631	0.01249	1194101		221937	1074191	0.89958	
10 - 14	1107115	1176345	518	0.00607	1123345	231795	207893	1022551	0.90987	0.89688
15 - 19	1061397	1100938	878	0.00366	1071732	219558	201164	994479	0.92792	0.91623
20 - 24	966519	1037479	1065	0.00709	1027624	209936	196644	966336	0.93744	0.93669
25 - 29	865165	994926	1232	0.01399	941938	196956	183744	903414	0.96441	0.95831
30 - 34	807272	917982	1395	0.01287	846383	176832	174800	843017	0.99662	0.97745
35 - 39	730712	838008	1791	0.00462	790269	163665	162555	799002	1.01105	0.99322
40 - 44	772872	773624	2276	0.0010	773186	156345	157077	779491	1.00615	1.00456
45 - 49	700343	758048	3011	0.00766	753387	152657	147225	751487	0.99746	1.01245
50 - 54	613660	734394	3921	0.01799	677934	143122	145955	689318	1.01532	1.01979
55 - 59	550142	653048	4958	0.01763	586124	126326	129654	608319	1.03770	1.02578
60 - 64	462256	559233	6511	0.01918	513344	109947	113970	527192	1.02688	1.03659
65 - 69	357013	479907	8679	0.02943	414407	92775	97343	431048	1.04016	1.04934
70 - 74	255491	371511	10462	0.03749	129365	54377	75959	320229		
75 Y +	274163	431941	35836	0.04552			53449			
IGNORADA	0	0	0							
TOTAL	11943475	13613317	97373	0.01310						

FUENTE: PROYECCION DE POBLACION CON EMIGRACION. 1970-1980

Simulacion con datos exactos

Archivo de datos: SEADEP

Esperanza de vida a la edad 75: 9.21

(1) Fecha pob. inicial: 1-1-1970

(2) Fecha pob. final: 31-12-1979

(3) Medias anuales

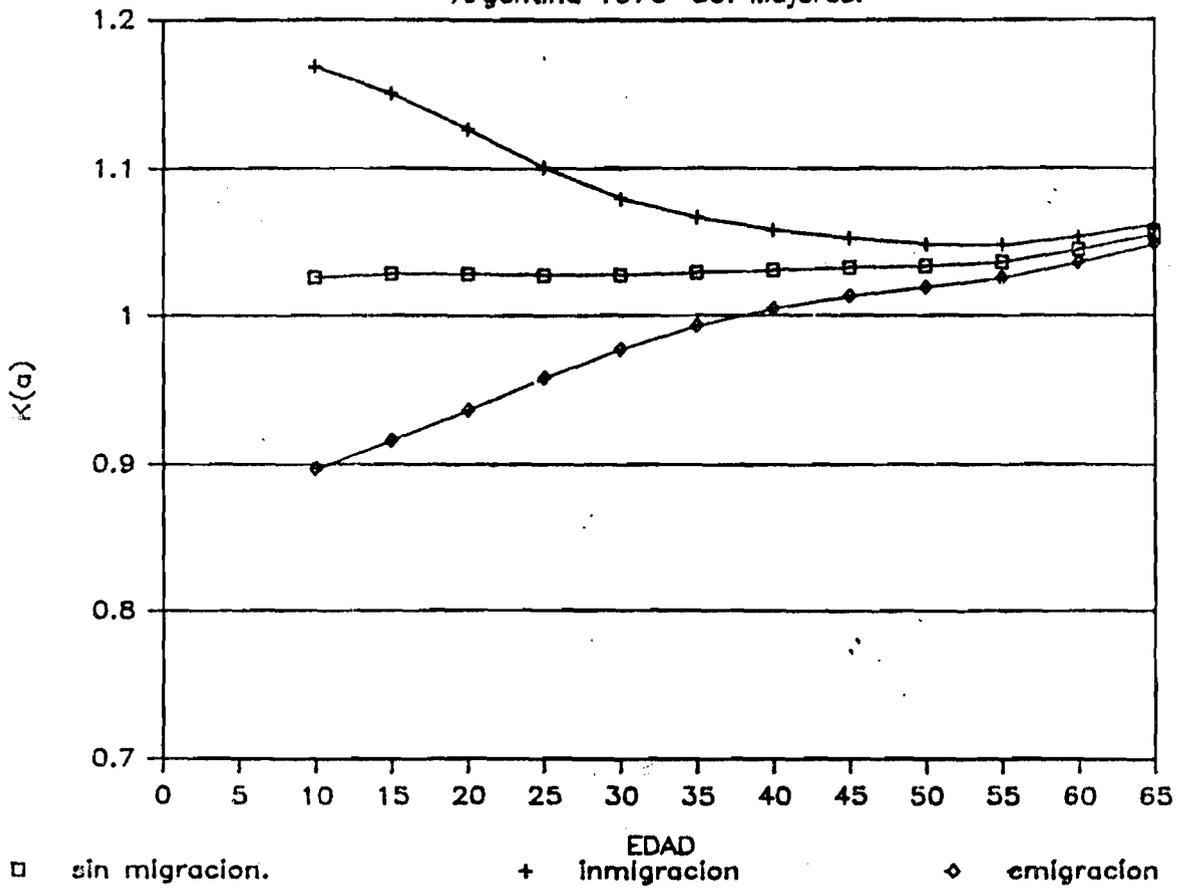
(4) Tasas de crecimiento intercensales por edad

(5) Promedio geometrico de cohorte

(6) $N(a) = [(5)N(a-5) + (5)N(a)]/10$ (7) $N(a) = N(a+5) \cdot \exp[5A(5)R(a)] + (5)D(a) \cdot \exp[2.5A(5)R(a)]$ (8) $(N(a+5) - N(a)) / (2.5 \cdot \text{ALOG}(N(a+5)/N(a)))$ (9) $= (8)/(5)$ (10) $= (7)/(6)$

GRAFICO 5

Argentina 1970-80. Mujeres.



FUENTE: CUADRO 6.

C. Efecto de errores en los datos básicos.

C.1 El resultado del no cumplimiento del requisito de comparabilidad entre los censos produce un efecto acumulativo, similar al producido por la presencia de migración, que conduce, en el caso de una mayor omisión del segundo censo, a una subestimación de los valores $K(a)$ (\approx emigración), como se aprecia en el gráfico 6 y cuadro 7.

Con la particularidad de que al simular una proporción de omisión constante para todas las edades el efecto se aprecia desde los primeros valores de $K(a)$, correspondientes a las edades avanzadas, en forma ininterrumpida.

Una mayor omisión del primer censo es de esperar que produzca el efecto contrario, una sobreestimación de los valores de $K(a)$ (\approx inmigración).

CUADRO 7. ARGENTINA 1970-80. MUJERES
Densidad de partida $N(B0)$

edad	Valores de $K(a)$		
	1	2	3
0-4	:	:	:
5-9	:	:	:
10-14	: 0.75567	: 1.02723	: 0.82178
15-19	: 0.77653	: 1.05630	: 0.82376
20-24	: 0.79562	: 1.08536	: 0.82373
25-29	: 0.81436	: 1.08447	: 0.82305
30-34	: 0.83395	: 1.08435	: 0.82297
35-39	: 0.85554	: 1.05877	: 0.82450
40-44	: 0.87701	: 1.03220	: 0.82576
45-49	: 0.89897	: 1.03407	: 0.82726
50-54	: 0.92045	: 1.03534	: 0.82827
55-59	: 0.94302	: 1.03795	: 0.83036
60-64	: 0.97083	: 1.04642	: 0.83714
65-69	: 1.00051	: 1.05720	: 0.84576
70-74	: 1.03337	: 1.07218	: 0.85774
	:	:	:

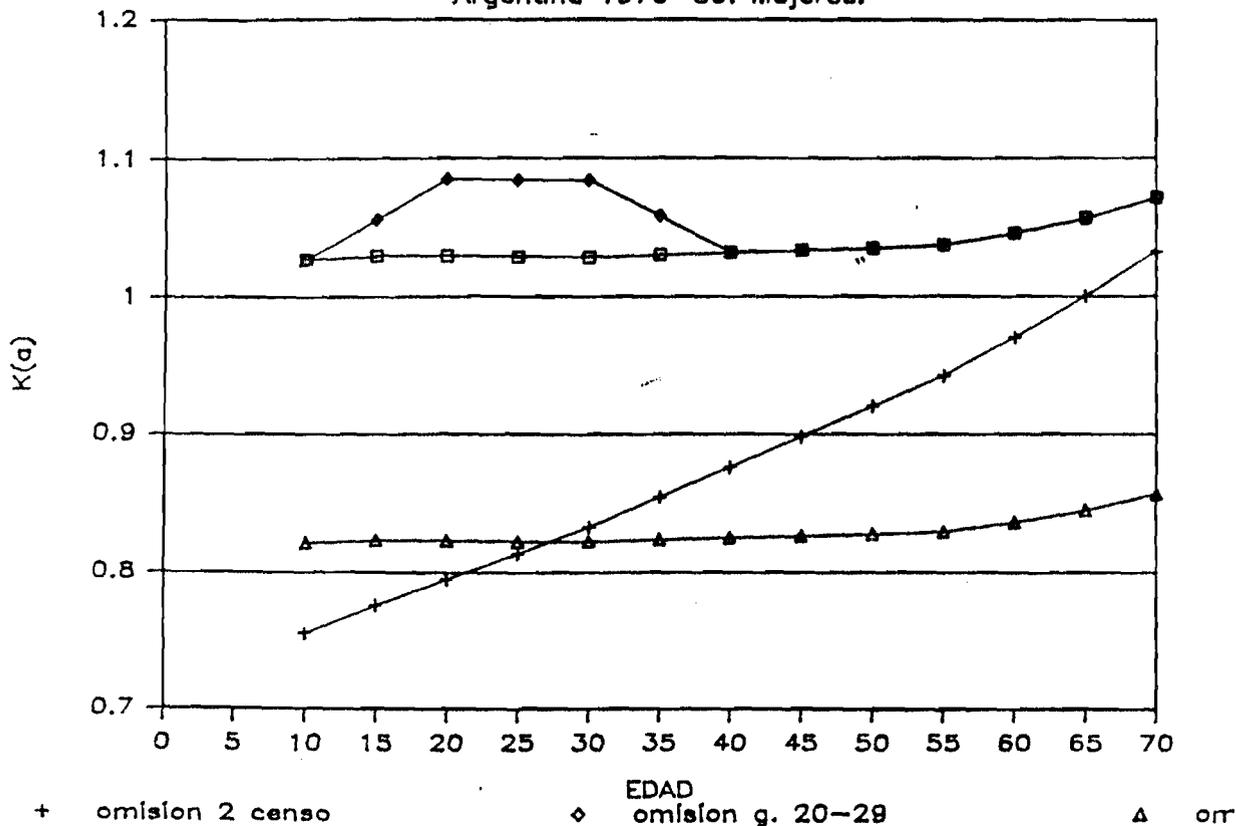
- 1) 5 de omisión en el segundo censo.
- 2) 10 de omisión en el grupo de edades 20-29, en ambos censos.
- 3) 20 de omisión en las defunciones.

FUENTE: Anexo 1, población femenina, sin migración.

C.2 Se realizó una aplicación donde se simuló una omisión del 10 por ciento en los grupos de edades 20-24 y 25-29, en ambos censos. Las tasas de crecimiento por edad de estos grupos no resultaron afectadas y por lo tanto tampoco los valores de $\hat{N}(a)$. Sin embargo, al calcular la población media por cohorte, resultaron afectados los valores de $\bar{N}(a)$ correspondientes a las edades 15, 20, 25, 30 y 35.

Como resultado los valores $K(a)$ correspondientes a estas edades detectaron la omisión simulada, aunque subestimándola, e involucrando por efecto de la estimación de las densidades $\bar{N}(a)$ los valores de $K(a)$ correspondientes a las edades 15 y 35, como se puede apreciar en el gráfico 6 y cuadro 7.

GRAFICO 6
Argentina 1970-80. Mujeres.



FUENTE: CUADRO 7.

C.3 Se realizó una aplicación con una omisión simulada del 20 por ciento en el registro de defunciones, para todas las edades. Afectando las densidades de población estimadas por la técnica (fórmulas [8] y [9]), pero no las densidades derivadas de la población media ya que las defunciones no intervienen en el cálculo de éstas.

En el gráfico 6 y cuadro 7 se puede observar como la técnica detectó con bastante exactitud, la omisión de las defunciones.

A pesar que los valores de $K(a)$ no reproducen el 20 por ciento de omisión, subestimándolo en un 2 por ciento aproximadamente, al comparar estos valores con los del cuadro 5, correspondientes a la aplicación sin migración y con datos exactos, la subestimación es menor del 1 por ciento en todas las edades.

Resumen:

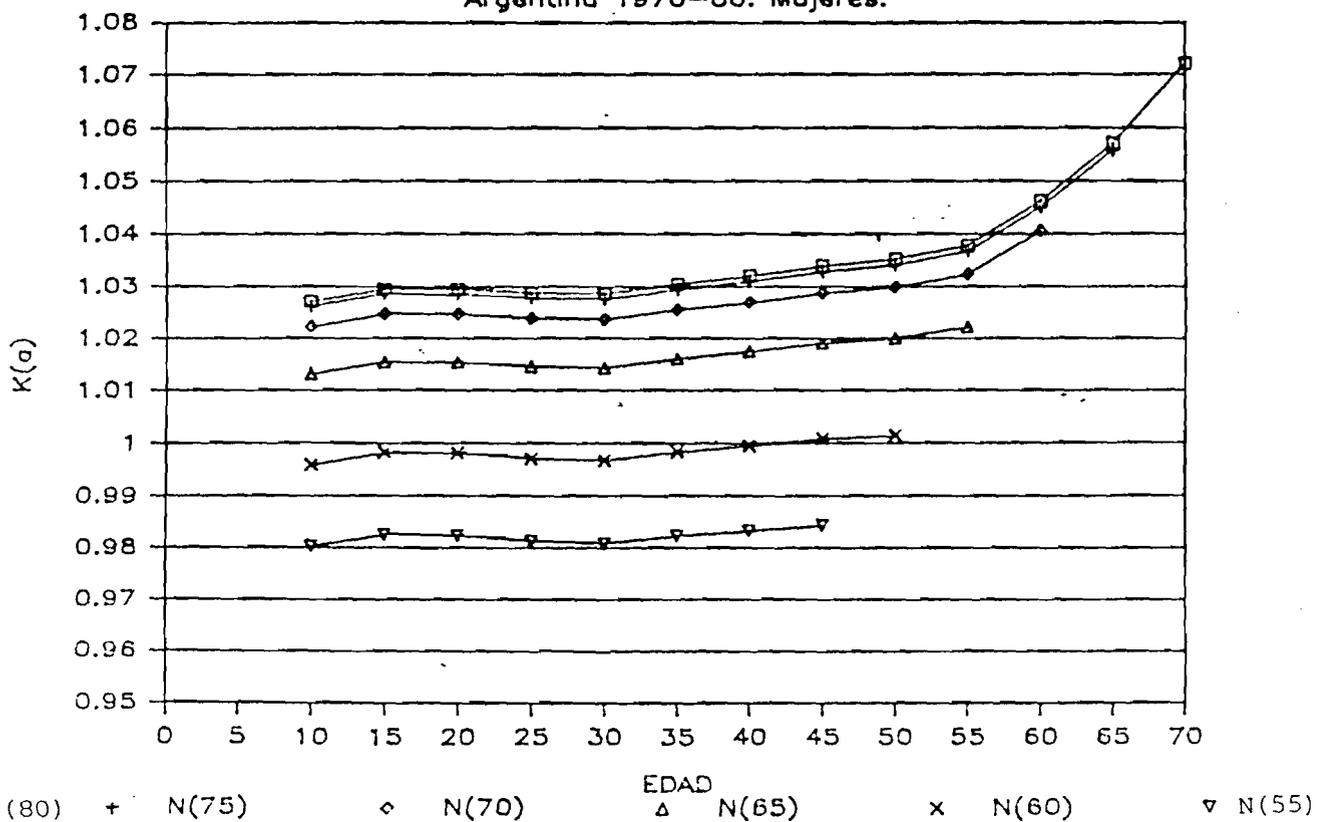
1- La forma de estimación de la densidad final de apoyo por la ecuación:

$$N(A) = D(a+) * (\exp[r(a+) * (o)e(A)] - [(r(a+) * (o)e(A))^2 / 6]) \quad [9]$$

presenta desvíos con respecto a los valores observados, que además son diferentes por sexo. Como la técnica acarrea al resto de valores $\hat{N}(a)$ el sesgo cometido en el punto de apoyo final, el hecho de calcular la población media por cohorte y los cocientes $K(a)$ por densidades no elimina las diferencias de niveles medios de $K(a)$ según el punto de apoyo elegido. Ver gráfico 7.

GRAFICO 7

Argentina 1970-80. Mujeres.



FUENTE: Anexo 1. población femenina, sin migración.

B. y H. presentaron en 1984(7) una forma de mejorar la estimación de las densidades de población por encima de los 60 años, manteniendo la misma forma de estimar la densidad final de apoyo, que consiste en ponderar $(5)D(a) \times \exp[2.5 \times (5)r(a)]$ por un factor gamma (proveniente de una regresión), igual a: $1 - 2.26(5)r(a) + 0.218(5)r(a) - 0.826(5)r(a)^2$.

Donde $(5)M(a)$ es la tasa de mortalidad observada, para las edades entre a y $a+5$.

CUADRO 8. ARGENTINA 1970-80. MUJERES

promedios geométricos por cohorte

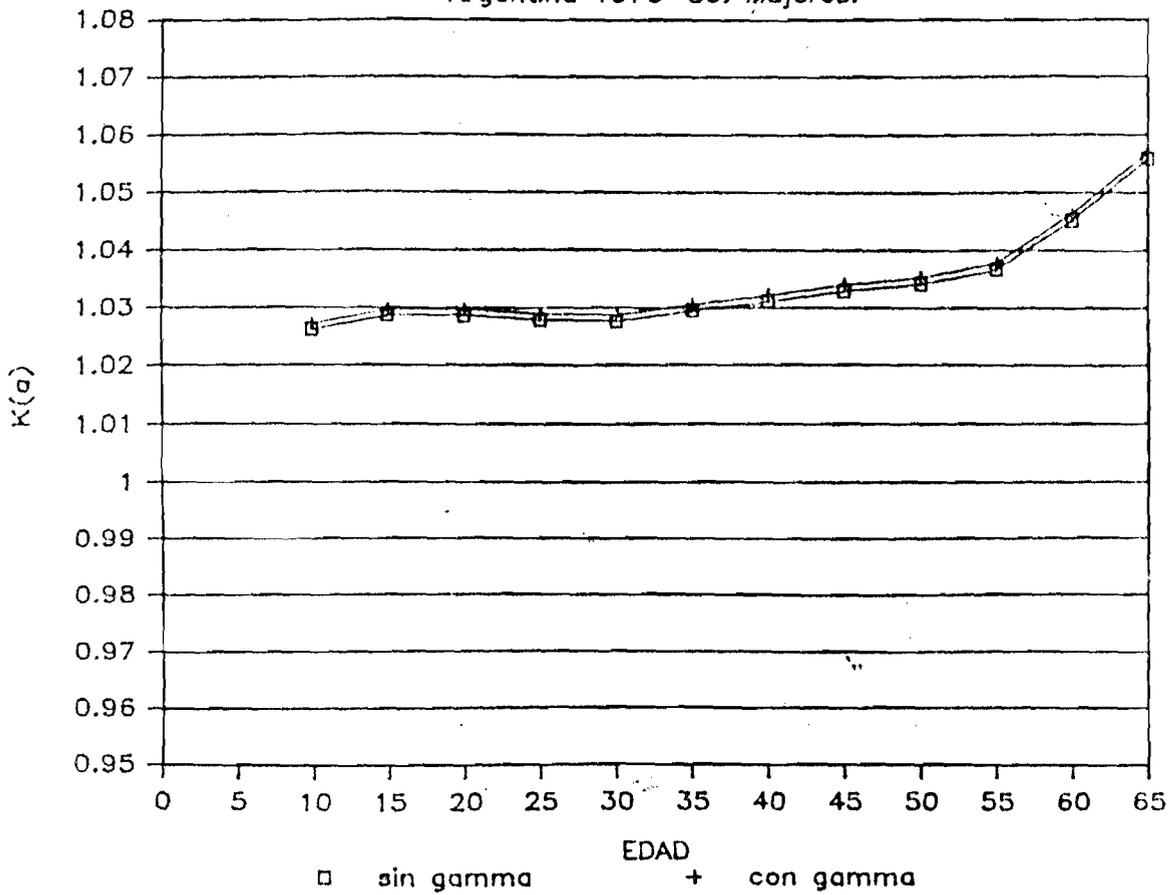
edad	con gamma		sin gamma	
	(5)K(a)	K(a)	(5)K(a)	K(a)
0-4	:	:	:	:
5-9	: 1.04281	:	: 1.04175	:
10-14	: 1.03303	: 1.02729	: 1.03198	: 1.02626
15-19	: 1.02827	: 1.02978	: 1.02721	: 1.02872
20-24	: 1.01706	: 1.02975	: 1.01601	: 1.02868
25-29	: 1.02616	: 1.02890	: 1.02510	: 1.02783
30-34	: 1.04177	: 1.02878	: 1.04069	: 1.02772
35-39	: 1.04428	: 1.03070	: 1.04318	: 1.02963
40-44	: 1.03234	: 1.03230	: 1.03122	: 1.03119
45-49	: 1.01564	: 1.03417	: 1.01453	: 1.03304
50-54	: 1.02948	: 1.03542	: 1.02834	: 1.03429
55-59	: 1.04887	: 1.03803	: 1.04768	: 1.03687
60-64	: 1.03578	: 1.04648	: 1.03466	: 1.04528
65-69	: 1.04704	: 1.05705	: 1.04617	: 1.05598

FUENTE: Anexo 1. población femenina, sin migración.

(7) Neil G. Bennett and Shiro Horiuchi: 'mortality estimation from registered deaths in less developed countries'. Demography, vol 12, 2: 217-223, 1984.

GRAFICO 8

Argentina 1970-80. Mujeres.



FUENTE: CUADRO 8.

Tal como aparece en el cuadro y gráfico 8, las diferencias en los valores $K(a)$ son mínimas, por lo tanto, considerando que siendo la estimación de la densidad final de apoyo la principal debilidad de la técnica, en las aplicaciones a datos reales no se introdujo en la ecuación [8] la ponderación por γ .

2- La estimación de la población a mitad del intervalo intercensal mediante promedios geométricos por edad, no reproduce adecuadamente la población observada, resultando una mejor estimación la realizada a través de promedios geométricos por cohorte. A pesar del comentario que hacen B. y H. en su documento (B. y H., 1981, página 14) acerca de que la mala declaración de la edad en los censos puede sesgar la estimación de la población media calculada por cohortes, de hecho esta circunstancia también puede sesgar la estimación de la población media calculada por edad, si la mala declaración es diferencial por edad y por censo.

Es recomendable, por consiguiente, calcular la población media por cohortes cuando se cuente con dos censos separados por un intervalo aproximado de 5 años, o múltiplo. En caso contrario calcularla por promedios geométricos por edad.

3- La integración de las densidades estimadas por la técnica, para calcular los correspondientes grupos quinquenales de edad, produce un sesgo errático que se traduce en oscilaciones por edad en los valores de $K(a)$.

Estas oscilaciones disminuyen considerablemente cuando los cocientes $K(a)$ se hacen directamente entre las densidades.

4- La técnica resulta muy sensible al no cumplimiento de sus dos supuestos básicos: a- Población cerrada y b-Comparabilidad entre ambos censos.

El alejamiento de estas dos condiciones afecta los valores de $K(a)$ a través de las tasas de crecimiento, básicamente de la misma forma.

5- Cambios en la fecundidad y en la mortalidad no afectan la serie de valores $K(a)$, exceptuando el primer valor cuando el período intervencional es de 10 años o menos y cambia la fecundidad, por lo cual es conveniente desestimar este valor(8).

(8) En las aplicaciones a casos reales es de esperar que el grupo de edades entre 0 y 4 años cumplidos, presente una omisión censal mayor que el resto de las edades, afectando el correspondiente valor de $K(a)$, de forma que es preferible, siguiendo las recomendaciones de B. y H., descartar este valor, aún cuando no haya indicios de cambios en la fecundidad, al analizar la serie de valores $K(a)$.

III. APLICACION CON DATOS REALES

A continuación se presentan los resultados de la aplicación de la técnica propuesta por B. y H. a cinco países latinoamericanos, en la década de 1960-70.

En todos los casos se aplicaron las ecuaciones 8 y 9 (páginas 5 y 6) para la estimación de la composición por edad de la población $\hat{N}(a)$, a partir de la composición por edad de las defunciones registradas. Los valores de la esperanza de vida a la edad inicial del intervalo abierto final, usados en la ecuación 8, fueron tomados de las tablas de vida elaboradas por Celade en colaboración con otros organismos nacionales, cuya publicación se reseña para cada país en particular.

La población a mitad del intervalo intercensal $\bar{N}(a)$ se estimó mediante promedios geométricos por cohorte.

En los cuadros y gráficos se muestran los valores de los cocientes $\hat{N}(a)/\bar{N}(a)$, que simbolizamos por $K(a)$. Las conclusiones presentadas sobre los resultados de la aplicación de la técnica en cada situación concreta se hacen en relación a la información publicada por Celade y otros organismos sobre cada país, por lo tanto las afirmaciones que se presenten están sujetas a la bondad de las estimaciones de referencia.

En el anexo 2 pueden encontrarse los datos utilizados sobre población censada y defunciones registradas para cada uno de los países estudiados. Aparecen junto a los resultados de la aplicación de la técnica, a partir de la densidad final de apoyo correspondiente a la edad más avanzada para la que se disponía de información, en cada caso.

Al final del presente capítulo se presentan las estimaciones de la esperanza de vida a los 5 años, para los cinco países latinoamericanos estudiados, calculadas a partir de una relación presentada por B. y H. (9), que permite estimar la probabilidad que tiene una persona de edad a de sobrevivir hasta una edad $a+n$ - $(n)p(a)$ - a partir de la composición de la población por edad y de las tasas observadas de crecimiento.

(9) Bennet y Horiuchi: 'Mortality estimation....'.
1984, op.cit.

1- ARGENTINA

Los resultados de la aplicación de la técnica de B. y H. a la población masculina muestran una subida de los valores de $K(a)$, a partir de los 45-40 años hacia las edades jóvenes (ver gráfico 9), con una curvatura muy parecida a la experimentada en el caso de la simulación con inmigración (gráfico 5, página 25).

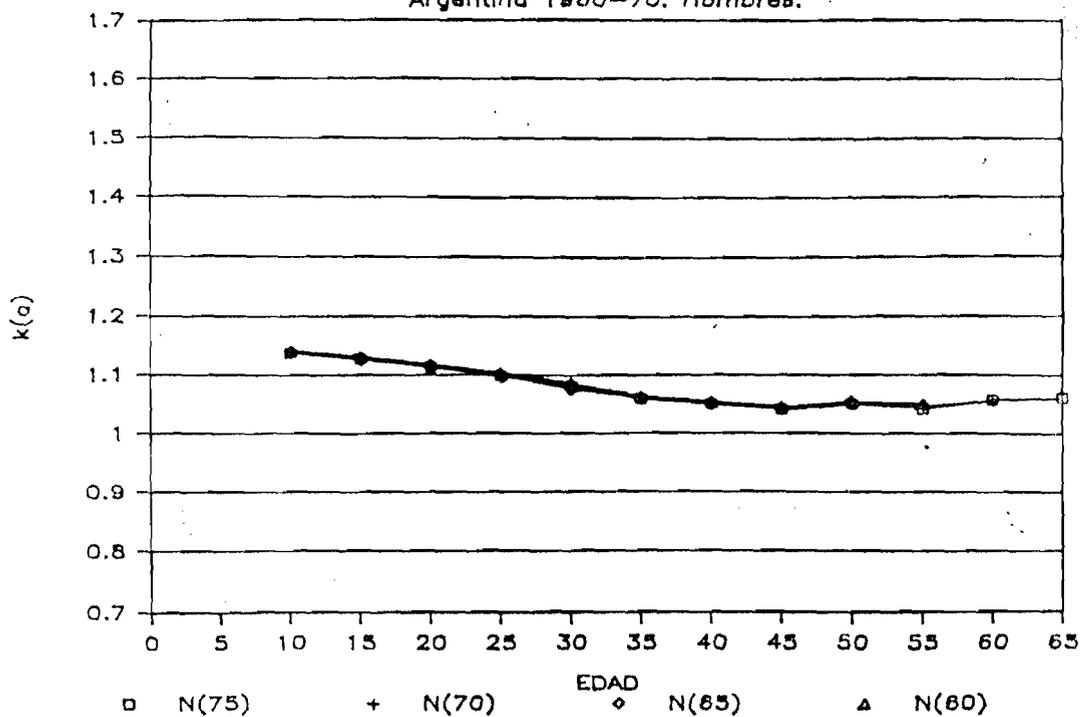
En la población femenina también se aprecia este efecto, aunque con menor intensidad, a partir de los 35 años. Como se puede ver en el cuadro 9 y en el gráfico 10.

CUADRO 9. ARGENTINA 1960-1970

a	HOMBRES				MUJERES			
	valores de $K(a)$				valores de $K(a)$			
	densidad final de apoyo				densidad final de apoyo			
	N(75)	N(70)	N(65)	N(60)	N(75)	N(70)	N(65)	N(60)
10	1.13877	1.13803	1.14131	1.14335	1.05191	1.04892	1.05220	1.04825
15	1.12785	1.12712	1.13038	1.13240	1.03692	1.03397	1.03720	1.03330
20	1.11462	1.11389	1.11714	1.11915	1.02604	1.02310	1.02631	1.02243
25	1.09881	1.09808	1.10131	1.10331	1.01122	1.00830	1.10149	1.00765
30	1.08196	1.08124	1.07444	1.08644	1.00550	1.00258	1.00578	1.00192
35	1.06017	1.05945	1.06264	1.06461	0.99699	0.99407	0.99727	0.99341
40	1.05063	1.04991	1.05312	1.05512	0.99544	0.99249	0.99572	0.99182
45	1.04149	1.04076	1.04403	1.04606	0.99454	0.99154	0.99482	0.99087
50	1.05175	1.05097	1.05442	1.05656	1.00276	0.99967	1.00305	0.99898
55	1.04189	1.04736	1.05103		1.00074	0.99755	1.00104	
60	1.05837	1.05744			1.00940	1.00602		
65	1.06206				1.02395			

FUENTE: Anexo 2, páginas 65 y 66.

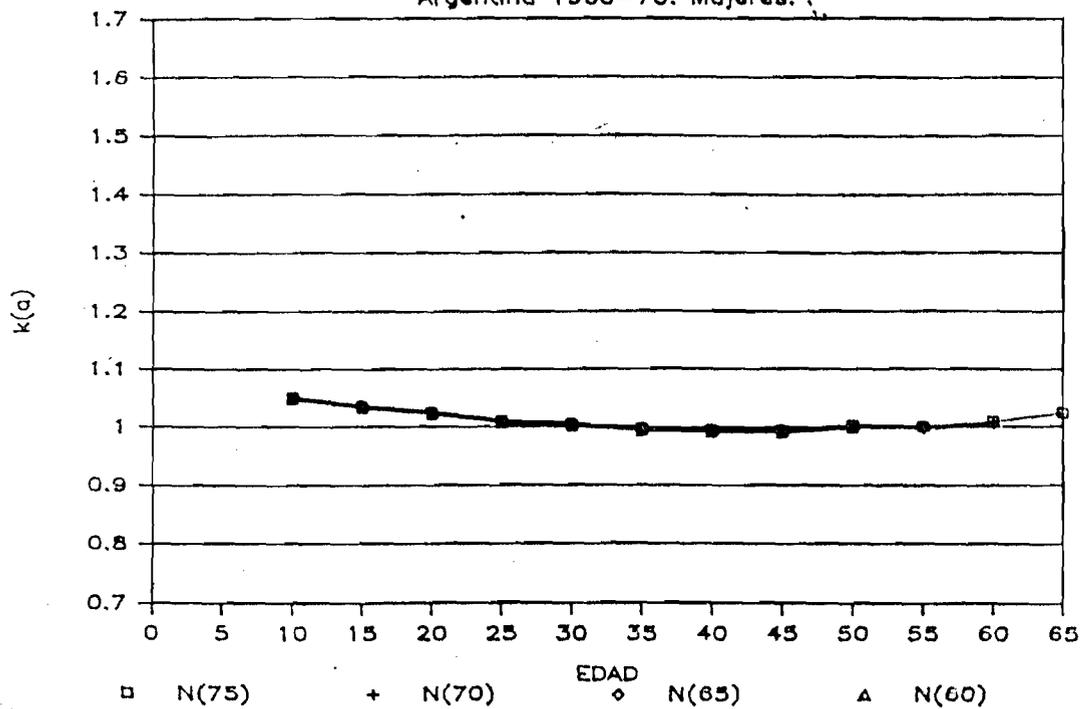
GRAFICO 9
Argentina 1960-70. Hombres.



FUENTE: CUADRO 9.

GRAFICO 10

Argentina 1960-70. Mujeres.



FUENTE: CUADRO 9.

Aceptando la existencia de inmigración se podría estimar el grado relativo de cobertura de las defunciones basándose en los valores de $K(a)$ para las edades 45 a 55, en ambos sexos, los cuales es de esperar que no estén muy afectados por la inmigración y desestimando los valores de las edades avanzadas por la posibilidad de mala declaración de la edad en las defunciones. Un promedio simple, ya que se trata de tres valores muy parecidos entre sí, de los cocientes $K(a)$ correspondientes a dichas edades, para ambos sexos, indica que los datos censales presentan aproximadamente una omisión de 2 por ciento con respecto a la población derivada del registro de defunciones.

En el informe técnico de las proyecciones de la población argentina 1950-2025, realizadas por INDEC-CELADE(10), figuran estimaciones de los saldos migratorios intercensales, por sexo, obtenidos a partir de datos oficiales, que indican un saldo neto positivo durante el período 1960-70, tanto para hombres como para mujeres.

En dicha publicación aparecen totales de población, por sexo y edad, para 1960 y 1970, estimados por conciliación censal. Los cuales se compararon con los correspondientes totales censales utilizados en el presente trabajo, resultando que el censo de 1960 presenta, en el caso de la población masculina, un 5 por ciento de omisión con relación a los resultados de la conciliación censal y un 3,8 por ciento de omisión los del censo de 1970. Para la población femenina la comparación arroja una omisión de 1,9 por ciento tanto para el censo de 1960 como para el de 1970.

(10) INDEC-CELADE: 'Estimaciones y Proyecciones de población. 1950-2025'. 1982. Buenos Aires, Argentina.

Al comparar las defunciones medias registradas con las estimadas por INDEC-CELADE para 1960-70, se obtiene un 2 por ciento de omisión del total de las defunciones registradas, utilizadas en el presente trabajo.

Los resultados obtenidos por la técnica de B. y H. son coherentes con la información suministrada por INDEC-CELADE. Detectó la existencia de inmigración durante el período en estudio y no presentó omisión de defunciones en relación a los datos censales, sino que por el contrario los resultados indicaron que la cobertura de los censos podría ser algo menor que la del registro de defunciones, circunstancia que parece corroborar INDEC-CELADE al estimar en poco más de 3 por ciento la omisión en los datos censales contra un 2 por ciento en las defunciones registradas.

2- CHILE

Tanto en el caso de la población masculina como en la femenina estamos ante unas series de $K(a)$ descendentes a medida que se pasa a edades más jóvenes, secuencia característica cuando existe emigración o mayor omisión del segundo censo con respecto al primero. (ver gráficos 5 y 6, páginas 25 y 27).

Al ver los gráficos 11 y 12 se aprecia que la caída de la curva comienza desde la edad más avanzada y continúa a lo largo de todas las edades, comportamiento que responde más al efecto causado por una mayor omisión del segundo censo que por una emigración. Esta última muestra su efecto a partir de las edades donde el peso de la migración toma importancia.

CUADRO 10. CHILE 1960-1970

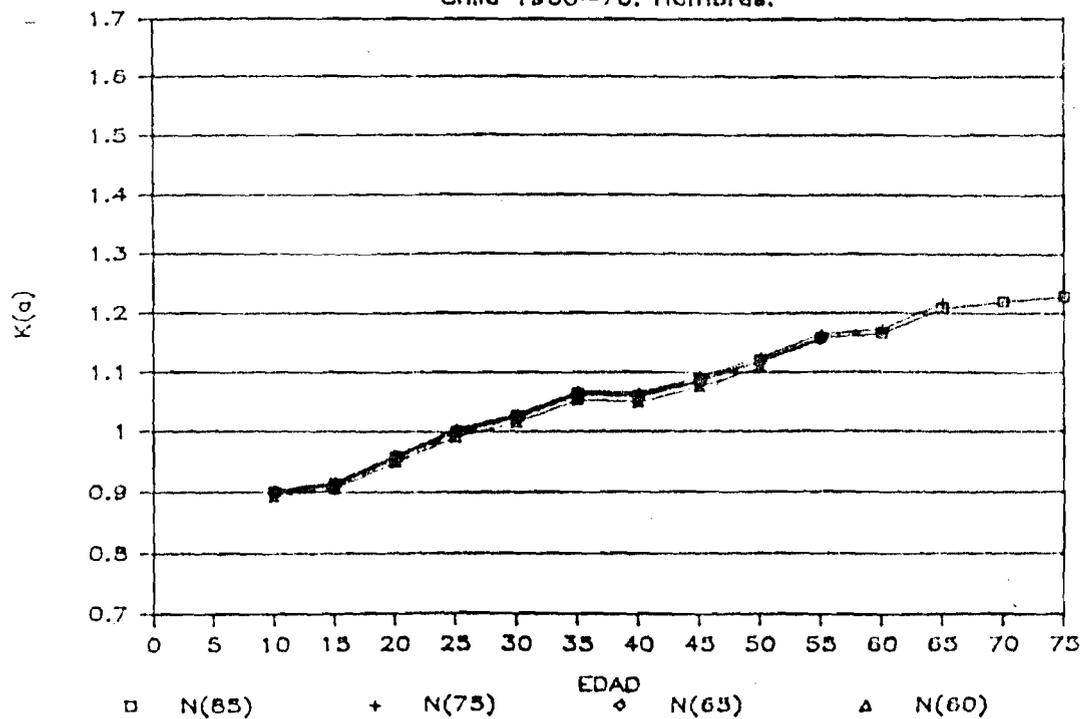
Valores de $K(a)$

a	HOMBRES				MUJERES			
	densidad final de apoyo				densidad final de apoyo			
	N(85)	N(75)	N(65)	N(60)	N(85)	N(75)	N(65)	N(60)
10	0.90167	0.90597	0.89971	0.89326	0.90650	0.90743	0.89404	0.88071
15	0.91516	0.91956	0.91317	0.90658	0.90136	0.90230	0.88892	0.87561
20	0.95895	0.96361	0.95635	0.94987	0.92926	0.93033	0.91635	0.90251
25	1.00173	1.00666	0.99949	0.99210	0.95657	0.95758	0.94314	0.92881
30	1.02675	1.03190	1.02442	1.01670	0.98224	0.98329	0.96827	0.95338
35	1.06523	1.07071	1.06275	1.05455	1.03017	1.03129	1.01528	0.99941
40	1.06119	1.06682	1.05363	1.05019	1.04532	1.04648	1.02989	1.01340
45	1.08811	1.09414	1.08538	1.07635	1.07829	1.07951	1.06198	1.04460
50	1.12155	1.12812	1.11857	1.10971	1.12961	1.13094	1.11199	1.09322
55	1.15902	1.16634	1.15570		1.16157	1.16299	1.14265	
60	1.16600	1.17412			1.17392	1.17545		
65	1.20887	1.21857			1.23587	1.23763		
70	1.22046				1.26319			
75	1.23001				1.32310			

FUENTE: Anexo 2, páginas 67 y 68.

GRAFICO 11

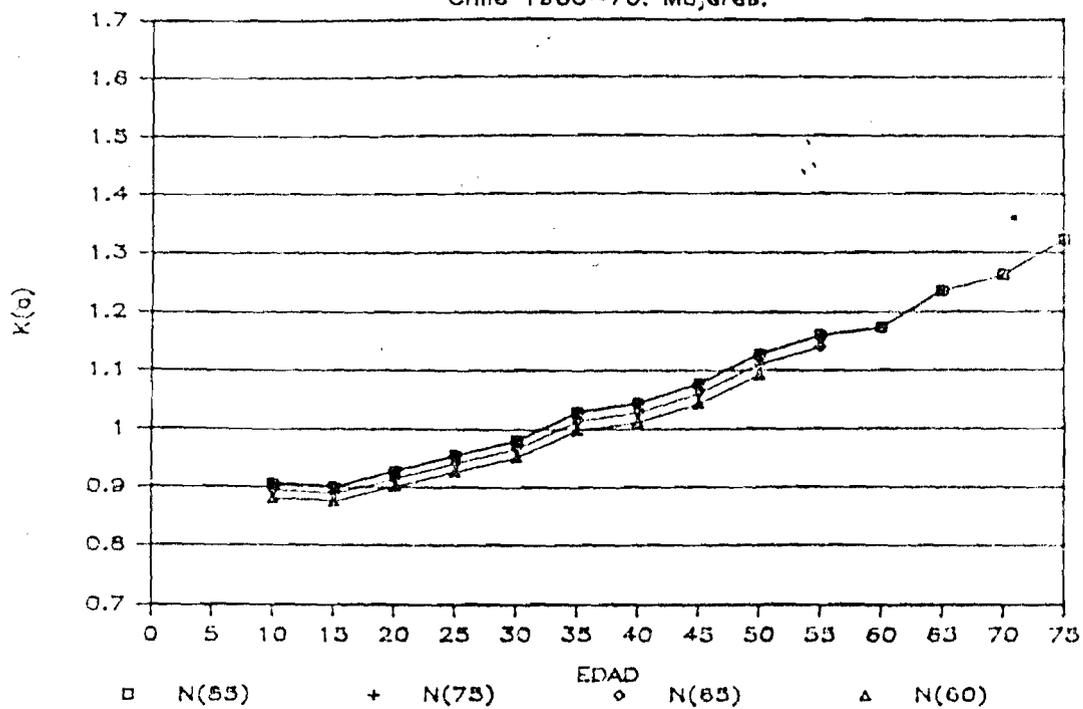
Chile 1960-70. Hombres.



FUENTE: CUADRO 10.

GRAFICO 12

Chile 1960-70. Mujeres.



FUENTE: CUADRO 10.

Dada la sensibilidad de la técnica propuesta por E. y H. ante la no comparabilidad de la enumeración en los censos, resulta aventurado intentar una estimación del grado de cobertura relativa entre los datos censales y las defunciones. Sin embargo considerando que tanto la presencia de emigración como una mayor omisión del censo de 1970 acarrearía una subestimación de las tasas de crecimiento $-(5)r(a)-$, que afectaría en mayor medida los valores de $\hat{N}(a)$ que los de $\bar{N}(a)$, causando, por consiguiente, una subestimación de los valores de $K(a)$, podría pensarse que el registro de defunciones y los datos censales son aproximadamente comparables en sus coberturas, ya que las medianas de las series de $K(a)$, partiendo de $N(60)$, presentan valores muy cercanos a uno; 1,0167 en hombres y 0,95338 en mujeres.

Al comparar los datos utilizados, sobre población y defunciones, con otras fuentes se obtuvieron las siguientes conclusiones:

La población censada en 1960 presenta en relación a la obtenida en CELADE por conciliación censal(11) una omisión del 5,1 por ciento para los hombres y de 2,8 por ciento para las mujeres. Mientras que para 1970 se obtuvo una omisión de 6,2 por ciento para hombres y de 4 por ciento para mujeres. Es decir una mayor omisión del censo de 1970 de 1 por ciento en cada sexo.

La publicación de CELADE también señala la existencia de un saldo neto emigratorio durante la década en estudio.

El total de defunciones registradas comparadas con las estimadas en el documento de referencia muestra una omisión de 2 por ciento.

(11) J.M. Pujol: 'CHILE. Proyecciones de la población por sexo y grupos quinquenales de edad. 1950-2000'. CELADE, Julio, 1976. Santiago, Chile.

Los valores de las medianas de $K(a)$ están afectados por la sobreestimación de la densidad final de apoyo, calculada por la ecuación 8, que condujo a valores de $K(50)$ de 1,11 para hombres y 1,09 para mujeres, al partir de $N(60)$ (todas las otras series presentan valores más altos). Sesgo que fué contrarrestado al pasar a edades más jóvenes por el efecto de la mayor omisión del segundo censo y de la emigración, llevando las medianas a unos valores que hicieron pensar que las dos fuentes de información eran aproximadamente comparables en su cobertura. Mientras que los datos de Celade indican una mejor cobertura de las defunciones con respecto a los censos.

Esta sobreestimación de la densidad final de apoyo, comentada en el capítulo II, debe ser un motivo de alerta en el análisis de los resultados obtenidos por la aplicación de la técnica, ya que en el caso de que no hubiera habido efectos en sentido contrario es de esperar que los valores de las medianas de las series $K(a)$ sobreestimaran la diferencia en cobertura entre el registro de defunciones y los censos.

3- MEXICO

Una primera vista a los resultados obtenidos para la población masculina que aparecen en el cuadro 11 y gráfico 13, pone de manifiesto la irregularidad que presenta la curva de valores $K(a)$ frente a los dos casos anteriores. Pudiendo estar causada por una mala declaración de la edad en los censos, que provocaría traslados de edades y oscilaciones en las estimaciones de las densidades de la población media $\bar{N}(a)$. Mientras las diferencias de nivel que presentan las curvas de $K(a)$ pueden estar causadas por traslado de edades en el registro de defunciones, en particular en las edades avanzadas.

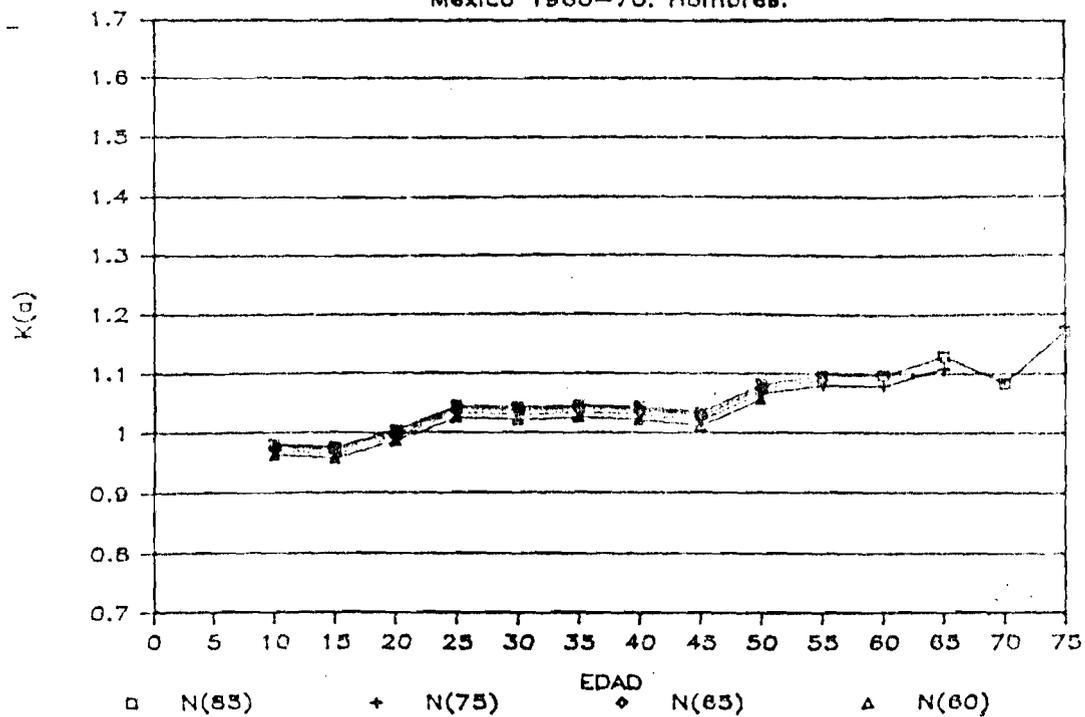
En la población femenina también se puede apreciar estos efectos. Presentando las curvas una pendiente que señalaría, en forma más clara que en los hombres, una mayor omisión del censo de 1970 en las edades de 25 años y más. Ver cuadro 11 y gráfico 14.

CUADRO 11. MEXICO 1960-1970

a	HOMBRES				MUJERES			
	Valores de $K(a)$							
	densidad final de apoyo				densidad final de apoyo			
N(85)	N(75)	N(65)	N(60)	N(85)	N(75)	N(65)	N(60)	
10	0.98141	0.97037	0.97624	0.96273	1.05208	1.02794	1.01528	0.99555
15	0.97643	0.96536	0.97124	0.95770	1.01582	0.99239	0.98010	0.96094
20	1.00587	0.99434	1.00047	0.98636	1.02408	1.00027	0.98778	0.96832
25	1.04636	1.03417	1.04065	1.02573	1.05138	1.02663	1.01366	0.99343
30	1.04354	1.03114	1.03773	1.02255	1.06017	1.03484	1.02157	1.00087
35	1.04798	1.03522	1.04200	1.02640	1.09437	1.06779	1.05386	1.03213
40	1.04419	1.03105	1.03803	1.02195	1.12578	1.09779	1.08311	1.06024
45	1.03463	1.02112	1.02830	1.01177	1.13811	1.10913	1.09393	1.07024
50	1.08288	1.06803	1.07593	1.05776	1.22020	1.18815	1.17135	1.14516
55	1.09709	1.08112	1.08961		1.25643	1.22216	1.20419	
60	1.09808	1.08078			1.27126	1.23476		
65	1.13069	1.11064			1.34356	1.30157		
70	1.08383				1.31569			
75	1.17222				1.44593			

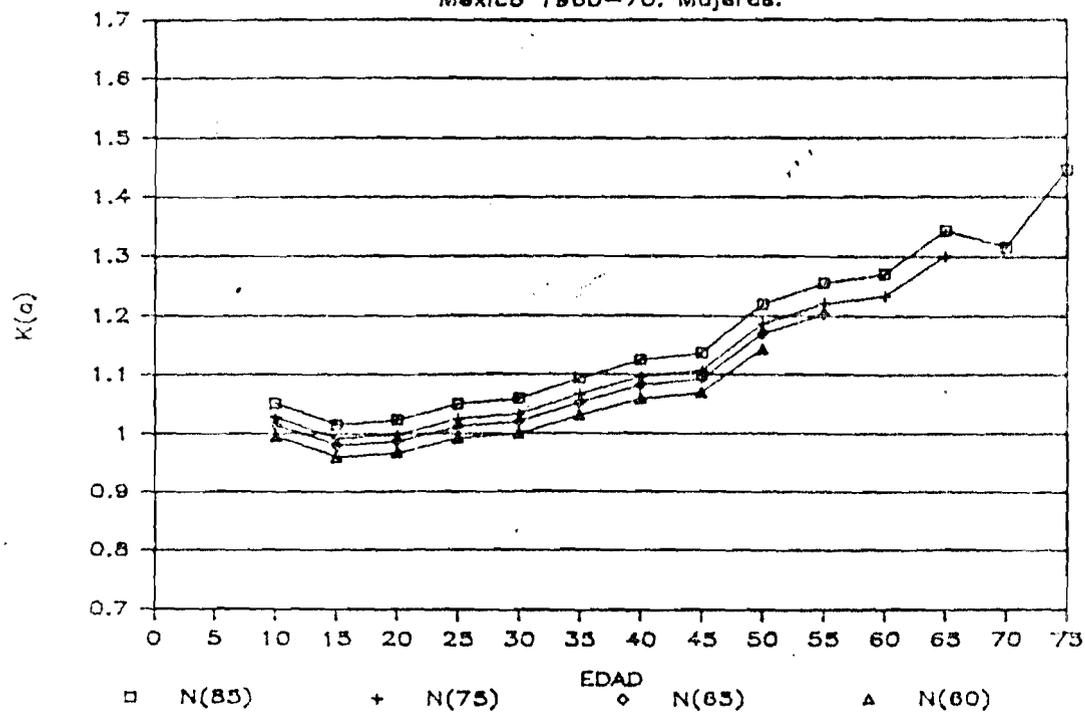
FUENTE: Anexo 2, páginas 69 y 70.

GRAFICO 13
Mexico 1960-70. Hombres.



FUENTE: CUADRO 11.

GRAFICO 14
Mexico 1960-70. Mujeres.



FUENTE: CUADRO 11.

Las medianas de las series de $K(a)$ que parten de $N(60)$, entre los 25 y 45 años dan valores de 1,0264 para los hombres y 1,03213 para las mujeres, lo que indicaría una omisión relativa de los datos censales de cerca de 3 por ciento, con respecto al registro de defunciones, aunque como se ha indicado en el caso anterior, el sesgo en la estimación de la densidad final de arranque pudiera estar sobreestimando estos valores.

Al comparar los datos utilizados con los publicados por CONAPO-DGE-CELADE(12), se obtienen los siguientes resultados:

La población masculina presenta una omisión de 6,15 por ciento en 1960 y de 4,27 en 1970 y la femenina presenta una omisión de 5,45 por ciento en 1960 y de 4,15 en 1970. Presentando, tanto en cada censo como al comparar uno con otro, una gran variación por edad.

El total de defunciones registradas presenta una omisión de 5,45 por ciento.

Resulta notorio la distorsión que produce en los valores de $K(a)$ los errores en la declaración de la edad (a falta de mayor información sobre alguna otra causa). Pues no presentaron evidencia de la mayor omisión del censo de 1960, algo más de uno por ciento en cada sexo, así como tampoco mostraron la omisión del registro de defunciones sino que por el contrario las medianas dieron valores mayores que uno y las pendientes indicaban una mayor omisión del censo de 1970.

(12) CONAPO-DGE-CELADE: "MEXICO. Estimaciones y proyecciones de población. 1950-2000" Celade, Septiembre, 1982, Santiago, Chile.

4- PERU

La aplicación de la técnica a los datos de Perú, para hombres y mujeres, muestra una clara omisión relativa del registro de defunciones a lo largo de todas las edades, como se observa en los gráficos 15 y 16.

Los resultados muestran también traslado de edades a partir de los 45 años hacia edades más avanzadas, tanto en la población masculina como en la femenina.

CUADRO 12. PERU 1961-1972

a	Valores de K(a)							
	HOMBRES				MUJERES			
	densidad final de apoyo				densidad final de apoyo			
	N(75)	N(70)	N(65)	N(60)	N(75)	N(70)	N(65)	N(60)
10	0.53497	0.52292	0.51631	0.51297	0.47752	0.46637	0.45872	0.45506
15	0.53610	0.52392	0.51724	0.51387	0.47546	0.46427	0.45659	0.45291
20	0.55259	0.53988	0.53291	0.52939	0.48466	0.47310	0.46517	0.46138
25	0.56670	0.55343	0.54615	0.54248	0.49107	0.47914	0.47096	0.46704
30	0.57425	0.56055	0.55303	0.54924	0.49067	0.47894	0.47013	0.46613
35	0.57791	0.56378	0.55603	0.55212	0.49875	0.48606	0.47736	0.47320
40	0.57958	0.56501	0.55701	0.55298	0.50836	0.49500	0.48584	0.48146
45	0.57996	0.56486	0.55657	0.55239	0.51114	0.49725	0.48773	0.48317
50	0.59512	0.57885	0.56993	0.56543	0.54257	0.52720	0.51666	0.51162
55	0.58867	0.57158	0.56220		0.54346	0.52736	0.51631	
60	0.59903	0.58018			0.56361	0.54587		
65	0.59971				0.57745			

FUENTE: Anexo 2, páginas 71 y 72.

Las medianas de las series de K(a) partiendo de N(60) (cuadro 12) presentan un rango de variación que va desde 0,467, en el caso de mujeres, hasta 0,549, en los hombres. Por lo tanto es de esperar que el registro de defunciones adolezca aproximadamente de un 50 por ciento de omisión relativa para el total de la población, o de algo más dada la sobreestimación esperada de la densidad final de apoyo.

GRAFICO 15

Peru 1961-1972. Hombres.

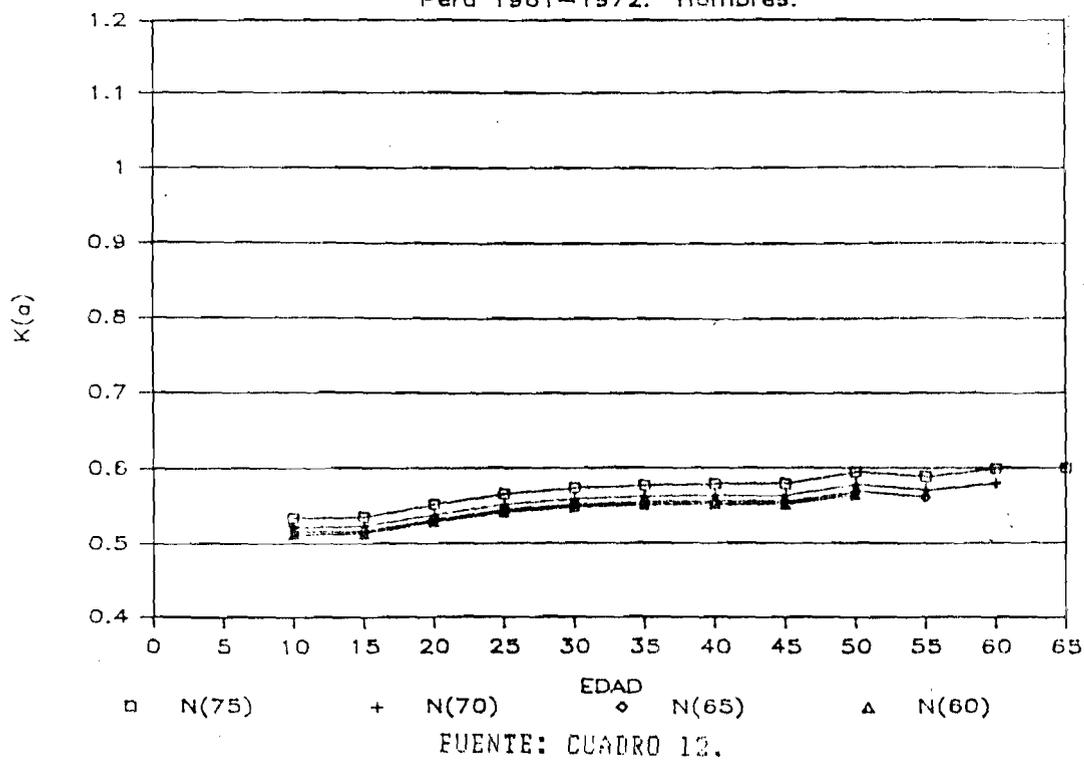
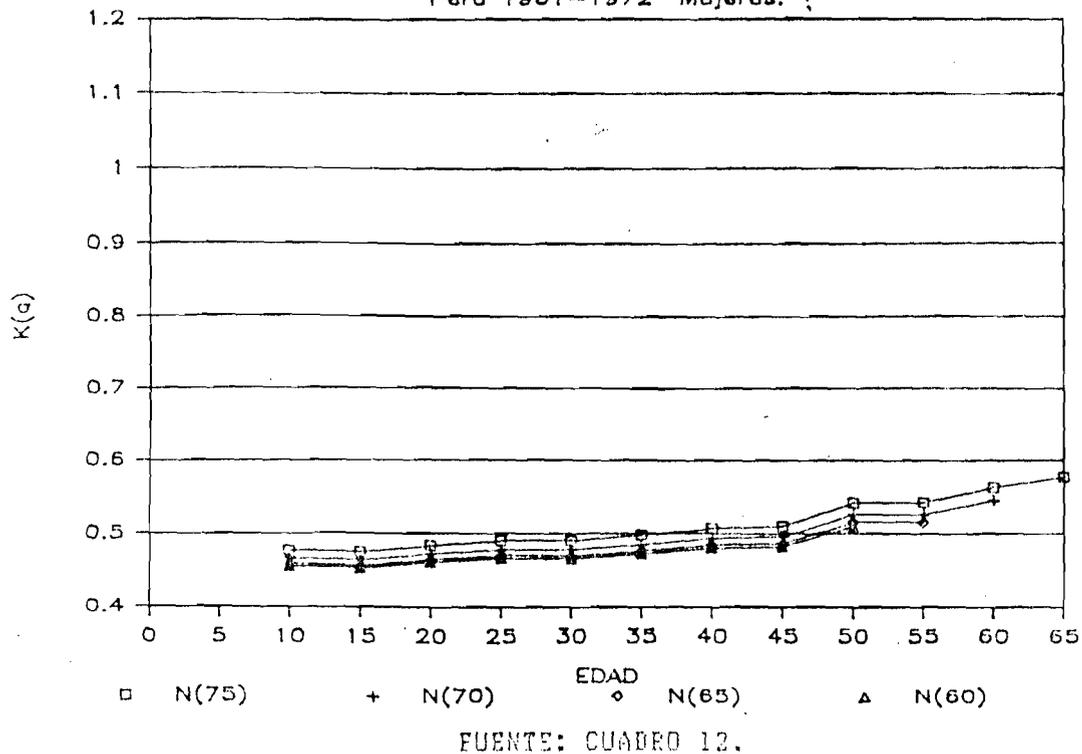


GRAFICO 16

Peru 1961-1972 Mujeres.



Al comparar el total de defunciones registradas con las estimadas por INE-CELADE (13) para 1960-70, se obtiene una omisión del 59 por ciento.

Por otra parte la comparación de los totales censales de 1961 y 1972 con los obtenidos por conciliación censal en la publicación referida, muestra que la población masculina presenta un 3,9 y 2,89 por ciento de omisión en 1961 y 1972, respectivamente, y la población femenina 1,3 y 1,78 por ciento de omisión para las mismas fechas. Se señala también que durante la década de 1960-70 no existió fenómeno migratorio alguno cuya importancia puede afectar los resultados.

Resulta alentador comprobar como la técnica propuesta por B. y H., a pesar que la cobertura de los censos no es estrictamente comparable en la población masculina, reproduce el grado relativo de omisión del registro de defunciones con bastante aproximación.

Tal como se ha comentado, la sobreestimación de la densidad final de apoyo que lleva a valores de 0,51162 y 0,56453 para $K(50)$ cuando se parte de $N(60)$ en la población femenina y masculina respectivamente, causa la subestimación de las medianas de $K(a)$ que explica la diferencia entre el grado de omisión estimado y el obtenido con la comparación de la publicación de INE-CELADE.

(13) INE-CELADE: "Estimaciones y proyecciones de población. Total del país: 1950-2025. Urbana y rural: 1970-95". Boletín de análisis demográfico 25. Abril, 1983. Lima, Perú.

5- VENEZUELA

La caída de la curva desde el último valor de $K(a)$ correspondiente a las edades avanzadas indica el efecto de una mayor omisión del censo de 1971, en ambos sexos.

La inflexión de la curva, a partir de los 20-25 años en los hombres y de los 30-35 en las mujeres, así como el cambio en el sentido de la pendiente hacen pensar en la presencia de una inmigración que contrarrestaría el efecto de la mayor omisión del segundo censo. Ver cuadro 13 y gráficos 17 y 18.

En ambas poblaciones se aprecian efectos de traslado de edades por arriba de los 50 años.

CUADRO 13. VENEZUELA 1961-1971

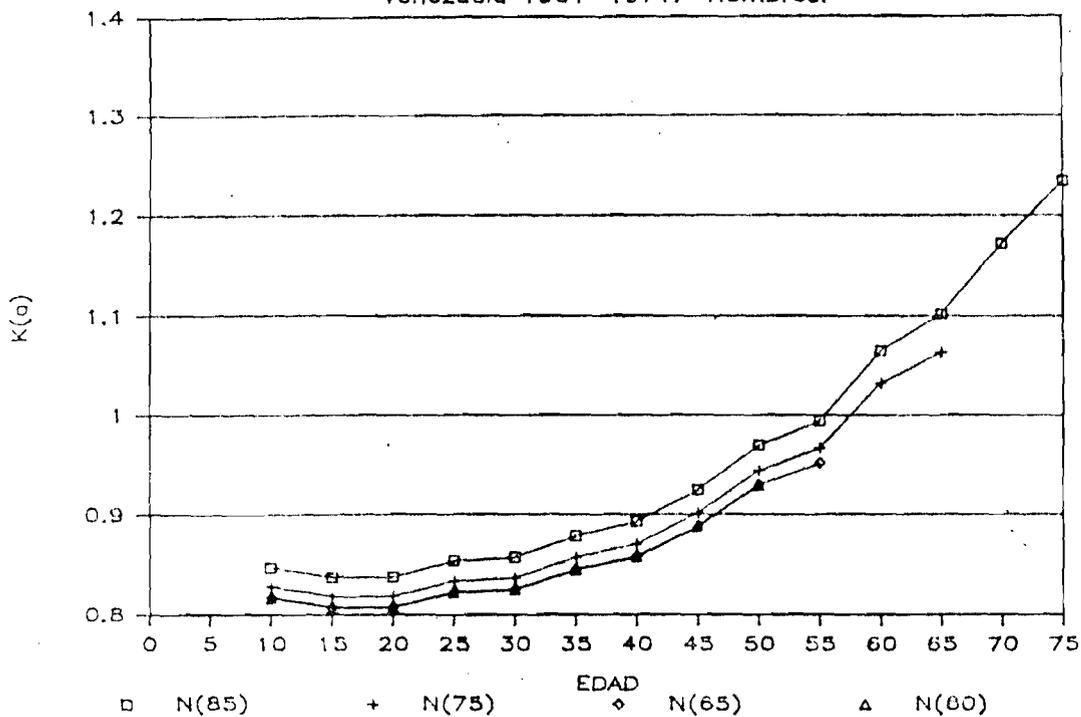
Valores de $K(a)$

a	HOMBRES				MUJERES			
	densidad final de apoyo				densidad final de apoyo			
	N(85)	N(75)	N(65)	N(60)	N(85)	N(75)	N(65)	N(60)
10	0.84781	0.82882	0.81795	0.81730	1.05845	1.03476	1.01062	1.00494
15	0.83759	0.81872	0.80791	0.80728	1.02204	0.99909	0.97571	0.97021
20	0.83859	0.81953	0.80860	0.80796	0.99811	0.97558	0.95263	0.94724
25	0.85444	0.83472	0.82343	0.82276	0.99696	0.97431	0.95123	0.94581
30	0.85788	0.83777	0.82626	0.82558	0.98262	0.96010	0.93716	0.93176
35	0.87918	0.85822	0.84621	0.84550	0.99797	0.97484	0.95127	0.94573
40	0.89321	0.87146	0.85901	0.85828	1.00532	0.98163	0.95751	0.95184
45	0.92518	0.90201	0.88873	0.88795	1.02202	0.99745	0.97243	0.96654
50	0.97015	0.94487	0.93039	0.92953	1.05846	1.03231	1.00569	0.99942
55	0.99527	0.96774	0.95197		1.06364	1.03630	1.00846	
60	1.06528	1.03325			1.11713	1.08674		
65	1.10195	1.06400			1.14953	1.11484		
70	1.17274				1.21150			
75	1.23423				1.29396			

FUENTE: Anexo 2, páginas 73 y 74.

GRAFICO 17

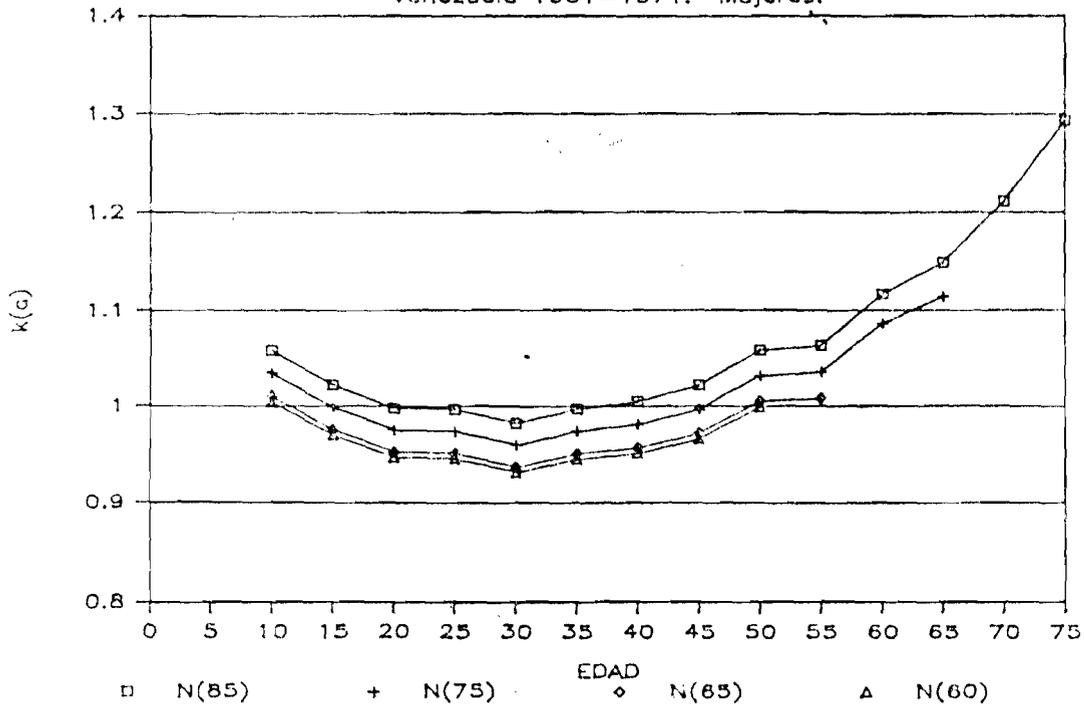
Venezuela 1961-1971. Hombres.



FUENTE: CUADRO 13.

GRAFICO 18

Venezuela 1961-1971. Mujeres.



FUENTE: CUADRO 13.

Las diferencias en los niveles medios de $K(a)$ entre hombres y mujeres y la mayor inflexión que presenta la curva de la población femenina parecen indicar que la omisión del segundo censo fué mayor para la población masculina.

La mediana de la serie de $K(x)$, partiendo de $N(60)$, del cuadro 14 indican una omisión relativa del registro de defunciones de un 17.4 por ciento en los hombres. Para la población femenina, donde la presencia de inmigración muestra mayor efecto, resulta conveniente calcular la mediana para $K(a)$ entre los 25 y 45 años, partiendo siempre de $N(60)$, edades donde se compensan los efectos mencionados, obteniendo un valor de 0,93176. Por lo tanto cabría estimar en alrededor del 12 por ciento la omisión relativa total del registro de defunciones.

Al igual que en los casos anteriores se compararon los datos utilizados con las proyecciones realizadas por OCEI-CELADE (14), encontrando que la población masculina presenta una omisión de 2.5 y 4.7 por ciento en 1961 y 1971, respectivamente, mientras que la población femenina presenta una omisión de 1.8 y 2.1 por ciento en 1961 y 1971.

En cuanto al total de defunciones registradas se obtiene un 18.6 por ciento de omisión cuando se comparan con el total medio anual para 1960-70 estimado por la publicación de referencia, donde se señala también un saldo neto migratorio positivo para el mismo período, aunque de baja intensidad (una tasa anual de 0,56 por mil).

(14) OCEI-CELADE: "Venezuela. Estimaciones y proyecciones de población. 1950-2025". Diciembre. 1983. Santiago, Chile.

Los resultados de la técnica son satisfactorios en cuanto a la detección de una mayor omisión del censo de 1971 y de que ésta es diferente según se trate de la población masculina o femenina, así como en lo referente a la presencia de inmigración, aunque a este respecto los resultados parecen indicar que el impacto de la inmigración fué algo mayor que el estimado por OCEI-CELADE, si comparamos la curvatura que muestra la población femenina en las edades adultas jóvenes con la experimentada en la simulación con inmigración, en la que la tasa neta anual tenía un valor de 2,5 por mil.

Con respecto al grado relativo de cobertura del registro de defunciones. Los efectos opuestos sobre los valores de $K(a)$, de la mayor omisión del segundo censo (subestimación) y de la presencia de inmigración (sobrestimación) se compensaron de tal forma que permitieron obtener una estimación bastante aproximada del grado relativo de cobertura del registro de defunciones, de acuerdo a la información publicada por OCEI-CELADE.

Obviamente se trata de un caso particular y no es válido sacar como conclusión que siempre que se presenten dos fenómenos de efectos opuestos las medianas de $K(a)$ dan una buena estimación del grado relativo de cobertura entre ambas fuentes, ya que esto dependerá de la intensidad que presenten cada uno de estos efectos.

Conclusiones:

a) La técnica de B. y H. detecta la existencia de saldos migratorios netos, durante el intervalo de tiempo considerado, así como la no comparabilidad en la cobertura de los censos. Estos fenómenos producen una sobre o subestimación del grado relativo de cobertura del registro de defunciones con respecto a los datos censales según el sentido que presenten, impidiendo, por lo tanto, estimar un valor concreto del grado relativo de omisión, si bien permite tener una idea bastante aproximada de la relación en que se encuentran ambas fuentes de información.

b) La mala declaración de la edad afecta el comportamiento de las series de cocientes entre la población estimada, $\hat{N}(a)$, y la población media, $\bar{N}(a)$, y puede producir resultados que no reflejen la verdadera relación entre la cobertura de los datos censales y las defunciones.

c) La estimación de la densidad final de apoyo por la ecuación:

$$\hat{N}(A) = D(A+) \cdot \left[\exp\{r(A+) \cdot (0)e(A)\} - \left[\frac{((r(A+) \cdot (0)e(A))^2}{6}] \right] \right] \quad [8]$$
 produce un sesgo que, en todos los casos contemplados, sobreestima el valor de $\hat{N}(A)$, conduciendo a una subestimación de la omisión relativa de las defunciones o a una sobreestimación del grado de cobertura de las defunciones sobre los datos censales.

El sesgo cometido por esta ecuación es diferente según el sexo y depende de la edad final elegida como punto de apoyo. Puede deberse a que la estructura de las defunciones de la mayoría de los países latinoamericanos no se adecua a las utilizadas por B. y H. en la regresión que dió origen a la

ecuación 8. De hecho, cuando se comparan las estructuras de defunciones de estos países con las implícitas en las tablas modelo de mortalidad de las N.U. o de Coale-Demeny, se observa que las primeras se alejan del comportamiento correspondiente a los modelos en las edades avanzadas.

Los países latinoamericanos presentan en estas edades una mayor proporción de defunciones que los modelos, lo cual puede ser un hecho real o deberse a la calidad de la información.

Es recomendable, por consiguiente, disponer de información previa sobre la existencia de fenómenos migratorios y sobre la comparabilidad de los censos antes de sacar alguna conclusión de los resultados obtenidos por la aplicación de la técnica a una situación concreta.

Así como hacer aplicaciones variando la edad final de apoyo para apreciar el comportamiento del sesgo cometido por la ecuación 8 y, siempre que los resultados lo permitan, basar la estimación del grado relativo de cobertura del registro de defunciones en las medianas de las series de $K(a)$ que partan de una edad lo más cercano posible a los 60 años, para minimizar el efecto del traslado de edades en la declaración de las defunciones. No incluyendo en esta estimación los valores de $K(a)$ que correspondan a edades que resulten muy afectadas por la presencia de migración o diferencias en la cobertura de los censos.

ESTIMACION DE LA ESPERANZA DE VIDA A LOS CINCO AÑOS.

a) Se estimaron las probabilidades que tiene una persona de edad a de sobrevivir hasta una edad $a+n$, por la siguiente ecuación: (nota 2)

$${}^{(n)}p(a) = [\hat{N}(a+n)/\hat{N}(a)] \times \exp (n)r(a)$$

Donde $\hat{N}(a)$ y $\hat{N}(a+n)$ son las densidades de población a las edades exactas a y $a+n$, respectivamente, estimadas por la técnica de B. y H.

${}^{(n)}r(a)$ es la tasa observada de crecimiento de las personas con edades entre a y $a+n$.

b) A partir de las probabilidades de sobrevivencia estimadas se construyeron tablas de vida para obtener el valor correspondiente a la esperanza de vida a los cinco años.

c) Los resultados para los cinco países estudiados se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 14. Esperanza de vida a los 5 años

	hombres				mujeres			
	B.y H. (a)	N(A) (b)	otros (c)	Δ (d)	B.y H. (a)	N(A) (b)	otros (c)	Δ (d)
Argentina	61.02	N(70)	62.68	-1.66	69.26	N(70)	68.84	0.42
Chile	57.07	N(75)	59.71	-2.64	63.72	N(75)	65.17	-1.35
México	58.59	N(70)	60.88	-2.28	64.24	N(70)	64.08	0.17
Perú	56.88	N(75)	56.91	-0.03	61.02	N(70)	59.64	1.39
Venezuela	60.21	N(75)	61.83	-1.62	64.99	N(85)	65.63	-0.64

(a) valores estimados

(b) densidad final de apoyo

(c) valores publicados por Celade y otros organismos nacionales, cuya referencia aparece en el acápite correspondiente a cada país.

(d) (a) - (c)

Como se puede apreciar, en situaciones que presentan una mayor omisión del segundo censo, Chile y Venezuela, las estimaciones presentan en ambos sexos valores inferiores a los de referencia, siendo menor la subestimación que presentan los valores estimados para Venezuela donde existía la presencia de inmigración, cuyo efecto sobre $\hat{N}(a)$ es de sentido contrario.

Las estimaciones conseguidas para Perú son las que presentan, en conjunto, una mayor aproximación a los valores de referencia, siendo a su vez el país donde se cumplieron en mayor medida los supuestos de población cerrada y comparabilidad censal.

En el caso de México, a pesar de que la aplicación de la técnica no dió resultados acordes a la información de CONAPO-DGE-CELADE, las estimaciones conseguidas de la esperanza de vida a los cinco años no difieren

sustancialmente del resto. Lo cual lleva a pensar que la causa principal de las desviaciones presentadas por las curvas de $K(a)$ se deben al efecto que tiene en el denominador $-\bar{N}(a)$ la mala declaración de la edad en los censos, ya que las estimaciones de las probabilidades de sobrevivencia se basan en los valores de $\hat{N}(a)$.

Por último, en los cinco países la separación entre los valores de las esperanzas de vida de hombres y mujeres es mayor que la que presenta "otras fuentes", con variaciones que van de 8.238 (diferencia, en años, del valor correspondiente a mujeres y hombres), en Argentina, a 4,78, en Venezuela.

En general el procedimiento para estimar las probabilidades de sobrevivencia propuesto por B. y H. da resultados satisfactorios y supone un útil subproducto de la técnica presentada para estimar la composición por edad de la población a partir de la composición por edad de las defunciones registradas. Pudiendo representar una valiosa ayuda en aquellos países que adolezcan de estimaciones precisas sobre mortalidad, obteniéndose directamente a partir de ella y sin necesidad de cálculos complejos una tabla de vida abreviada, válida para un momento a mitad del intervalo intercensal.

NOTAS

1/

La ecuación [I] se puede demostrar siguiendo la teoría de poblaciones estables, según la cual para un momento dado en el tiempo, t , el número de defunciones de personas de edad exacta x es igual a:

$$D(x) = N(x) * \mu(x)$$

Donde $N(x)$ es el número de personas de edad exacta x , en el momento t .
 $\mu(x)$ es la tasa instantánea de mortalidad a la edad exacta x , en el momento t . ($\mu(x) = -1/p(x) * d/dx p(x)$).

$N(x)$ puede escribirse como:

$$N(x) = B(t-x) * p(x) \quad \therefore \quad D(x) = B(t-x) * p(x) * \mu(x)$$

Donde $B(t-x)$ es la densidad de nacimientos en el instante $t-x$.

$p(x)$ es la probabilidad que tiene un recién nacido de sobrevivir hasta la edad x , constante en el tiempo.

$B(t-x)$ puede escribirse como:

$$B(t-x) = N(t-x) * b \quad \therefore \quad D(x) = N(t-x) * b * p(x) * \mu(x)$$

Donde $N(t-x)$ es la población total en el instante $t-x$.

b es la tasa de natalidad, constante en el tiempo.

$N(t-x)$ puede escribirse como:

$$N(t-x) = N(t) * \exp(-r * x) \quad \therefore \quad D(x) = N(t) * \exp(-r * x) * b * p(x) * \mu(x) \quad [II]$$

Donde $N(t)$ es la población total en el instante t .

r es la tasa de crecimiento de la población, constante en el tiempo.

Multiplicando ambos lados de la ecuación [II] por $\exp(r * (x-a))$ e integrando entre a e ∞ , tenemos que:

$$\int_a^{\infty} D(x) \cdot \exp[r \cdot (x-a)] dx = \int_a^{\infty} N(t) \cdot \exp(-r \cdot x) \cdot b \cdot p(x) \cdot \mu(x) \cdot \exp[r \cdot (x-a)] dx.$$

desarrollando $r \cdot (x-a)$ en el segundo miembro de la ecuación y eliminando

términos tenemos:

$$\int_a^{\infty} D(x) \cdot \exp[r \cdot (x-a)] dx = N(t) \cdot b \cdot \exp(-r \cdot a) + \int_a^{\infty} p(x) \cdot \mu(x) dx. \quad [II]$$

sustituyendo $\mu(x)$ por su equivalente, la integral del segundo miembro de la

ecuación queda como:

$$- \int_a^{\infty} p(x) \cdot \frac{1}{p(x)} \cdot \frac{d}{dx} p(x) dx.$$

$$\Rightarrow - \int_a^{\infty} \frac{d}{dx} p(x) dx. = \left. -p(x) \right|_a^{\infty} = p(a)$$

sustituyendo este valor en la ecuación [II]. tenemos:

$$\int_a^{\infty} D(x) \cdot \exp[r \cdot (x-a)] dx. = N(t) \cdot b \cdot \exp(-r \cdot a) \cdot p(a)$$

Sabiendo que:

$$c(a) = b \cdot \exp(-r \cdot a) \cdot p(a)$$

tenemos que:

$$\int_a^{\infty} D(x) \cdot \exp[r \cdot (x-a)] dx = N(t) \cdot c(a)$$

Como queríamos demostrar.

2/

Esta ecuación se deduce de la siguiente relación, presentada por Preston y

Coale(15):

$$N(a) = N(0) \exp - \int_0^a r(u) du. \times p(a)$$

Donde $N(a)$ es la densidad de población de edad exacta a .

$N(0)$ es la densidad de nacimientos, en un momento t .

$r(u)$ es la tasa de crecimiento de las personas de edad u .

$p(a)$ es la probabilidad que tiene un recién nacido de sobrevivir hasta la edad a .

Para una edad $a+n$ la ecuación queda como:

$$N(a+n) = N(0) \exp - \int_0^{a+n} r(u) du. \times p(a+n)$$

Dividiendo una expresión entre otra tenemos:

$$\begin{aligned} N(a+n)/N(a) &= \exp[- \int_0^{a+n} r(u) du. + \int_0^a r(u) du.] \times p(a+n)/p(a) \\ &= \exp - \int_a^{a+n} r(u) du. \times p(a+n)/p(a) \end{aligned}$$

El cociente $p(a+n)/p(a)$ expresa la probabilidad que tiene una persona de edad a de sobrevivir hasta la edad $a+n$, y se puede escribir como " $(n)p(a)$ ".

Despejando este término de la ecuación anterior, tenemos la ecuación presentada por B. y H.

$$(n)p(a) = N(a+n)/N(a) \times \exp \int_a^{a+n} r(u) du.$$

(15) Bennett y Horiuchi: "Mortality es...". 1984. op. cit. pg 3.

ANEXO 1

Proyección de la población Argentina. 1970-80.

1. SIN MIGRACION.

Población femenina

edad	población			defunciones		tasas de crecimiento		
	1-1-1970	31-12-74	31-12-79	medias anuales		70-75	75-80	70-80
				70-75	75-80			
0-4	1212.126	1351.319	1565.520	15.169	14.042	0.02180	0.02951	0.02562
5-9	1147.229	1202.623	1343.144	654	624	0.00946	0.02216	0.01579
10-14	1107.115	1144.269	1199.833	535	514	0.00662	0.00951	0.00805
15-19	1061.397	1103.484	1140.756	908	888	0.00780	0.00666	0.00722
20-24	966.519	1056.292	1098.529	1.104	1.087	0.01781	0.00786	0.01282
25-29	865.165	960.604	1050.292	1.246	1.272	0.02099	0.01790	0.01942
30-34	807.272	858.598	953.784	1.404	1.433	0.01236	0.02109	0.01670
35-39	790.712	799.304	850.545	1.817	1.807	0.00217	0.01246	0.00730
40-44	772.872	780.401	789.185	2.304	2.286	0.00194	0.00224	0.00209
45-49	700.343	759.370	767.009	2.989	3.070	0.01623	0.00201	0.00911
50-54	613.660	683.108	741.198	3.823	4.050	0.02150	0.01637	0.01891
55-59	550.142	591.703	660.305	4.982	4.965	0.01461	0.02200	0.01828
60-64	462.256	520.869	562.988	6.519	6.538	0.02394	0.01559	0.01974
65-69	357.013	424.152	481.226	8.390	9.006	0.03456	0.02532	0.02990
70-74	255.491	310.598	372.949	9.930	11.038	0.03917	0.03669	0.03788
75-79	161.153	202.949	250.367	10.811	12.730	0.04625	0.04211	0.04412
80 +	113.101	142.817	183.260	21.484	26.802	0.04695	0.05001	0.04841
total	11943.475	12892.460	14010.888	94.071	102.155	0.01668	0.01668	0.01599

Esperanza de vida

edad	1970-75	1975-80	1970-80
0-4	70.70	72.12	71.41
5-9			
10-14			
15-19			
20-24			
25-29			
30-34			
35-39			
40-44			
45-49			
50-54	27.85	28.42	28.14
55-59	23.61	24.17	23.89
60-64	19.55	20.04	19.80
65-69	15.72	16.13	15.93
70-74	12.22	12.56	12.39
75-79	9.09	9.33	9.21
80 +	6.38	6.56	6.47

Población masculina

edad	población	defunc. anuales	tasas de creci.	esperanza de vida
	1-1-1970:31-12-79	31-12-79	70-79	
0-4	1248.560	1615416	17.778	0.02580
5-9	1181.035	1383.649	866	0.01586
10-14	1140.438	1233.873	742	0.00789
15-19	1091.916	1171.688	1.395	0.00706
20-24	999.722	1126.667	1.901	0.01197
25-29	896.882	1073.713	1.945	0.01914
30-34	820.518	979.619	2.165	0.01775
35-39	801.323	864.111	2.933	0.00755
40-44	781.016	790.560	4.161	0.00122
45-49	705.304	757.866	6.048	0.00720
50-54	605.328	717.943	8.222	0.01709
55-59	533.065	622.341	10.307	0.01551
60-64	444.011	502.998	12.747	0.01249
65-69	338.430	405.327	14.731	0.01806
70-74	226.716	298.037	14.807	0.02739
75-79	136.187	191.346	13.225	0.03405
80 +	78.388	119.316	19.515	0.04207
total	12018.839	13854.471	133.488	0.01423

2. INMIGRACION Y EMIGRACION

Población femenina

edad	INMIGRACION				EMIGRACION			
	pop. inicial : 1-1-1970	pop. final : 31-12-79	defu. anuales : 1970-79	tasas de creci. : 70-79	pop. final : 31-12-79	defu. anuales : 1970-79	tasas de creci. : 75-80	
0-4	:1212.126	:1635.386	: 15.000	: 0.02999	:1495.654	: 14.211	: 0.02105	
5-9	:1147.229	:1386.698	: 647	: 0.01898	:1299.589	: 631	: 0.01249	
10-14	:1107.115	:1223.321	: 532	: 0.00999	:1176.345	: 518	: 0.00607	
15-19	:1061.397	:1180.575	: 919	: 0.01066	:1100.938	: 878	: 0.00366	
20-24	: 966.519	:1159.579	: 1.125	: 0.01824	:1037.479	: 1.065	: 0.00709	
25-29	: 865.165	:1105.658	: 1.291	: 0.02456	: 994.926	: 1.232	: 0.01399	
30-34	: 807.272	: 989.585	: 1.442	: 0.02039	: 917.982	: 1.395	: 0.01287	
35-39	: 790.712	: 873.082	: 1.833	: 0.00992	: 828.008	: 1.791	: 0.00462	
40-44	: 772.872	: 804.746	: 2.314	: 0.00405	: 773.624	: 2.276	: 0.00010	
45-49	: 700.343	: 777.970	: 3.047	: 0.01053	: 756.048	: 3.011	: 0.00766	
50-54	: 613.660	: 748.002	: 3.953	: 0.01982	: 734.394	: 3.921	: 0.01799	
55-59	: 550.142	: 664.563	: 4.989	: 0.01892	: 656.048	: 4.958	: 0.01763	
60-64	: 462.256	: 566.153	: 6.546	: 0.02030	: 559.823	: 6.511	: 0.01918	
65-69	: 357.013	: 483.444	: 8.717	: 0.03036	: 479.007	: 8.678	: 0.02943	
70-74	: 255.491	: 374.386	: 10.506	: 0.03826	: 371.511	: 10.462	: 0.03749	
75-79	: 274.163	: 435.311	: 35.992	: 0.04630	: 431.941	: 35.836	: 0.04552	
total	:11943.475	:14408.459	: 98.853	: 0.01879	:13613.317	: 97.373	: 0.01310	

Esperanza de vida a los 75 años = 9.21 (en ambos casos)

ANEXO 2

Datos básicos utilizados en la aplicación de la técnica de B. y H. a los cinco países latinoamericanos estudiados:

APLICACION: BENNETT Y HORIUCHI
PAIS: ARGENTINA PERIODO: 1960 - 1970
POBLACION: MASCULINA

ESTIMACION DE LA CABALIDAD DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES

EDAD	POBLACION INICIAL	POBLACION FINAL	DEFUNCIONES	R(a)	POBLACION (5)N(a)	MEDIA N(a)	POBLACION ESTIMADA N(a)	(5)N(a)	K(a) quin	densi
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0 - 4	1078868	1196950	19149	0.01017			291915	1375040		
5 - 9	1049986	1163050	960	0.01002	1097603		258767	1259592	1.14759	
10 - 14	975704	1114300	822	0.01307	1055526	215313	245192	1184723	1.12240	1.13877
15 - 19	834062	1058850	1348	0.02365	973854	202938	228884	1076035	1.10492	1.12785
20 - 24	755130	969950	1717	0.02482	839183	181304	202086	946024	1.12731	1.11462
25 - 29	765559	842550	1811	0.00937	770589	160977	176883	859516	1.11540	1.09881
30 - 34	773374	784700	2160	0.00124	773069	154366	167017	827093	1.06988	1.08196
35 - 39	721351	779000	2883	0.00748	772252	154532	163830	796843	1.03184	1.06017
40 - 44	607057	769500	3905	0.02350	702940	147519	154989	721527	1.02644	1.05063
45 - 49	591456	683550	5301	0.01426	584869	128781	134125	634083	1.08415	1.04149
50 - 54	521173	562300	7485	0.00738	553990	113886	119779	569173	1.02741	1.05175
55 - 59	442786	517800	9917	0.01544	477220	103121	108090	495225	1.03773	1.04819
60 - 64	330433	436050	12046	0.02752	378053	85527	90519	392614	1.03852	1.05837
65 - 69	236908	322100	12584	0.03051	258789	63684	67636	281785	1.02886	1.06206
70 - 74	160203	202250	11818	0.02309	108576	36737	46407	188602		
75 Y +	140677	214100	22494	0.04179			30192			
IGNORADA	21170	0	829							
TOTAL	10005897	11617000	117231	0.01472						

FUENTE: CENSO NACIONAL DE POBLACION 1960. TOMO I. TOTAL DEL PAIS
DIRECCION NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS
CENSO NACIONAL DE POBLACION FAMILIAS Y VIVIENDAS. TOTAL DEL PAIS.
RESULTADOS OBTENIDOS POR MUESTRA. INDEC

Archivo de datos: SA067P

Esperanza de vida a la edad 75: 7.32

(1) Fecha pob. inicial: 30- 9-1960

(2) Fecha pob. final: 30- 9-1970

(3) Medias anuales

(4) Tasas de crecimiento intercensales por edad

(5) Promedio geometrico de cohorte

(6) $N(a) = [(5)N(a-5) + (5)N(a)] / 10$

(7) $N(a) = N(a+5) \times \exp[5 \times (5)R(a)] + (5)D(a) \times \exp[2.5 \times (5)R(a)]$

(8) $(N(a+5) - N(a)) / (.2 \times \text{LOG}(N(a+5)/N(a)))$

(9) = (8)/(5)

(10) = (7)/(6)

APLICACION: BENNETT Y HORIUCHI
PAIS: ARGENTINA PERIODO: 1960 - 1970
POBLACION: FEMENINA

ESTIMACION DE LA CABALIDAD DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES

EDAD	POBLACION		DEFUN- CIONES	R(a)	POBLACION (5)N(a)	MEDIA N(a)	POBLACION ESTIMADA		K(a)	
	INICIAL	FINAL					N(a)	(5)N(a)	quin	densi
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0 - 4	1051702	1158350	16088	0.00938			260865	1233857		
5 - 9	1026378	1133950	741	0.00969	1070605		233195	1136334	1.06139	
10 - 14	962737	1086850	559	0.01185	1034516	210512	221440	1073653	1.03783	1.05191
15 - 19	851786	1039850	928	0.01967	972942	200746	208158	988951	1.01645	1.03692
20 - 24	775990	980550	1091	0.02312	857138	183008	187773	883944	1.03127	1.02604
25 - 29	773708	960150	1213	0.01032	786841	164398	166242	807126	1.02578	1.01122
30 - 34	787574	795650	1467	0.00074	771610	155845	156702	778383	1.00878	1.00550
35 - 39	722183	767400	1837	0.00580	779608	155122	154655	757596	0.97177	0.99699
40 - 44	609337	769600	2167	0.02307	711451	149106	148426	695588	0.97770	0.99544
45 - 49	588781	698950	2739	0.01688	597765	130922	130207	617544	1.03309	0.99454
50 - 54	497866	584800	3614	0.01582	569456	116722	117045	553712	0.97235	1.00276
55 - 59	413124	549250	4665	0.02821	476476	104593	104670	476632	1.00033	1.00074
60 - 64	325820	454750	5897	0.03306	381023	85750	86556	384356	1.00875	1.00940
65 - 69	235836	350450	6934	0.03933	282462	66349	67938	291231	1.03104	1.02395
70 - 74	172242	244200	7913	0.03463	112614	39508	49523	207496		
75 Y +	182057	298300	22744	0.04910			34392			
IGNORADA	27521	0	392							
TOTAL	10004642	11773050	80990	0.01600						

FUENTE: CENSO NACIONAL DE POBLACION 1960.TOMO I .TOTAL DEL PAIS.
DIRECCION NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS.
CENSO NACIONAL DE POBLACION,FAMILIAS Y VIVIENDAS 1970.TOTAL DEL PAIS.
RESULTADOS OBTENIDOS POR MUESTRA.INDEC

Archivo de datos: SAAG7P

Esperanza de vida a la edad 75: 8.84

(1) Fecha pob. inicial: 30- 9-1960

(2) Fecha pob. final: 30- 9-1970

(3) Medias anuales

(4) Tasas de crecimiento intercensales por edad

(5) Promedio geometrico de cohorte

(6) $N(a)=[(5)N(a-5) + (5)N(a)]/10$

(7) $N(a)=N(a+5)\times\exp[5\times(5)R(a)] + (5)D(a)\times\exp[2.5\times(5)R(a)]$

(8) $(N(a+5)-N(a))/(.2\times\text{LOG}(N(a+5)/N(a)))$

(9) = (8)/(5)

(10) = (7)/(6)

APLICACION: BENNETT Y HORIUCHI
 PAIS: CHILE PERIODO: 1960 - 1970
 POBLACION: MASCULINA

ESTIMACION DE LA CABALIDAD DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES

EDAD	POBLACION INICIAL	POBLACION FINAL	DEFUN- CIONES	R(a)	POBLACION (5)N(a)	MEDIA N(a)	POBLACION N(a)	ESTIMADA (5)N(a)	K(a) quin	densi
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0 - 4	554796	567233	18253	0.00236			125329	576222		
5 - 9	492442	624134	716	0.02520	557172		105715	494880	0.88820	
10 - 14	420881	559559	496	0.03028	469029	102620	92529	428116	0.91277	0.90167
15 - 19	354554	446729	724	0.02457	394969	86400	79070	370251	0.93742	0.91516
20 - 24	287637	370653	977	0.02696	327149	72212	69248	321522	0.98280	0.95895
25 - 29	251833	301862	1045	0.01927	267842	59499	59602	281527	1.05110	1.00173
30 - 34	246879	249409	1261	0.00108	249643	51749	53133	261783	1.04863	1.02675
35 - 39	199965	247473	1551	0.02266	234643	48429	51588	240034	1.02297	1.06523
40 - 44	178478	223014	1756	0.02369	185596	42024	44595	205941	1.10962	1.06119
45 - 49	157143	172260	2030	0.00977	163259	34886	37959	180156	1.10350	1.08811
50 - 54	137561	149338	2395	0.00873	141404	30466	34169	161151	1.13965	1.12155
55 - 59	103319	127242	2692	0.02214	120591	26200	30366	137006	1.13611	1.15902
60 - 64	86342	105715	3092	0.02152	90695	21129	24636	109005	1.20188	1.16600
65 - 69	60615	79614	3229	0.02899	68067	15876	19192	81178	1.19262	1.20887
70 - 74	38032	53660	3158	0.03660	43363	11143	13600	54087	1.24731	1.22046
75 - 79	22740	31021	2637	0.03302	25281	6864	8443	32042	1.26743	1.23001
80 - 84	12116	16805	1852	0.03478	14910	4019	4730	16779		
85 Y +	7474	17791	1442	0.09221			2277			
IGNORADA	0	0	89							
TOTAL	3612807	4243512	49396	0.01958						

CENSOS DE POBLACION 1960 Y 1970
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. CHILE

Archivo de datos: SOC67P

Esperanza de vida a la edad 85: 5.22

(1) Fecha pob. inicial: 29-11-1960

(2) Fecha pob. final: 22- 4-1970

(3) Medias anuales

(4) Tasas de crecimiento intercensales por edad

(5) Promedio geometrico de cohorte

(6) $N(a) = [(5)N(a-5) + (5)N(a)] / 10$

(7) $N(a) = N(a+5) \times \exp[5 \times (5)R(a)] + (5)D(a) \times \exp[2.5 \times (5)R(a)]$

(8) $(N(a+5) - N(a)) / (.2 \times \text{LOG}(N(a+5)/N(a)))$

(9) = (8)/(5)

(10) = (7)/(6)

APLICACION: BENNETT Y HORIUCHI
 PAIS: CHILE PERIODO: 1960 - 1970
 POBLACION: FEMENINA

ESTIMACION DE LA CABALIDAD DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES

EDAD	POBLACION INICIAL	POBLACION FINAL	DEFUNCIONES	R(a)	POBLACION (5)N(a)	MEDIA N(a)	POBLACION ESTIMADA N(a)	(5)N(a)	K(a) quin	densi
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0 - 4	549924	555601	15623	0.00109			122779	572311		
5 - 9	489047	619796	577	0.02519	552366		106530	499055	0.90349	
10 - 14	415428	554819	362	0.03076	477761	103013	93381	431884	0.90398	0.90650
15 - 19	370253	466736	533	0.02462	406816	88458	79732	373792	0.91882	0.90136
20 - 24	310762	398383	672	0.02641	346425	75324	69996	326209	0.94165	0.92926
25 - 29	275172	324130	741	0.01741	288219	63464	60708	288876	1.00228	0.95657
30 - 34	260273	267312	886	0.00284	271095	55931	54938	270534	0.99793	0.98224
35 - 39	215448	267078	1014	0.02284	246142	51724	53284	249274	1.01272	1.03017
40 - 44	185401	232778	1067	0.02419	199425	44557	46576	216718	1.08672	1.04532
45 - 49	167091	184593	1199	0.01059	173988	37341	40265	193098	1.10984	1.07829
50 - 54	141015	163277	1494	0.01558	153736	32772	37020	174359	1.13415	1.12961
55 - 59	109013	141449	1804	0.02769	128713	28245	32808	148736	1.15556	1.16157
60 - 64	96713	117484	2228	0.02069	100285	22900	26883	122134	1.21787	1.17392
65 - 69	67605	92256	2551	0.03305	78743	17903	22125	95619	1.21431	1.23587
70 - 74	46423	64112	2764	0.03432	51139	12988	16407	68425	1.33801	1.26319
75 - 79	28965	38684	2740	0.03076	34133	8527	11282	45260	1.32600	1.32310
80 - 84	18685	25096	2371	0.03136	17275	5141	7137	26808		
85 Y +	14090	27672	2624	0.07176			3908			
IGNORADA	0	0	40							
TOTAL	555601	4541256	41290	0.22337						

CENSOS DE POBLACION DE 1960 Y 1970

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE)

Archivo de datos: SAC67P

Esperanza de vida a la edad 85: 5.82

(1) Fecha pob. inicial: 29-11-1960

(2) Fecha pob. final: 22- 4-1970

(3) Medias anuales

(4) Tasas de crecimiento intercensales por edad

(5) Promedio geometrico de cohorte

(6) $N(a) = [(5)N(a-5) + (5)N(a)] / 10$

(7) $N(a) = N(a+5) \times \exp[5 \times (5)R(a)] + (5)D(a) \times \exp[2.5 \times (5)R(a)]$

(8) $(N(a+5) - N(a)) / (.2 \times \text{LOG}(N(a+5)/N(a)))$

(9) = (8)/(5)

(10) = (7)/(6)

APLICACION: BENNETT Y HORIUCHI
 PAIS: MEXICO PERIODO: 1960 - 1970
 POBLACION: MASCULINA

ESTIMACION DE LA CALIDAD DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES

EDAD	POBLACION INICIAL	POBLACION FINAL	DEFUN- CIONES	R(a)	POBLACION (5)N(a)	MEDIA N(a)	POBLACION N(a)	ESTIMADA (5)N(a)	K(a) quin	densi (10)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0 - 4	2936387	4151517	101297	0.03552			931013	4013668		
5 - 9	2705910	3934729	7403	0.03844	3105005		686817	3106274	1.00041	
10 - 14	2234496	3271115	3683	0.03913	2601090	570610	560004	2534180	0.97428	0.98141
15 - 19	1738831	2491047	4452	0.03689	2080702	468179	457144	2076478	0.99797	0.97643
20 - 24	1404869	1930300	5639	0.03256	1658188	373889	376082	1721552	1.03821	1.00587
25 - 29	1195988	1575414	5883	0.02819	1346341	300453	314381	1451739	1.07828	1.04636
30 - 34	1009105	1285461	5896	0.02471	1217740	256408	267572	1244001	1.02157	1.04354
35 - 39	959140	1235283	7112	0.02585	985810	220355	230927	1065622	1.08096	1.04798
40 - 44	674307	959477	6502	0.03619	893746	187956	196261	881763	0.98659	1.04419
45 - 49	610482	829719	6962	0.03143	631807	152555	157838	713194	1.12882	1.03463
50 - 54	527328	589788	7215	0.01122	554360	118617	128448	606505	1.09406	1.08288
55 - 59	405202	501529	8272	0.02173	488618	104298	114424	521547	1.06739	1.09709
60 - 64	371989	451069	10074	0.01960	374793	86341	94809	426277	1.13737	1.09808
65 - 69	203454	345379	9898	0.05449	300599	67539	76366	309873	1.03085	1.13069
70 - 74	161288	242008	9412	0.04169	156262	45686	49516	199796	1.27859	1.08383
75 - 79	91153	119571	8008	0.02775	114327	27059	31719	127458	1.11486	1.17222
80 - 84	57847	80738	6733	0.03419	84835	19916	20138	74915		
85 Y +	62880	71470	10205	0.01289			10793			
IGNORADA	64664	0	179							
TOTAL	17415320	24065614	224822	0.03315						

VII Censo

IX Censo General de Poblacion y Vivienda, 1970

S.I.C

Archivo de datos: SMO67P

Esperanza de vida a la edad 85: 4.385

(1) Fecha pob. inicial: 8- 6-1960

(2) Fecha pob. final: 28- 1-1970

(3) Medias anuales

(4) Tasas de crecimiento intercensales por edad

(5) Promedio geometrico de cohorte

(6) $N(a) = [(5)N(a-5) + (5)N(a)] / 10$ (7) $N(a) = N(a+5) \times \exp[5 \times (5)R(a)] + (5)D(a) \times \exp[2.5 \times (5)R(a)]$ (8) $(N(a+5) - N(a)) / (.2 \times \text{LOG}(N(a+5)/N(a)))$

(9) = (8)/(5)

(10) = (7)/(6)

APLICACION: BENNETT Y HORIUCHI
 PAIS: MEXICO PERIODO: 1960 - 1970
 POBLACION: FEMENINA

ESTIMACION DE LA CABALIDAD DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES:

EDAD	POBLACION INICIAL	POBLACION FINAL	DEFUN- CIONES	R(a)	POBLACION (5)N(a)	MEDIA N(a)	POBLACION ESTIMADA N(a)	(5)N(a)	K(a) quin	densi
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0 - 4	2840360	4015993	88594	0.03562			954530	4152594		
5 - 9	2611134	3788267	6835	0.03830	2983478		717744	3249450	1.08915	
10 - 14	2123820	3125059	2889	0.03976	2590748	557423	586454	2652190	1.02372	1.05208
15 - 19	1796434	2563344	3401	0.03657	2115858	470661	478108	2176431	1.02863	1.01582
20 - 24	1542203	2102041	4447	0.03182	1742261	385812	395101	1815493	1.04203	1.02408
25 - 29	1308904	1685004	4557	0.02590	1423792	316605	332873	1549916	1.08858	1.05138
30 - 34	1042530	1310802	4461	0.02345	1294340	271813	288168	1346589	1.04191	1.06017
35 - 39	961540	1276364	5423	0.02908	1009021	230336	252073	1159726	1.14936	1.09437
40 - 44	687017	973863	4615	0.03589	882283	189130	212919	963285	1.09181	1.12578
45 - 49	623126	807299	4933	0.02656	644141	152642	173724	801280	1.24395	1.13811
50 - 54	536031	602255	5328	0.01179	564704	120884	147503	702924	1.24477	1.22020
55 - 59	394697	510330	6280	0.02635	500910	106561	133887	611702	1.22118	1.25643
60 - 64	372721	466784	8546	0.02304	375998	87691	111478	505208	1.34365	1.27126
65 - 69	210710	357184	8651	0.05444	303377	67937	91278	378423	1.24737	1.34356
70 - 74	172083	246245	9084	0.03687	167688	47106	61977	260294	1.55226	1.31569
75 - 79	96620	133077	7920	0.03291	131493	29918	43260	179430	1.36457	1.44593
80 - 84	70491	100196	8208	0.03617	89848	22134	29402	113309		
85 Y +	68509	95517	14586	0.03417			17040			
IGNORADA	48879	0	79							
TOTAL	17507809	24159624	198837	0.03310						

VIII Censo General de Poblacion y Vivienda. 1960

IX Censo General de Poblacion y Vivienda. 1970

D.G.E. Secretaria de Industria y Comercio

Archivo de datos: SMA67P

Esperanza de vida a la edad 85: 4.655

(1) Fecha pob. inicial: 8- 6-1960

(2) Fecha pob. final: 28- 1-1970

(3) Medias anuales

(4) Tasas de crecimiento intercensales por edad

(5) Promedio geometrico de cohorte

(6) $N(a) = [(5)N(a-5) + (5)N(a)]/10$ (7) $N(a) = N(a+5) \times \exp[5 \times (5)R(a)] + (5)D(a) \times \exp[2.5 \times (5)R(a)]$ (8) $(N(a+5) - N(a)) / (.2 \times \text{LOG}(N(a+5)/N(a)))$

(9) = (8)/(5)

(10) = (7)/(6)

APLICACION: BENNETT Y HORIUCHI
 PAIS: PERU PERIODO: 1961 - 1972
 POBLACION: MASCULINA

ESTIMACION DE LA CABALIDAD DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES

EDAD	POBLACION INICIAL	POBLACION FINAL	DEFUN- CIONES	R(a)	POBLACION (5)N(a)	MEDIA N(a)	POBLACION N(a)	ESTIMADA (5)N(a)	K(a) quin	densi
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0 - 4	840203	1107751	19164	0.02544			134074	581240		
5 - 9	738830	1022565	1166	0.02988	863078		100077	461944	0.53523	
10 - 14	594698	884417	658	0.03646	727768	159085	85105	387389	0.53230	0.53497
15 - 19	493977	715127	807	0.03400	583934	131170	70320	321372	0.55036	0.53610
20 - 24	420560	571969	946	0.02828	476254	106019	58585	270840	0.56869	0.55259
25 - 29	359851	458049	902	0.02222	405675	88193	49979	234288	0.57753	0.56670
30 - 34	311544	390364	985	0.02078	358263	76394	43869	205905	0.57473	0.57425
35 - 39	260561	355814	1005	0.02866	309747	66801	38605	177367	0.57262	0.57791
40 - 44	209046	307210	1023	0.03538	251281	56103	32516	146513	0.58307	0.57958
45 - 49	177315	241742	1156	0.02851	202337	45362	26308	119749	0.59183	0.57996
50 - 54	142983	195367	1134	0.02871	162916	36525	21737	98322	0.60352	0.59512
55 - 59	110092	149321	1286	0.02803	138241	30116	17728	79524	0.57526	0.58867
60 - 64	98761	133330	1693	0.02761	98990	23723	14211	62133	0.62767	0.59903
65 - 69	59518	88790	1672	0.03675	81068	18006	10798	45135	0.55675	0.59971
70 - 74	42164	66383	1491	0.04168	67181	14825	7461	29912		
75 Y +	62949	83202	4065	0.02567			4713			
IGNORADA	2466	13129	1225							
TOTAL	4925518	6784530	40428	0.02945						

FUENTES: O.N.E.C. 'VI Censo nacional de población'. Lima, Perú.
 I.N.E. 'VII Censo de población. II de vivienda'. Lima, Perú.
 Ministerio de Salud. 'Informes estadísticos'. Lima, Perú.

Archivo de datos: SP067P

Esperanza de vida a la edad 75: 5.895

(1) Fecha pob. inicial: 2- 7-1961

(2) Fecha pob. final: 4- 6-1972

(3) Medias anuales

(4) Tasas de crecimiento intercensales por edad

(5) Promedio geometrico de cohorte

(6) $N(a) = [(5)N(a-5) + (5)N(a)] / 10$

(7) $N(a) = N(a+5) \times \exp[5 \times (5)R(a)] + (5)D(a) \times \exp[2.5 \times (5)R(a)]$

(8) $(N(a+5) - N(a)) / (.2 \times \text{LOG}(N(a+5)/N(a)))$

(9) = (8)/(5)

(10) = (7)/(6)

APLICACION: BENNETT Y HORIUCHI
 PAIS: PERU PERIODO: 1961 - 1972
 POBLACION: FEMENINA

ESTIMACION DE LA CABALIDAD DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES

EDAD	POBLACION INICIAL	POBLACION FINAL	DEFUNCIONES	R(a)	POBLACION (5)N(a)	MEDIA N(a)	POBLACION N(a)	ESTIMADA (5)N(a)	K(a)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	quin	densi
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0 - 4	831323	1093263	17032	0.02523			116298	503344		
5 - 9	727533	1000175	1022	0.02929	831337		86515	399886	0.48102	
10 - 14	557497	829093	548	0.03649	713678	154502	73778	335861	0.47061	0.47752
15 - 19	479739	698185	724	0.03451	568733	128241	60973	278250	0.48925	0.47546
20 - 24	427630	578620	878	0.02784	476249	104498	50646	234242	0.49185	0.48466
25 - 29	381419	471501	876	0.01957	404384	88063	43246	203826	0.50404	0.49107
30 - 34	308469	381363	862	0.01958	377840	78222	38381	180683	0.47820	0.49067
35 - 39	279394	373277	1024	0.02668	303494	68133	33981	156543	0.51580	0.49875
40 - 44	211283	297789	876	0.03157	262642	56614	28780	130968	0.49266	0.50836
45 - 49	187315	246223	905	0.02519	202341	46498	23767	109425	0.54080	0.51114
50 - 54	148883	193251	844	0.02403	168216	37056	20105	92634	0.55069	0.54257
55 - 59	115351	150654	933	0.02460	145209	31342	17033	77829	0.53598	0.54346
60 - 64	112220	141240	1293	0.02121	106477	25169	14185	64063	0.60166	0.56361
65 - 69	70198	98019	1356	0.03072	93224	19970	11532	50065	0.53704	0.57745
70 - 74	54941	77233	1333	0.03133	128710	22193	8634	36608		
75 Y +	85510	108858	5371	0.02226			6149			
IGNORADA	2523	14934	1029							
TOTAL	4981228	6753678	36907	0.02802						

FUENTE: O.N.E.C. "VI Censo nacional de población". Lima, Perú.
 I.N.E. "VII Censo de población, II de vivienda". Lima, Perú.
 Ministerio de Salud. "Informes estadísticos". Lima, Perú.

Archivo de datos: SPA67P

Esperanza de vida a la edad 75: 6.205

(1) Fecha pob. inicial: 2- 7-1961

(2) Fecha pob. final: 4- 6-1972

(3) Medias anuales

(4) Tasas de crecimiento intercensales por edad

(5) Promedio geometrico de cohorte

(6) $N(a) = [(5)N(a-5) + (5)N(a)]/10$

(7) $N(a) = N(a+5) \times \exp[5 \times (5)R(a)] + (5)D(a) \times \exp[2.5 \times (5)R(a)]$

(8) $(N(a+5) - N(a)) / (.2 \times \text{LOG}(N(a+5)/N(a)))$

(9) = (8)/(5)

(10) = (7)/(6)

APLICACION: BENNETT Y HORIUCHI
 PAIS: VENEZUELA PERIODO: 1961 - 1971
 POBLACION: FEMENINA

ESTIMACION DE LA CABALIDAD DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES

EDAD	POBLACION INICIAL	POBLACION FINAL	DEFUNCIONES	R(a)	POBLACION (5)N(a)	MEDIA N(a)	POBLACION N(a)	ESTIMADA (5)N(a)	K(a) quin	densi
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0 - 4	675782	857083	11459	0.02227			198083	908841		
5 - 9	572047	808623	757	0.03243	697992		166375	766098	1.09757	
10 - 14	443509	720931	382	0.04551	594748	129274	140776	628614	1.05694	1.08898
15 - 19	339171	618350	473	0.05626	468218	106297	111783	486047	1.03808	1.05161
20 - 24	306733	494304	488	0.04470	349223	81744	83961	375020	1.07387	1.02713
25 - 29	267874	359572	529	0.02758	300856	65008	66707	310266	1.03128	1.02614
30 - 34	237836	295091	593	0.02021	268720	56958	57621	272566	1.01431	1.01164
35 - 39	194534	269569	739	0.03056	232553	50127	51520	237074	1.01944	1.02777
40 - 44	157264	227387	779	0.03454	187733	42029	43534	198011	1.05474	1.03582
45 - 49	134760	181170	866	0.02773	153116	34085	35914	165554	1.08124	1.05367
50 - 54	106242	149077	1068	0.03174	125764	27888	30457	138199	1.09887	1.09213
55 - 59	83098	117369	1229	0.03235	101757	22752	25001	112399	1.10459	1.09886
60 - 64	69358	97461	1770	0.03187	72368	17413	20134	88673	1.22530	1.15628
65 - 69	41570	63024	1458	0.03899	57708	13008	15534	66969	1.16048	1.19422
70 - 74	29358	48015	1530	0.04609	32937	9065	11460	47386	1.43869	1.26427
75 - 79	18348	26097	1303	0.03301	23925	5686	7738	32383	1.35355	1.36076
80 - 84	13301	19497	1403	0.03583	12929	3685	5361	20936	1.61923	1.45460
85 - 89	5531	9111	885	0.04676	8506	2144	3199	11993	1.40986	1.49223
90 - 94	3203	5440	616	0.04962	9451	1796	1744	6112		
95 Y +	2760	4640	725	0.04867			817			
IGNORADA	0	0	95							
TOTAL	3702279	5371811	29146	0.03487						

VENEZUELA: IX Censo de poblacion y vivienda
 X Censo General de Poblacion y Vivienda
 datos publicados
 Ministerio de Fomento y O.C.E.I. "Anuarios estadísticos".
 Caracas, Venezuela.

- Archivo de datos: SVA67P
 Esperanza de vida a la edad 95: 2.5
 (1) Fecha pob. inicial: 26- 2-1961
 (2) Fecha pob. final: 2-11-1971
 (3) Medias anuales
 (4) Tasas de crecimiento intercensales por edad
 (5) Promedio geometrico de cohorte
 (6) $N(a) = [(5)N(a-5) + (5)N(a)]/10$
 (7) $N(a) = N(a+5) \times \exp[5 \times (5)R(a)] + (5)D(a) \times \exp[2.5 \times (5)R(a)]$
 (8) $(N(a+5) - N(a)) / (.2 \times \text{LOG}(N(a+5)/N(a)))$
 (9) = (8)/(5)
 (10) = (7)/(6)

APLICACION: BENNETT Y HORIUCHI
 PAIS: VENEZUELA PERIODO: 1961 - 1971
 POBLACION: MASCULINA

ESTIMACION DE LA CABALIDAD DEL REGISTRO DE DEFUNCIONES

EDAD	POBLACION INICIAL	POBLACION FINAL	DEFUN- CIONES	R(a)	POBLACION (5)N(a)	MEDIA N(a)	POBLACION N(a)	ESTIMADA (5)N(a)	K(a) quin	densi
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0 - 4	698314	879166	13249	0.02158			159983	725227		
5 - 9	591273	825436	952	0.03126	715468		131068	604375	0.84473	
10 - 14	458372	733043	565	0.04399	596430	131190	111224	497849	0.83472	0.84781
15 - 19	340465	601632	716	0.05334	463270	105970	88759	387828	0.83715	0.83759
20 - 24	311678	468221	901	0.03813	339922	80319	67355	304429	0.89559	0.83859
25 - 29	283008	339379	813	0.01702	301962	64188	54845	260872	0.86392	0.85444
30 - 34	264861	292549	817	0.00931	276114	57808	49592	240241	0.87008	0.85788
35 - 39	210638	269387	905	0.02305	253207	52932	46537	217550	0.85919	0.87918
40 - 44	174322	242066	1062	0.03076	201529	45474	40617	185638	0.92115	0.89321
45 - 49	146042	192813	1228	0.02603	164279	36581	33844	155645	0.94744	0.92518
50 - 54	112531	154814	1537	0.02989	130144	29442	28563	128869	0.99021	0.97015
55 - 59	84211	115977	1715	0.02999	102679	23282	23172	103350	1.00654	0.99527
60 - 64	62356	93690	2122	0.03814	69622	17230	18355	78288	1.12447	1.06528
65 - 69	36152	57561	1749	0.04357	50515	12014	13239	55139	1.09153	1.10195
70 - 74	21657	40923	1609	0.05962	26893	7741	9078	35258	1.31106	1.17274
75 - 79	12601	20005	1215	0.04330	16469	4336	5352	20979	1.27383	1.23423
80 - 84	7431	12524	999	0.04890	8527	2500	3220	11700		
85 Y +	5808	10525	1216	0.05570			1637			
IGNORADA	0	0	55							
TOTAL	3921720	5349711	33427	0.03151						

Ministerio de Fomento, Direccion General de Estadistica y Censos Nacionales;
 'XIX y X Censo de Poblacion y Vivienda', Caracas, Venezuela.

Ministerio de Fomento y D.C.E.I. 'Anuarios estadisticos',
 Caracas, Venezuela.

Archivo de datos: SVO67P

Esperanza de vida a la edad 85: 5.55

(1) Fecha pob. inicial: 26- 2-1961

(2) Fecha pob. final: 2-11-1971

(3) Medias anuales

(4) Tasas de crecimiento intercensales por edad

(5) Promedio geometrico de cohorte

(6) $N(a) = [(5)N(a-5) + (5)N(a)]/10$

(7) $N(a) = N(a+5) \times \exp[5 \times (5)R(a)] + (5)D(a) \times \exp[2.5 \times (5)R(a)]$

(8) $(N(a+5) - N(a)) / (.2 \times \text{LOG}(N(a+5)/N(a)))$

(9) = (8)/(5)

(10) = (7)/(6)

BIBLIOGRAFIA.

- Bennett, Neil G. y Horiuchi, Shiro:
 - 'Estimating the completeness of death registration in a closed population'.
 Population Index. Vol 47(2):207-222. Summer 1981.
- 'Mortality estimation from registered deaths in less developed countries'.
 Demography. Vol 12.2:217-233. 1984
- CONAPO, SPP y CELADE. 'México. Estimaciones y proyecciones de población.
 1950-2000', Fascículo E/MEX.1. Santiago de Chile. octubre de 1982.
- D.E.C. Censo de Población de 1960. Santiago, Chile.
- D.G.E., VIII y IX Censos generales de Población y Vivienda. 1960 y
 1970. México. D.F.
- D.G.E.C.N., Min. de Fomento. IX y X Censos de Población y Vivienda.
 Caracas. Venezuela.
- DNEC. Censo Nacional de Población. 1960. Buenos Aires, Argentina.
- INDEC. Censo Nacional de Población, Familias y Viviendas. 1970.
 Buenos Aires. Argentina.
- INDEC y CELADE. 'Estimaciones y proyecciones de población. 1950-2025.'.
 Argentina. Buenos Aires. noviembre de 1982.
- I.N.E. Censo de Población de 1960. Santiago de Chile.
- I.N.E. VII Censo de Población. II de Vivienda. 4 de junio de 1972.
 Lima. agosto, 1974.
- INE-DGD y CELADE. 'Estimaciones y proyecciones de Población'. Boletín
 de Análisis Demográfico No. 25. Lima. abril de 1983.
- OCEI y CELADE. 'Venezuela. Estimaciones y Proyecciones de Población.
 1950-2025. Fascículo E/VEN.1. Santiago de Chile. diciembre de 1983.
- O.N.E.C. Sexto Censo Nacional. Lima. Perú. marzo 1966.
- Preston, Samuel; Coale, J. Ansley; Trussell, James and Weinstein Maxine:
 'Estimating the completeness of reporting of adult death in
 populations that are approximately stable'.
 Population Index. Vol 46(2):179-202. Princeton, N.J. 1980.
- Preston, Samuel y Coale, Ansley, 'Estructuras por edades, crecimiento,
 salidas y entradas: una nueva síntesis'. 1982. en Notas de
 Población. Año XII, No. 35. CELADE. agosto de 1984.
- Pujol. José Miguel. 'Chile: Proyecciones de la Población por sexo y

grupos quinquenales de edades. 1950-2000. CELADE, SANTIAGO, CHILE.
JULIO, 1976. (Serie A No 140).