

10862.00

(23963.)

C-2

CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFIA
CELADE-SANTIAGO

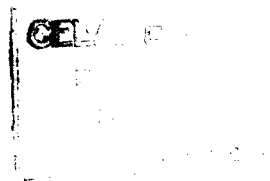
TESIS DE GRADO

Título: Uso de tasas de crecimiento por edad para
 mediciones demográficas: Composición por
 edad de la población.

Autor: Sonia María Mychaszula

Asesor: Jorge Somoza

Santiago-Chile
Diciembre-1984



Repositorio S. Futicover

INDICE

	<u>Página</u>
INTRODUCCION	1
I. DESCRIPCION DE LA TECNICA	2
II. APLICACIONES CON DATOS CONTROLADOS	7
1. Población cerrada y datos sin omisión	10
2. Población abierta y datos sin omisión	21
3. Población cerrada y datos con omisión	26
A. Omisión del 5% en todos los grupos de edades de la población final	26
B. Omisión del 10% en las poblaciones inicial y final del grupo de edades 20-29 años	29
C. Omisión del 20% en las defunciones registradas.	35
D. Omisión del 10% en los nacimientos registrados.	38
III. APLICACIONES CON DATOS REALES	40
IV. CONCLUSIONES	66
ANEXO	68
BIBLIOGRAFIA	72

Indice de Cuadros

	<u>Página</u>
Cuadro 1. Valores ${}_5K_a$. Población cerrada y datos sin omisión. Período 1970-1980 (${}_5\bar{N}_a = ({}_5N_a^{70} * {}_5N_a^{80})^{1/2}$).....	11
Cuadro 2. Valores ${}_5K_a$. Población cerrada y datos sin omisión. Período 1970-1975.....	14
Cuadro 3. Comparación entre las estimaciones de la población media y la población de 1975 obtenida de la proyección sin migración 1970-1980	16
Cuadro 4. Valores ${}_5K_a$. Población cerrada y datos sin omisión. Período 1970-1980 (${}_5\bar{N}_a = ({}_5N_{a-5}^{70} * {}_5N_{a+5}^{80})^{1/2}$).....	18
Cuadro 5. Valores K(a). Población cerrada y datos sin omisión. Período 1970-1980.....	19
Cuadro 6. Valores K(a). Población abierta y datos sin omisión. Período 1970-1980.....	23
Cuadro 7. Valores K(a). Población cerrada y omisión 5% en todos los grupos de edades de la población final. Período 1970-1980.....	27
Cuadro 8. Valores ${}_5K_a$. Población cerrada y omisión 10% en población inicial y final del grupo de edades 20-29. Período 1970-1980.....	30
Cuadro 9. Valores K(a). Población cerrada y omisión 10% en población inicial y final del grupo de edades 20-29. Período 1970-1980.....	33
Cuadro 10. Valores K(a). Población cerrada y omisión 20% en las defunciones y 10% en los nacimientos registrados. Período 1970-1980.....	36
Cuadro 11. Argentina. Estimación de la omisión censal correspondiente a 1960 y 1970, según sexo.....	41
Cuadro 12. Argentina. Período 1960-70. Varones.....	43
Cuadro 13. Argentina. Período 1960-70. Mujeres	44
Cuadro 14. Chile. Estimación de la omisión censal correspondiente a 1960 y 1970 según sexo.....	46
Cuadro 15. Chile. Período 1960-70. Varones.....	48
Cuadro 16. Chile. Período 1960-70. Mujeres.....	49
Cuadro 17. México. Estimación de la omisión censal correspondiente a 1960 y 1970 según sexo.....	51
Cuadro 18. México. Período 1960-70. Varones.....	53
Cuadro 19. México. Período 1960-70. Mujeres.....	54
Cuadro 20. Perú. Estimación de la omisión censal correspondiente a 1961 y 1972 según sexo.....	56
Cuadro 21. Perú. Período 1961-72. Varones.....	58
Cuadro 22. Perú. Período 1961-72. Mujeres.....	59
Cuadro 23. Venezuela. Estimación de la omisión censal correspondiente a 1961 y 1971 según sexo.....	61
Cuadro 24. Venezuela. Período 1961-71. Varones.....	63
Cuadro 25. Venezuela. Período 1961-71. Mujeres.....	64

Indice de Gráficos

	<u>Página</u>
Gráfico 1. Población cerrada y datos sin omisión. Período 1970-1980 (${}_5\bar{N}_a = ({}_5N_a^{70} * {}_5N_a^{80})^{1/2}$ y dos formas de cálculo de ${}_5\hat{N}_a$).....	12
Gráfico 2. Población cerrada y datos sin omisión. Período 1970-1980 (${}_5\bar{N}_a = ({}_5N_a^{70} * {}_5N_a^{80})^{1/2}$).....	12
Gráfico 3. Población cerrada y datos sin omisión. Período 1970-1975.....	15
Gráfico 4. Población cerrada y datos sin omisión. Período 1970-1980 (${}_5\bar{N}_a = ({}_5N_{a-5}^{70} * {}_5N_{a+5}^{80})^{1/2}$).....	20
Gráfico 5. Población cerrada y datos sin omisión. Período 1970-1980 (Valores K(a)).....	20
Gráfico 6. Población abierta. Inmigración neta y datos sin omisión. Período 1970-1980.....	24
Gráfico 7. Población abierta. Emigración neta y datos sin omisión. Período 1970-1980.....	24
Gráfico 8. Población cerrada y abierta y datos sin omisión. Período 1970-1980.....	25
Gráfico 9. Población cerrada y omisión 5% en todos los grupos de edades de la población final. Período 1970-1980.	28
Gráfico 10. Población cerrada y omisión 10% en población inicial y final del grupo de edades 20-29. Período 1970-1980 (Valores ${}_5K_a$ y ${}_5\bar{N}_a = ({}_5N_a^{70} * {}_5N_a^{80})^{1/2}$)..	31
Gráfico 11. Población cerrada y omisión 10% en población inicial y final del grupo de edades 20-29. Período 1970-1980 (Valores ${}_5K_a$ y ${}_5\bar{N}_a = ({}_5N_{a-5}^{70} * {}_5N_{a+5}^{80})^{1/2}$)..	31
Gráfico 12. Población cerrada y omisión 10% en población inicial y final del grupo de edades 20-29. Período 1970-1980 (Valores K(a)).....	34
Gráfico 13. Población cerrada y omisión 20% en las defunciones registradas en todos los grupos de edades. Período 1970-1980.....	37
Gráfico 14. Población cerrada y omisión 10% en los nacimientos registrados. Período 1970-1980.....	37
Gráfico 15. Argentina. 1960-1970. Varones.....	45
Gráfico 16. Argentina. 1960-1970. Mujeres.....	45
Gráfico 17. Chile. 1960-1970. Varones.....	50
Gráfico 18. Chile. 1960-1970. Mujeres.....	50
Gráfico 19. México. 1960-1970. Varones.....	55
Gráfico 20. México. 1960-1970. Mujeres.....	55
Gráfico 21. Perú. 1961-1972. Varones.....	60
Gráfico 22. Perú. 1961-1972. Mujeres.....	60
Gráfico 23. Venezuela. 1961-1971. Varones.....	65
Gráfico 24. Venezuela. 1961-1971. Mujeres.....	65

INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento de dos de las ecuaciones presentadas por S. Preston y A. Coale en el documento "Age Structure, Growth, Attrition, and Accession: A New Synthesis" publicado en 1982,^{1/} en el cual los autores extienden a condiciones generales la relación encontrada en poblaciones estables entre la distribución por edades de la población, su fuerza de mortalidad y su tasa de crecimiento.

Para tal fin, en el capítulo primero se presentan los fundamentos teóricos de las ecuaciones y se derivan las que se usan en este trabajo, válidas para poblaciones cerradas.

En la primera parte del segundo capítulo se aplican las ecuaciones con datos controlados sin error, espaciados por 10 años (intervalo intercensal habitual), para verificar el efecto que tienen, sobre los resultados, las aproximaciones necesarias para pasar del cálculo continuo al discreto. A continuación se investigan los efectos del no cumplimiento de los supuestos básicos de la técnica y de la calidad de la información. Esta tarea se lleva a cabo usando también datos controlados, lo que permite identificar con claridad cada uno de dichos efectos.

Con el objeto de observar el comportamiento de las ecuaciones cuando se usan con información que presenta simultáneamente varios de los tipos de errores simulados o proviene de poblaciones abiertas, en el tercer capítulo se muestran y analizan brevemente los resultados obtenidos de aplicaciones con datos reales de varios países de América Latina.

Finalmente, se extraen algunas conclusiones acerca de posibles usos y limitaciones de la técnica.

^{1/} Population Index 48(2):217-59, Summer 1982.

I. DESCRIPCION DE LA TECNICA

Preston y Coale desarrollan en su documento dos relaciones que permiten determinar la densidad de población a una edad exacta \underline{a} . Una de ellas toma en cuenta los ingresos y las salidas que ocurren por debajo de dicha edad, en el momento \underline{t} , y la otra, los ingresos y las salidas, en el momento \underline{t} , que ocurren por encima de la edad \underline{a} .

El desarrollo parte de lo que se cumple en una cohorte hipotética de $N'(0)$ individuos al momento de su nacimiento. Si dicha cohorte está expuesta durante su vida a tasas de ingresos y salidas a la edad \underline{x} , que se designan $\mu+(x)$ y $\mu-(x)$ respectivamente, el número de ingresos que experimentará la cohorte a la edad exacta \underline{x} es:

$$A'(x) = N'(x) \mu+(x) \quad (1)$$

El número de salidas de dicha cohorte a la edad exacta \underline{x} es:

$$D'(x) = N'(x) \mu-(x) \quad (2)$$

De modo que el número de personas de la cohorte a la edad exacta \underline{a} será:

$$N'(a) = N'(0) + \int_0^a A'(x) dx - \int_0^a D'(x) dx \quad (3) \text{ ó}$$

$$N'(a) = \int_a^{\omega} D'(x) dx - \int_a^{\omega} A'(x) dx \quad (4)$$

El cambio del tamaño de la cohorte con la edad se puede escribir, a partir de la relación (3), como sigue:

$$\frac{dN'(a)}{da} = A'(a) - D'(a)$$

De donde su cambio relativo se puede expresar de la siguiente manera:

$$\frac{d \ln N'(a)}{da} = \mu+(a) - \mu-(a) \quad (5)$$

Integrando y aplicando antilogaritmo se tiene que:

$$N'(a) = N'(0) e^{\int_0^a (\mu+(x) - \mu-(x)) dx} \quad (6)$$

Antes de continuar con el desarrollo es necesario derivar la ecuación que permitirá vincular el cambio del tamaño relativo de una cohorte con información correspondiente a una población cualquiera en un momento t .

Para ello, se define $N(a+\Delta a, t)$ como el número de personas con edad $a+\Delta a$ en el momento t y $N(a, t-\Delta t)$ como el correspondiente de edad a en el momento $t-\Delta t$. Si el número de individuos que salen de la población a la edad a entre los momentos $t-\Delta t$ y t se aproxima por $N(a, t) \mu_-(a, t) \Delta t$ y el correspondiente a los individuos que ingresan a la población con edad a durante ese intervalo se expresa como $N(a, t) \mu_+(a, t) \Delta t$ es posible escribir:

$$N(a+\Delta a, t) \doteq N(a, t-\Delta t) - N(a, t) \mu_-(a, t) \Delta t + N(a, t) \mu_+(a, t) \Delta t$$

Restando $N(a, t)$ y dividiendo por $N(a, t) \Delta a$ ambos miembros de la relación anterior, se tiene:

$$\frac{N(a+\Delta a, t) - N(a, t)}{N(a, t) \Delta a} = \frac{N(a, t-\Delta t) - N(a, t)}{N(a, t) \Delta a} - \frac{\mu_-(a, t) \Delta t}{\Delta a} + \frac{\mu_+(a, t) \Delta t}{\Delta a}$$

Cuando $\Delta a = \Delta t$ se aproximan a cero, se cumple:

$$\frac{1}{N(a, t)} \frac{d N(a, t)}{da} = -r(a, t) - \mu_-(a, t) + \mu_+(a, t) \quad \text{ó} \quad (6)$$

$$\frac{d \ln N(a, t)}{da} = -r(a, t) - \mu_-(a, t) + \mu_+(a, t) \quad (7)$$

Integrando y aplicando antilogaritmo se tiene, para un momento t :

$$N(a) = N(0) e^{-\int_0^a r(x) dx} e^{\int_0^a (\mu_+(x) - \mu_-(x)) dx} \quad (8)$$

que es la relación que se necesitaba encontrar.

Si $N(0) = N'(0)$, se puede escribir:

$$N(a) = N'(0) e^{\int_0^a (\mu_+(x) - \mu_-(x)) dx} e^{-\int_0^a r(x) dx}$$

Sustituyendo $N'(0) e^{\int_0^a (\mu_+(x) - \mu_-(x)) dx}$ por su igual según la relación (6), resulta:

$$N(a) = N'(a) e^{-\int_0^a r(x) dx}$$

de donde,

$$N'(a) = N(a) e^{\int_0^a r(x) dx} \quad (9)$$

Reemplazando $N'(x)$ en las relaciones (1) y (2) según lo indicado por la (9), se tiene:

$$A'(x) = N(x) e^{\int_0^x r(y) dy} \mu_+(x) \quad y$$

$$D'(x) = N(x) e^{\int_0^x r(y) dy} \mu_-(x)$$

Haciendo $A(x) = N(x) \mu_+(x)$ y $D(x) = N(x) \mu_-(x)$ se puede escribir:

$$A'(x) = A(x) e^{\int_0^x r(y) dy} \quad (10)$$

$$D'(x) = D(x) e^{\int_0^x r(y) dy} \quad (11)$$

Sustituyendo en (3) $N'(a)$, $A'(x)$ y $D'(x)$ según lo indicado en las relaciones (9), (10) y (11) respectivamente, y recordando que $N'(0) = N(0)$, se tiene:

$$N(a) e^{\int_0^a r(y) dy} = N(0) + \int_0^a A(x) e^{\int_0^x r(y) dy} dx - \int_0^a D(x) e^{\int_0^x r(y) dy} dx \quad \text{ó}$$

$$N(a) = N(0) e^{-\int_0^a r(y) dy} + \int_0^a (A(x) - D(x)) e^{\int_0^x r(y) dy} e^{-\int_0^a r(y) dy} dx$$

$$\text{Cuando } x < a \quad \int_0^x r(y) dy - \int_0^a r(y) dy = -\int_x^a r(y) dy$$

de modo que resulta

$$N(a) = N(0) e^{-\int_0^a r(y) dy} + \int_0^a (A(x) - D(x)) e^{\int_0^x r(y) dy} e^{-\int_0^a r(y) dy} dx \quad \text{ó}$$

si $N(0) = A(0)$

$$N(a) = \int_0^a (A(x) - D(x)) e^{\int_0^x r(y) dy} e^{-\int_0^a r(y) dy} dx \quad (12)$$

La expresión (12) es presentada por Preston y Coale en su documento. Mediante su aplicación sería posible determinar la densidad de la población a la edad \underline{a} en un momento \underline{t} a partir de la suma de los ingresos menos la suma

de las salidas ocurridas entre las edades 0 y a e información acerca de las tasas de crecimiento por edad, entre dichas edades, correspondientes a la población en un momento t .

A fin de facilitar los cálculos, a partir de la expresión (12), es posible hacer:

$$N(a+n) = \int_0^a (A(x) - D(x)) e^{-\int_x^a r(y) dy} dx + \int_a^{a+n} (A(x) - D(x)) e^{-\int_x^{a+n} r(y) dy} dx$$

De donde se deduce:

$$N(a+n) = N(a) e^{-\int_a^{a+n} r(y) dy} + \int_a^{a+n} (A(x) - D(x)) e^{-\int_x^{a+n} r(y) dy} dx \quad (13)$$

Siguiendo el mismo procedimiento, a partir de (4) se obtienen:

$$N(a) = \int_a^{\omega} (D(x) - A(x)) e^{\int_a^x r(y) dy} dx \quad (14)$$

$$N(a-n) = N(a) e^{\int_{a-n}^a r(y) dy} + \int_{a-n}^a (D(x) - A(x)) e^{\int_{a-n}^x r(y) dy} dx \quad (15)$$

Tanto la expresión (14) como la (15) permitirían obtener la densidad de población a la edad exacta a en el momento t a partir de la suma de las salidas menos la suma de los ingresos ocurridos entre las edades a y ω , siendo ω la edad más alta alcanzable por la población, e información acerca de las tasas de crecimiento por edad, entre dichas edades, correspondientes a la población en un momento t .

A continuación se deriva una relación análoga a la (13), aplicable cuando se trabaja con intervalos de tiempo discretos y población por grupos de edades.

Bajo el supuesto de que $r(y)$ se mantiene constante dentro del intervalo de edades a , $a+n$ y siendo su valor igual a ${}_n r_a$, entonces se cumple:

$$\int_a^{a+n} r(y) dy = n \cdot {}_n r_a \quad \text{y} \quad \int_x^{a+n} r(y) dy = (a+n-x) \cdot {}_n r_a$$

donde $a \leq x \leq a+n$.

Reemplazando en (13) se tiene:

$$N(a+n) = N(a) e^{-n} n^r a + \int_a^{a+n} A(x) e^{-(a+n-x)} n^r a dx - \int_a^{a+n} D(x) e^{-(a+n-x)} n^r a dx$$

Desde que existe un valor y , siendo $0 \leq y \leq n$, tal que:

$$\int_a^{a+n} A(x) e^{-(a+n-x)} n^r a dx = e^{-y} n^r a \int_a^{a+n} A(x) dx \quad y$$

$$\int_a^{a+n} D(x) e^{-(a+n-x)} n^r a dx = e^{-y} n^r a \int_a^{a+n} D(x) dx$$

siendo además,

$$\int_a^{a+n} A(x) dx = n A \quad y \quad \int_a^{a+n} D(x) dx = n D \quad \text{se tiene}$$

$$N(a+n) = N(a) e^{-n} n^r a + n A e^{-y} n^r a - n D e^{-y} n^r a$$

De la misma manera se deriva la relación análoga a la (15).

$$N(a-n) = N(a) e^n n^r a-n + n D e^y n^r a-n - n A e^y n^r a-n$$

Si los grupos de edades para los que se dispone la población son quinquenales, n toma el valor 5 e y se puede aproximar a 2,5. Si además se supone que la población es cerrada, de modo que los ingresos son nulos, se llega a las siguientes expresiones, que son las que fueron utilizadas en las aplicaciones que se presentan en este trabajo.

$$N(a+5) = N(a) e^{-5} 5^r a - 5 D a e^{-2,5} 5^r a$$

$$N(a-5) = N(a) e^5 5^r a-5 + 5 D a-5 e^{2,5} 5^r a-5$$

II. APLICACIONES CON DATOS CONTROLADOS

Este tipo de aplicaciones se llevó a cabo con el objeto de analizar, tanto el comportamiento de las ecuaciones ante variaciones en los supuestos sobre los que se basan, como la coherencia de los resultados que con ellas se obtienen cuando se trabaja con población por grupos de edades e intervalos de tiempo superiores a un año.

Se trabajó con la población, las defunciones y los nacimientos derivados de proyecciones de la población femenina argentina, correspondiente al período 1970-1980, por grupos quinquenales de edad.^{2/} Dichas proyecciones se elaboraron suponiendo:

- a) población cerrada;
- b) población abierta.

La población base, la de 1970, fue tomada de las proyecciones elaboradas por el CELADE para la República Argentina, período 1950-2025.

Tanto en el caso a) como en el b) se utilizaron los niveles y estructuras de mortalidad y fecundidad estimados por dicho organismo para el período seleccionado.

En el caso b) se consideró, en cada quinquenio, el volumen y la estructura por edad de las migrantes correspondientes al período 1950-1955 de la proyección básica.

Se supusieron dos situaciones:

- 1) inmigración neta;
- 2) emigración neta.

^{2/} En los Cuadros 1 y 2 del Anexo se presentan los resultados de estas proyecciones que fueron usados como información básica para las aplicaciones.

En el caso 1), las tasas de inmigración neta resultaron de 2,64 ‰ y 2,40 ‰ medio anual para cada quinquenio del decenio 1970-1980, respectivamente.

En el caso 2), las tasas de emigración neta correspondientes a cada quinquenio de dicho decenio, resultaron de 2,68 ‰ y 2,51 ‰ medio anual, respectivamente.

Las relaciones aplicadas, ya presentadas en el capítulo anterior, fueron:

$$N(a+5) = N(a) e^{-5r_a} - {}_5D_a e^{-2,5r_a} \quad (1)$$

$$N(a-5) = N(a) e^{5r_{a-5}} + {}_5D_{a-5} e^{2,5r_{a-5}} \quad (2)$$

Se puede observar que no contemplan la reducción o el aumento de la población por migración en el período considerado. Más adelante se verá cuál es la consecuencia del no cumplimiento del supuesto de población cerrada en el comportamiento de los resultados.

También se mostrarán los efectos producidos por distintos tipos de errores en la información básica. Para ello se realizaron aplicaciones con datos controlados, afectados por los errores considerados como más probables en los países de la región. Se simularon:

- 1) omisión diferencial de un censo respecto al otro;
- 2) la misma omisión en ambos censos, en un grupo de edades;
- 3) omisión no diferencial por edad en las defunciones registradas;
- 4) omisión de los nacimientos registrados.

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las ecuaciones, que constituyen densidades de población a edades exactas, se integraron a fin de estimar la población de cada grupo quinquenal de edades, comparable con sus respectivas poblaciones medias.

Esta operación se realizó según dos supuestos diferentes acerca del comportamiento de la población con la edad.

- 1) comportamiento lineal;
- 2) comportamiento exponencial.

A partir de 1) se obtiene

$${}_5\hat{N}_a = \int_a^{a+5} N(x) dx = (N(a+5) + N(a)) * \frac{5}{2}$$

Según 2)

$${}_5\hat{N}_a = \int_0^5 N(a+x) dx = \int_0^5 N(a) e^{5^r a^x} dx = \frac{N(a)}{5^r a} \int_0^5 e^{5^r a^x} 5^r a^x dx = \frac{N(a)}{5^r a} (e^{5^r a} - 1)$$

$${}_5\hat{N}_a = (N(a+5) - N(a)) / 5^r a$$

Se evaluaron, tanto las estimaciones de la población de grupos de edades, como las densidades de población a edades exactas.

En ambos casos, la evaluación se llevó a cabo por comparación con estimaciones análogas, obtenidas a partir de la población inicial y final por grupos de edades.

La población media de cada grupo de edades, a partir de esta información, se estimó mediante promedio geométrico, tomando en cuenta:

- 1) la población inicial y final del mismo grupo de edades;
- 2) la población inicial y final de la misma cohorte.

Las fórmulas utilizadas en cada caso fueron:

$$1) \quad {}_5\bar{N}_a^{-75} = ({}_5N_a^{70} * {}_5N_a^{80})^{1/2}$$

$$2) \quad {}_5\bar{N}_a^{-75} = ({}_5N_{a-5}^{70} * {}_5N_{a+5}^{80})^{1/2}$$

Cabe señalar que el uso de promedio geométrico permite obtener estimaciones aproximadas de ${}_5\bar{N}_a^{-75}$ cuando el crecimiento de la población de cada grupo de edades o de cada cohorte, según el caso, es constante durante el período en cuestión.

Las densidades de población a cada edad exacta a ser comparadas con las obtenidas con la técnica, se estimaron de la siguiente manera:

$$\bar{N}_{(a)}^{-75} = \frac{1}{10} * (\bar{N}_{a-5}^{-75} + \bar{N}_a^{-75})$$

Quando la información con la que se trabaja está exenta de error y se cumplen todos los supuestos hechos para el cálculo, tanto del numerador como del denominador, se espera que los cocientes \hat{N}_a / \bar{N}_a y $\hat{N}(a) / \bar{N}(a)$ presenten un comportamiento constante a través de las edades y valores próximos a uno. Los valores de los cocientes serán designados, de aquí en adelante, con ${}_5K_a$ y $K(a)$, respectivamente.

Las aplicaciones se realizaron tomando como punto de apoyo densidades de población correspondientes a distintas edades exactas. Entre ellas, la densidad a la edad cero se eligió porque su estimación se obtiene a partir de los nacimientos. Los resultados derivados de la aplicación a partir de $N(0)$ con datos en los que se simula omisión de nacimientos permitirán verificar si ésta puede ser detectada. La densidad de población a una edad exacta a a partir de la cual se inicia el cálculo se designará densidad de partida.

1. Población cerrada y datos sin omisión

En este caso, las tasas de crecimiento para cada grupo de edades expresan el crecimiento real experimentado en cada uno de ellos durante el período considerado, ya que no existe cobertura diferencial en las poblaciones por edad correspondientes al comienzo y al final del intervalo.

Las series de valores ${}_5K_a$ obtenidas a partir de densidades de población a distintas edades exactas se pueden ver en el Cuadro 1. Las diferencias entre los valores de las dos primeras y las dos últimas columnas del cuadro serían consecuencia del supuesto respecto al comportamiento de la población con la edad, usado para obtener la población de cada grupo de edades a partir de las densidades calculadas con la técnica.

En ambos casos, las series presentan oscilaciones que se mantienen cualquiera sea la densidad de partida y la forma de estimación de la población por grupos de edades, notándose un nivel algo más elevado en las series de las dos primeras columnas respecto al correspondiente de las dos últimas.

Cuadro 1: VALORES ${}_5K_a$. POBLACION CERRADA Y DATOS SIN OMISION.
PERIODO 1970-1980.

Edad	Densidad de partida			
	N(0) <u>a/</u>	N(25) <u>a/</u>	N(0) <u>b/</u>	N(25) <u>b/</u>
0- 4	1,01514	1,00012	1,01240	0,99739
5- 9	0,98498	0,96997	0,98444	0,96943
10-14	0,99643	0,98120	0,99628	0,98105
15-19	1,00136	0,98601	1,00123	0,98588
20-24	1,01276	0,99716	1,01235	0,99676
25-29	1,00476	0,98919	1,00386	0,98830
30-34	0,98965	0,97421	0,98896	0,97352
35-39	0,98686	0,97131	0,98667	0,97113
40-44	0,99898	0,98303	0,99892	0,98297
45-49	1,01761	1,00108	1,01724	1,00071
50-54	1,00732	0,99056	1,00604	0,98929
55-59	0,99172	0,97463	0,99026	0,97318
60-64	1,01197	0,99361	1,00976	0,99141
65-69	1,01659	0,99660	1,01118	0,99121
70-74	1,01282	0,99012	1,00204	0,97935
75-79	1,02175	0,99329	0,99968	0,97112
Mediana	1,00604	0,98966	1,00164	0,98443
Media	1,00442	0,98701	1,00133	0,98392
Desvío Estándar	0,01149	0,00994	0,00970	0,00994

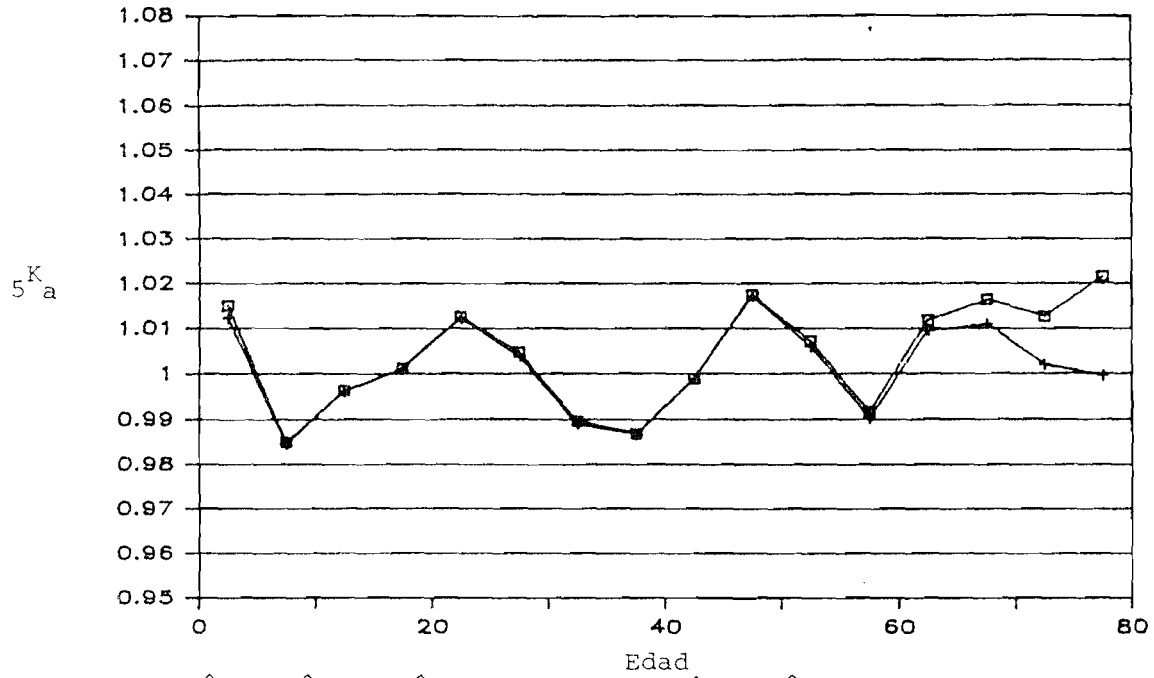
a/ El numerador de ${}_5K_a$ se estimó según ${}_5\hat{N}_a = (\hat{N}(a) + \hat{N}(a+5)) * 2,5$.

b/ El numerador de ${}_5K_a$ se estimó según ${}_5\hat{N}_a = (\hat{N}(a+5) - \hat{N}(a)) / {}_5r_a$

$${}_5\bar{N}_a = ({}_5N_a^{70} * {}_5N_a^{80})^{1/2}$$

Gráfico 1

POBLACION CERRADA Y DATOS SIN OMISION.
PERIODO 1970-1980

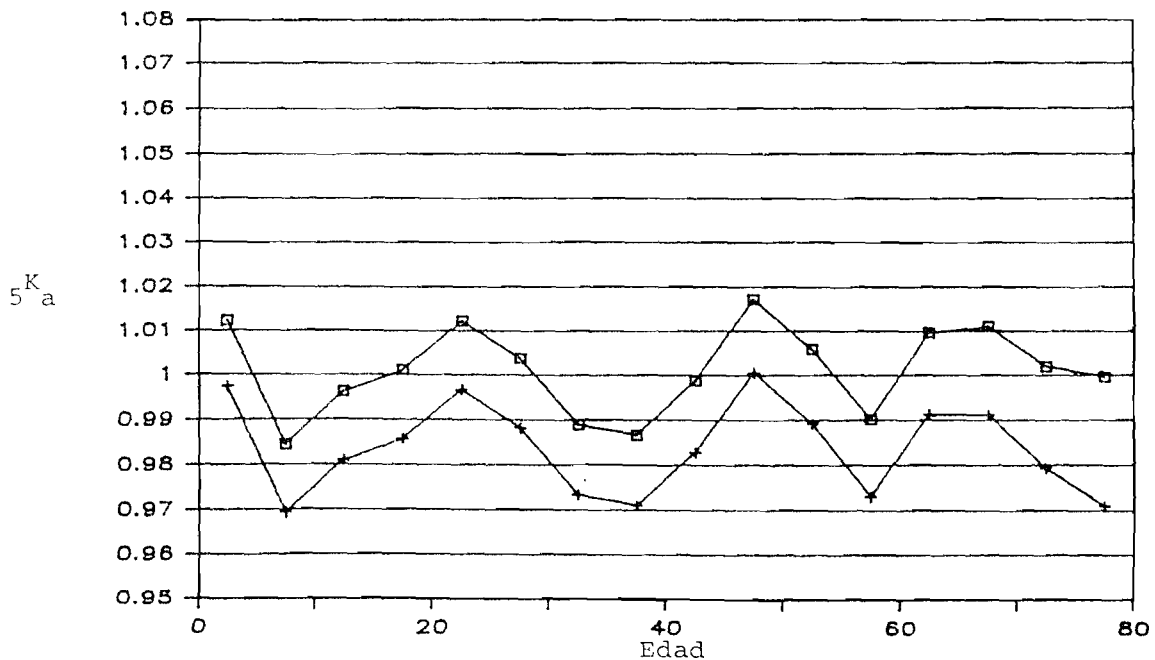


$$\square \hat{N}_a = (\hat{N}(a) + \hat{N}(a+5)) * 2,5 \quad + \quad \hat{N}_a = (\hat{N}(a+5) - \hat{N}(a)) / 5r_a$$

Fuente: Cuadro 1. Columnas 1 y 3.

Gráfico 2

POBLACION CERRADA Y DATOS SIN OMISION.
PERIODO 1970-1980



$$\square \text{ A partir de } N(0) \quad + \quad \text{ A partir de } N(25)$$

Fuente: Cuadro 1. Columnas 3 y 4.

Las diferencias de nivel no resultan significativas tal como se puede observar en el Gráfico 1, donde se representan los valores de la primera y tercera columnas del Cuadro 1. Esto permitiría trabajar indistintamente con cualquiera de los dos supuestos, lineal o exponencial, respecto al crecimiento de la población con la edad a fin de elaborar la integración numérica

$${}_5\hat{N}_a = \int_a^{a+5} N(x) dx$$

En las aplicaciones que se presentan a partir de este momento se optó por usar el segundo supuesto. En el Gráfico 2, que muestra las series de valores ${}_5K_a$ de las dos últimas columnas del Cuadro 1, se puede observar que los niveles de las curvas resultan diferentes según la densidad de partida utilizada, pero el comportamiento a través de las edades es el mismo.

Para tratar de explicar las oscilaciones de las series, pensando que un período de diez años es excesivamente amplio, tanto para obtener buenas estimaciones de las tasas de crecimiento para cada grupo de edades, lo que afecta tanto al numerador como al denominador de los ${}_5K_a$, como para que se cumpla además el supuesto de crecimiento constante de la población, lo que afectaría la estimación del denominador, se aplicó la técnica a los datos provenientes de la proyección de población para el quinquenio 1970-1975. Los resultados, que se pueden observar en el Cuadro 2 y Gráfico 3, manifiestan un comportamiento más uniforme a través de las edades, y niveles menos variables y más cercanos a uno, según las distintas densidades de partida (ver también Gráfico 2).

Cabe señalar que hasta el momento, la comparación de ${}_5\hat{N}_a$ se ha llevado a cabo respecto de ${}_5\bar{N}_a$ estimada como promedio geométrico de la población inicial y final de cada grupo de edades.

Dado que se contaba con la población de 1975 proveniente de la proyección, se la consideró como población media real, y se procedió a compararla con las estimaciones de la población media obtenidas como se señalara en el párrafo anterior.

Los resultados, que se muestran en el Cuadro 3, indicaron la conveniencia de estimarla de otra manera. Se decidió hacerlo a partir de las poblaciones inicial y final de cada cohorte.

Cuadro 2: VALORES ${}_5K_a^{1/}$. POBLACION CERRADA Y
DATOS SIN OMISION. PERIODO 1970-1975

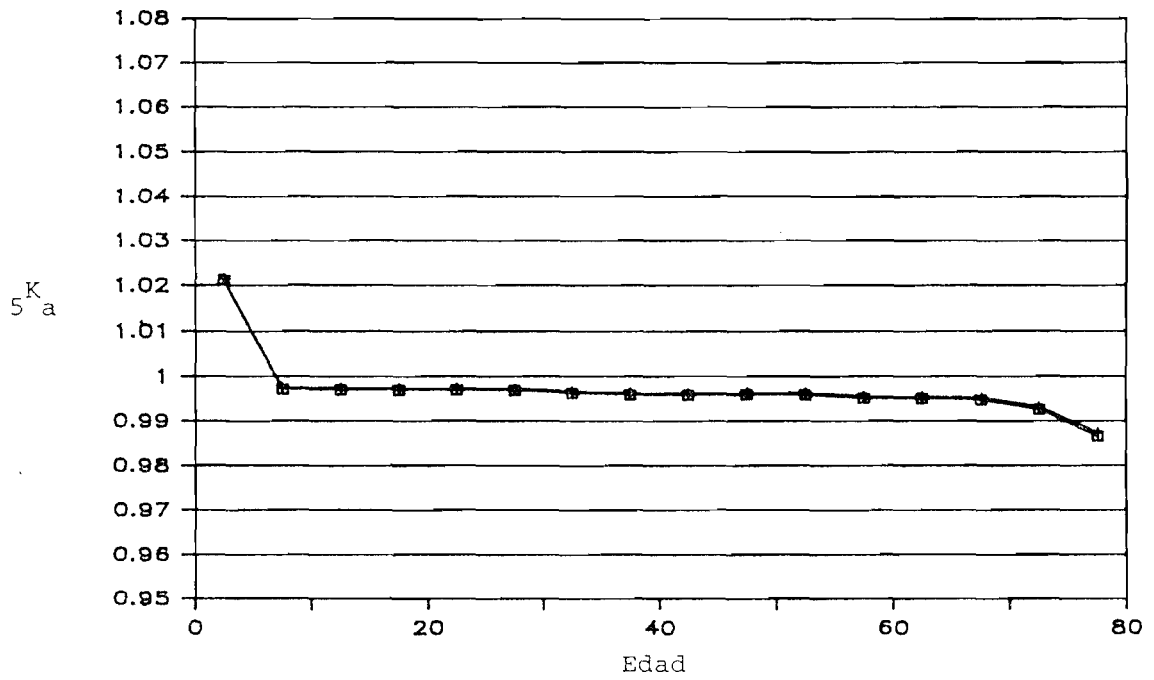
Edad	Densidad de partida	
	N(0)	N(25)
0- 4	1,02131	1,02174
5- 9	0,99725	0,99769
10-14	0,99709	0,99752
15-19	0,99700	0,99744
20-24	0,99710	0,99753
25-29	0,99695	0,99739
30-34	0,99636	0,99681
35-39	0,99603	0,99648
40-44	0,99595	0,99640
45-49	0,99612	0,99658
50-54	0,99601	0,99648
55-59	0,99521	0,99570
60-64	0,99514	0,99566
65-69	0,99486	0,99543
70-74	0,99266	0,99331
75-79	0,98662	0,98745
Mediana	0,99608	0,99653
Media	0,99698	0,99748
Desvío Estándar	0,00677	0,00672

$$\frac{1}{5}\hat{N}_a = (\hat{N}(a+5) - \hat{N}(a))/5r_a$$

$${}_5\bar{N}_a = ({}_5N_a^{70} * {}_5N_a^{80})^{1/2}$$

Gráfico 3

POBLACION CERRADA Y DATOS SIN OMISION.
PERIODO 1970-1975



□ A partir de N(0)

+ A partir de N(25)

Fuente: Cuadro 2.

Cuadro 3: COMPARACION ENTRE LAS ESTIMACIONES DE LA POBLACION MEDIA Y LA POBLACION DE 1975 OBTENIDA DE LA PROYECCION SIN MIGRACION 1970-1980

Edad	\bar{N}_a^{75}				
	(1)	(2)	(3)	(2)/(1)	(3)/(1)
0- 4	1 351 319	1 377 537		1,01940	
5- 9	1 202 623	1 241 327	1 205 964	1,03218	1,00278
10-14	1 144 269	1 152 542	1 143 988	1,00723	0,99975
15-19	1 103 484	1 100 361	1 102 814	0,99717	0,99939
20-24	1 056 292	1 030 412	1 055 830	0,97550	0,99956
25-29	960 604	953 245	960 130	0,99234	0,99951
30-34	858 598	877 475	857 824	1,02199	0,99910
35-39	799 304	820 083	798 177	1,02600	0,99859
40-44	780 401	780 986	778 770	1,00075	0,99791
45-49	759 370	732 918	756 869	0,96517	0,99671
50-54	683 108	674 421	680 029	0,98728	0,99549
55-59	591 703	602 712	587 778	1,01861	0,99337
60-64	520 869	510 142	514 531	0,97941	0,98783
65-69	424 152	414 492	415 208	0,97723	0,97891
70-74	310 598	308 683	298 972	0,99383	0,96257
75 y +	345 766	344 796	311 552	0,99720	0,90105

(1) Población 1975 de la proyección sin migración 1970-1980.

$$(2) \bar{N}_a^{75} = (N_a^{70} * N_a^{80})^{1/2}$$

$$(3) \bar{N}_a^{75} = (N_{a-5}^{70} * N_{a+5}^{80})^{1/2}$$

La comparación de las dos últimas columnas del cuadro permite ver que la composición por grupos de edades de la población media obtenida con esta última forma de estimación, se aproxima más a la de la población de 1975 de la proyección, excepto en los últimos grupos de edades.

Las series de ${}_5K_a$ resultantes de la aplicación en que se utilizó la población media de cohortes, tanto para obtener el denominador, como para calcular la densidad de partida del numerador, se muestran en el Cuadro 4 y el Gráfico 4. Se continúan observando oscilaciones que, en general, resultan de sentido contrario a las vistas en el Gráfico 2.

La comparación de los Gráficos 2 y 4 también permite observar que mejores estimaciones de la población media conducen, a partir de su efecto sobre el numerador de ${}_5K_a$, a curvas que se acercan más una respecto de la otra. Esto pone de manifiesto la importancia de obtener una correcta estimación de la densidad de partida para estimar la composición por edades de la población mediante el uso de las relaciones propuestas.

A continuación se decidió comparar las densidades obtenidas a partir de la técnica, con densidades calculadas a partir de la población media estimada con población inicial y final de la misma cohorte.

Los resultados se muestran en el Cuadro 5 y Gráfico 5.

De su observación se puede concluir que el procedimiento de integración utilizado para calcular la población por grupos de edades a partir de las densidades a cada edad, sería el principal responsable del comportamiento oscilante de las series de ${}_5K_a$. Se nota una casi coincidencia de las curvas de $K(a)$; resultan constantes, e iguales a uno, o a valores muy cercanos a él a través de las edades. A partir de los 55 años, aproximadamente, manifiestan una leve tendencia creciente, observándose desvíos respecto del valor 1, del 1% al 3%, a partir de los 60 años.

Ya se vió anteriormente la importancia de lograr buenas estimaciones de la población media para cada grupo de edades. Se notó también que las que presentaron mayor dificultad al respecto fueron las correspondientes a edades avanzadas. Esto explicaría, en parte, el alejamiento de las $K(a)$ respecto de 1 en dichas edades.

Cuadro 4: VALORES ${}_5K_a^{1/}$ POBLACION CERRADA Y DATOS SIN OMISION. PERIODO 1970-1980.

Edad	Densidad de partida		
	N(0)	N(25)	N(50)
5- 9	1,01330	1,01390	1,00961
10-14	1,00373	1,00431	1,00006
15-19	0,99900	0,99959	0,99534
20-24	0,98798	0,98856	0,98434
25-29	0,99666	0,99725	0,99297
30-34	1,01161	1,01222	1,00784
35-39	1,01375	1,01437	1,00994
40-44	1,00176	1,00238	0,99794
45-49	0,98505	0,98566	0,98123
50-54	0,99774	0,99838	0,99377
55-59	1,01542	1,01609	1,01124
60-64	1,00115	1,00184	0,99680
65-69	1,00944	1,01020	1,00468
70-74	1,03459	1,03549	1,02899
Mediana	1,00275	1,00335	0,99900
Media	1,00508	1,00573	1,00105
Desvío Estándar	0,01215	0,01221	0,01180

$$\frac{1}{5}\hat{N}_a = (\hat{N}(a+5) - \hat{N}(a))/5r_a$$

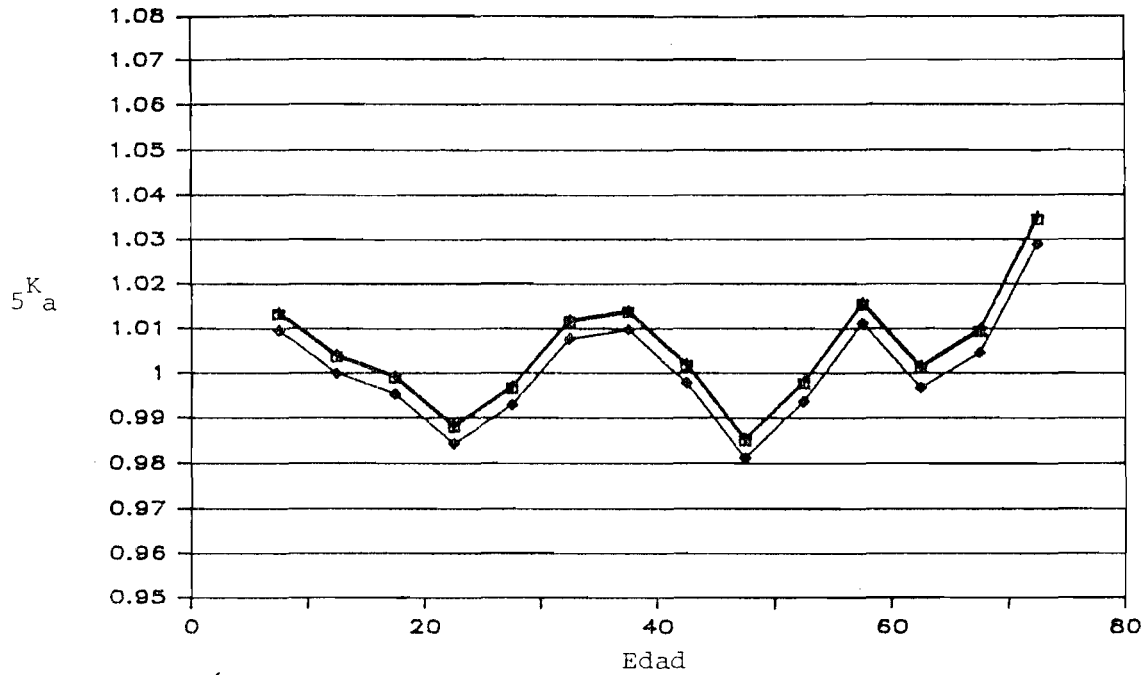
$$\bar{N}_a = ({}_5N_{a-5}^{70} * {}_5N_{a+5}^{80})^{1/2}$$

Cuadro 5: VALORES $K(a)$. POBLACION CERRADA Y DATOS
SIN OMISION. PERIODO 1970-1980

Edad	Densidad de partida		
	N(0)	N(25)	N(50)
10	0,99820	0,99878	0,99455
15	1,00053	1,00111	0,99687
20	1,00038	1,00097	0,99670
25	0,99941	1,00000	0,99572
30	0,99911	0,99971	0,99540
35	1,00074	1,00134	0,99699
40	1,00194	1,00255	0,99814
45	1,00332	1,00394	0,99946
50	1,00394	1,00457	1,00000
55	1,00557	1,00622	1,00151
60	1,01243	1,01312	1,00817
65	1,02069	1,02143	1,01612
70	1,03125	1,03207	1,02612
Mediana	1,00194	1,00255	0,99814
Media	1,00596	1,00660	1,00198
Desvío Estándar	0,00946	0,00953	0,00904

Gráfico 4

POBLACION CERRADA Y DATOS SIN OMISION.
PERIODO 1970-1980

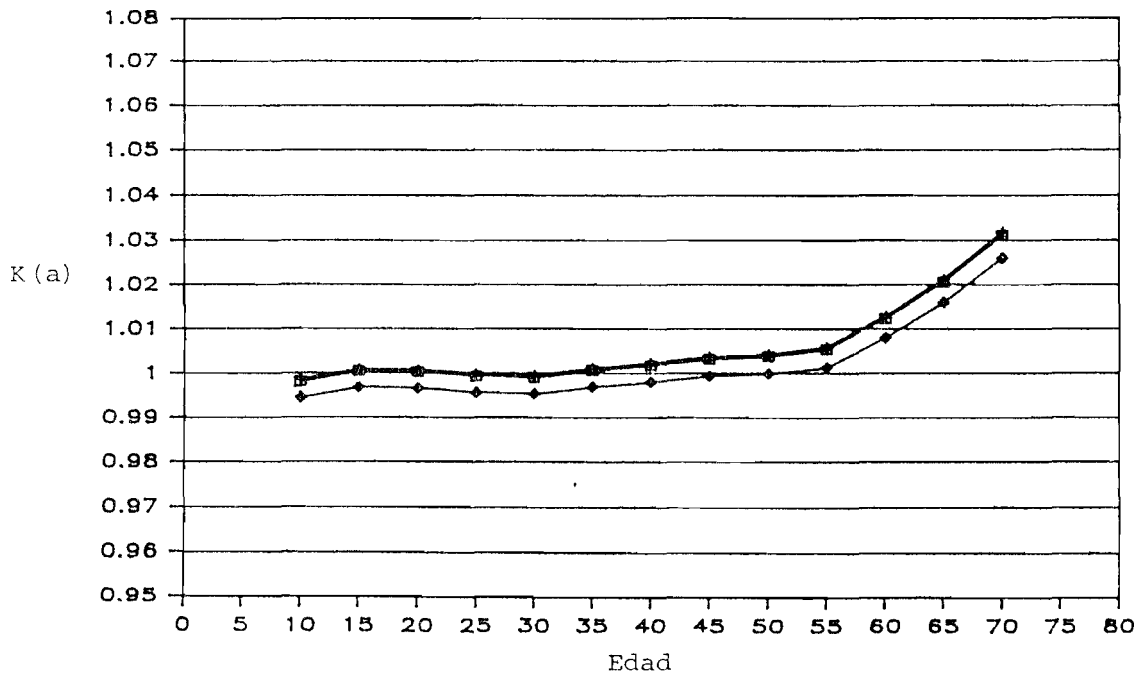


□ A partir de N(0) + A partir de N(25) ◇ A partir de N(50)

Fuente: Cuadro 4.

Gráfico 5

POBLACION CERRADA Y DATOS SIN OMISION
PERIODO 1970-1980.



□ A partir de N(0) + A partir de N(25) ◇ A partir de N(50)

Fuente: Cuadro 5.

La serie de $\hat{N}(a)$, estimada a partir de una densidad de población a una edad avanzada, se alejaría de las calculadas a partir de edades más jóvenes. A fin de verificar este comportamiento se incorporaron las series de ${}_5K_a$ y $K(a)$ obtenidas de la aplicación de las ecuaciones a partir de $N(50)$.

Como se observa, estas curvas se apartan del resto de las graficadas, lo que se explicaría por la incapacidad de lograr una exacta estimación de la densidad de partida, y la dificultad de obtener exactas estimaciones de las poblaciones medias de los grupos que intervienen en su cálculo.

Es importante tener en cuenta esto cuando se hacen aplicaciones con datos reales ya que los desvíos respecto de 1, que se obtengan en algunos casos, pueden no ser explicables totalmente por problemas en la información básica, tal como subenumeración de población en determinados grupos de edades, sea por omisión o por problemas de traslado de edades.

Pero como se ha notado, los desvíos se presentan en las edades avanzadas, a partir de 60 años.

Por ello, una recomendación para el análisis de los resultados en un caso real, podría ser restringirlo hasta dicha edad.

Teniendo en cuenta lo observado hasta el momento, la evaluación de los resultados de las aplicaciones que se presentan a continuación se lleva a cabo a partir del comportamiento de las series de $K(a)$.

2. Población abierta y datos sin omisión

Como en la aplicación ya analizada, en este caso, las tasas de crecimiento correspondientes a cada grupo de edades representan el crecimiento real que éstos han experimentado durante el período, ya que para la aplicación se utilizaron poblaciones inicial y final que no presentan cobertura diferente. La diferencia respecto de la aplicación con población cerrada estriba en que, en el caso de población abierta, las tasas también reflejan el crecimiento de la población de cada grupo de edades por efecto de la migración, en tanto que en una población cerrada representarían exclusivamente el cambio relativo del tamaño de las cohortes sucesivas.

Se espera entonces que los resultados de las aplicaciones indiquen la presencia de migración durante el período.

Cabe señalar que las series de ${}_5K_a$ obtenidas de las aplicaciones, tanto en el caso de inmigración neta como en el de emigración neta, presentaron oscilaciones análogas a las observadas cuando se cumple el supuesto de población cerrada. También se obtuvieron curvas de niveles diferentes según la densidad de partida utilizada.

El comportamiento oscilante se logró eliminar de la misma manera que cuando se trabajó con población sin migración pero no se obtuvo acercamiento de las curvas calculadas a partir de densidades de población a diferentes edades (ver Cuadro 6 y Gráficos 6 a 8).

Las series de $K(a)$ presentan un comportamiento decreciente con la edad ante la existencia de inmigración neta en el período en cuestión, y creciente ante la presencia de emigración neta. Este efecto no se había notado en la aplicación a población cerrada y se puede explicar observando las relaciones (1) y (2) que se aplicaron para calcular las densidades de población a cada edad exacta.

A partir de la relación (1), se puede notar que si las tasas utilizadas reflejan el crecimiento por inmigración, las densidades de población obtenidas resultarán cada vez menores. Es un efecto acumulativo de edad a edad, que se traduce en una curva decreciente con la edad, provocado por el hecho de no estar agregando los ingresos que se producen a cada edad. Inversamente, si las tasas reflejan la reducción provocada por la emigración, al no deducir las salidas a cada edad, se origina un efecto acumulativo a través de las edades que en este caso conduce a una sobreestimación de las densidades de población a cada edad, una curva creciente con la edad, a partir del valor 1.

A partir de la relación (2), se observa que si las tasas de crecimiento contemplan el correspondiente a inmigración, para que las densidades de población estimadas fueran correctas habría que deducir los ingresos a cada edad, con lo que se lograría que la estimación no fuera acumulando este efecto a medida que se pasa de edades más avanzadas a más jóvenes. En presencia de emigración neta, sería necesario sumar los emigrantes a cada edad para evitar el

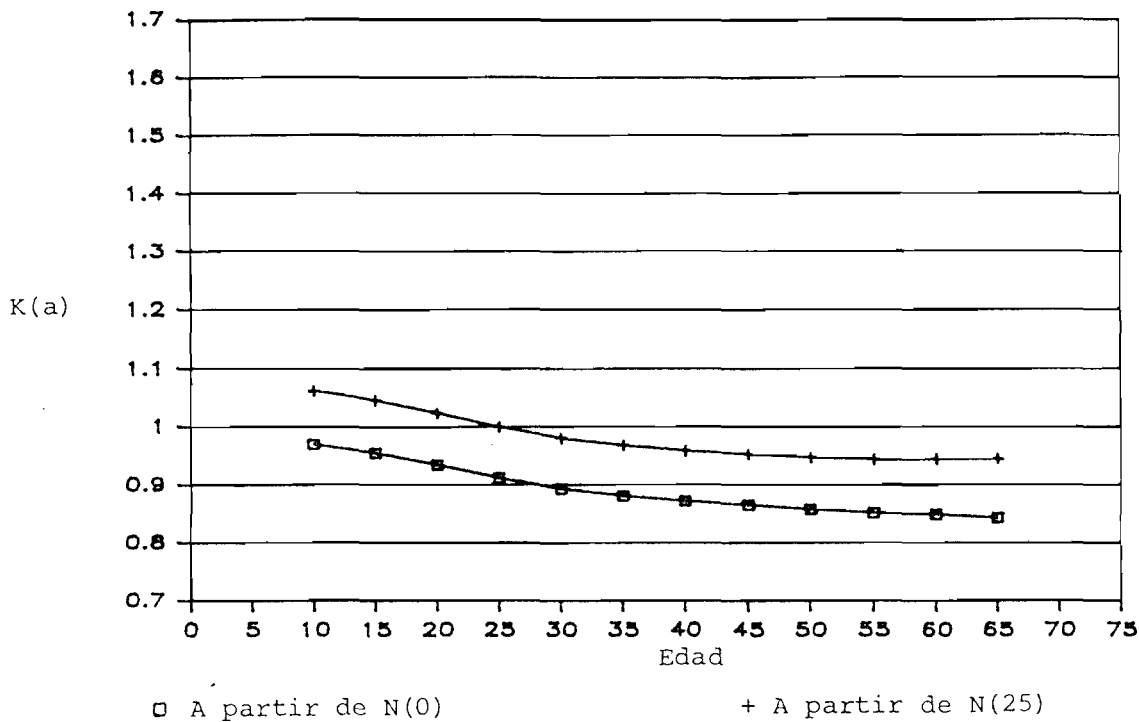
Cuadro 6: VALORES DE K(a). POBLACION ABIERTA Y
DATOS SIN OMISION. PERIODO 1970-1980

Edad	Densidad de partida			
	N(0) <u>a/</u>	N(25) <u>a/</u>	N(0) <u>b/</u>	N(25) <u>b/</u>
10	0,97020	1,06325	1,02839	0,93542
15	0,95467	1,04644	1,05091	0,95569
20	0,93397	1,02414	1,07499	0,97722
25	0,91150	1,00000	1,10059	1,00000
30	0,89307	0,98042	1,12356	1,02027
35	0,88112	0,96811	1,14292	1,03709
40	0,87194	0,95913	1,15781	1,04955
45	0,86490	0,95287	1,17031	1,05948
50	0,85806	0,94743	1,18071	1,06695
55	0,85195	0,94376	1,19232	1,07458
60	0,84876	0,94486	1,21190	1,08796
65	0,84278	0,94577	1,23799	1,10455

a/ Aplicación con la población de la proyección con inmigración neta.
b/ Aplicación con la población de la proyección con emigración neta.

Gráfico 6

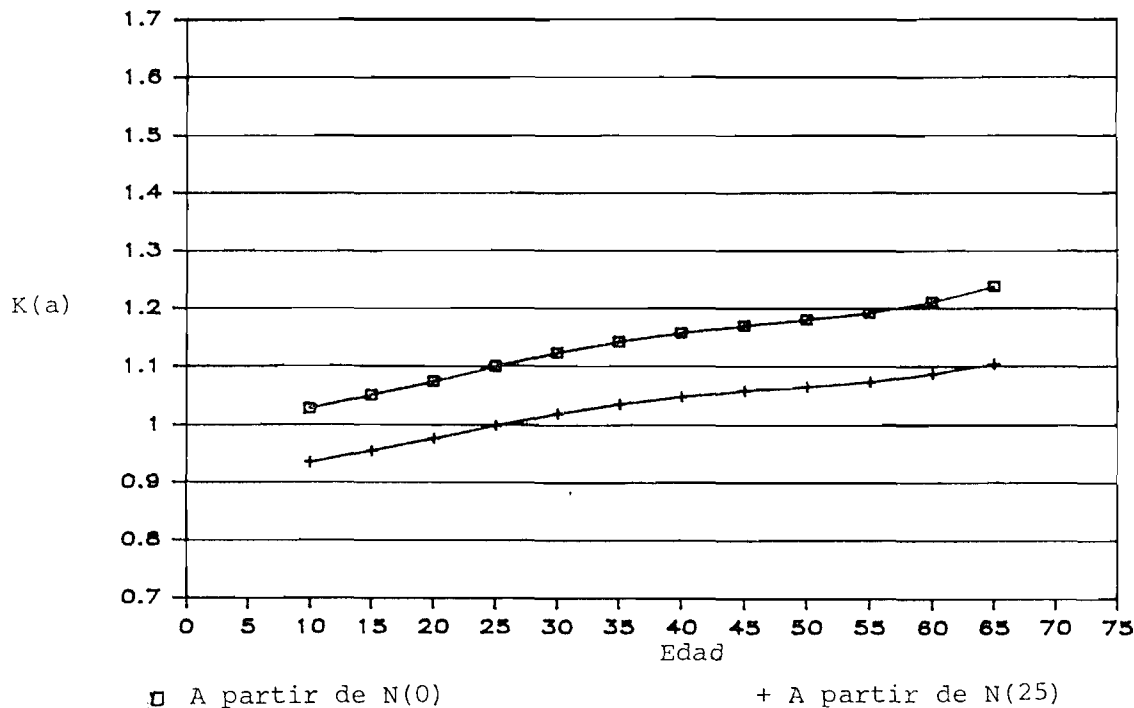
POBLACION ABIERTA. INMIGRACION NETA Y DATOS SIN OMISION.
PERIODO 1970-1980



Fuente: Cuadro 6, columnas 1 y 2.

Gráfico 7

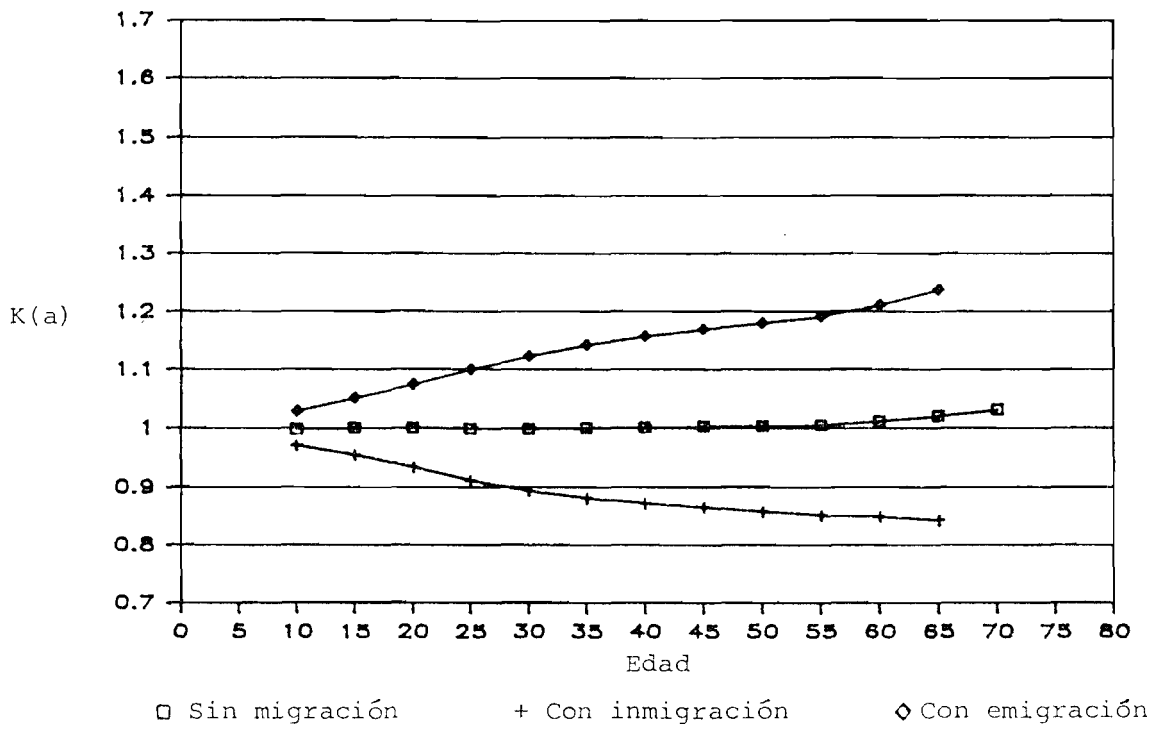
POBLACION ABIERTA. EMIGRACION NETA Y DATOS SIN OMISION.
PERIODO 1970-1980



Fuente: Cuadro 6, columnas 3 y 4.

Gráfico 8

POBLACION CERRADA Y ABIERTA Y DATOS SIN OMISION.
PERIODO 1970-1980



Fuente: Cuadro 5, columna 1; y Cuadro 6, columnas 1 y 3.

comportamiento decreciente de la serie de $K(a)$ a medida que se pasa de edades más avanzadas a más jóvenes. Es decir, que para obtener la composición por edades de una población para el momento central de un período durante el cual ha habido migración, sería necesario tener algún conocimiento acerca de dichos movimientos migratorios por edad, y aplicar las ecuaciones válidas para poblaciones abiertas.

Como en este trabajo se usan las ecuaciones válidas para poblaciones cerradas, si en un caso real se presentara una curva con tendencia definida, creciente o decreciente, se podría pensar en la existencia de movimientos migratorios durante el período considerado.

Se verá a continuación que se obtienen también curvas con tendencia definida cuando no se cumple el supuesto de la misma cobertura en las poblaciones inicial y final usadas en la aplicación.

3. Población cerrada y datos con omisión

A. Omisión del 5% en todos los grupos de edades de la población final.

La cobertura de la población inicial se considera completa. Las tasas de crecimiento por edad resultan subestimadas debido a la omisión de la población final.

El efecto en la estimación de la composición por edades de la población mediante el uso de las ecuaciones, resultó análogo al que se presentara en la aplicación con población abierta por presencia de emigración neta durante el período, lo que se puede observar a partir del comportamiento de los cocientes $K(a)$ que se muestran en el Cuadro 7 y Gráfico 9.

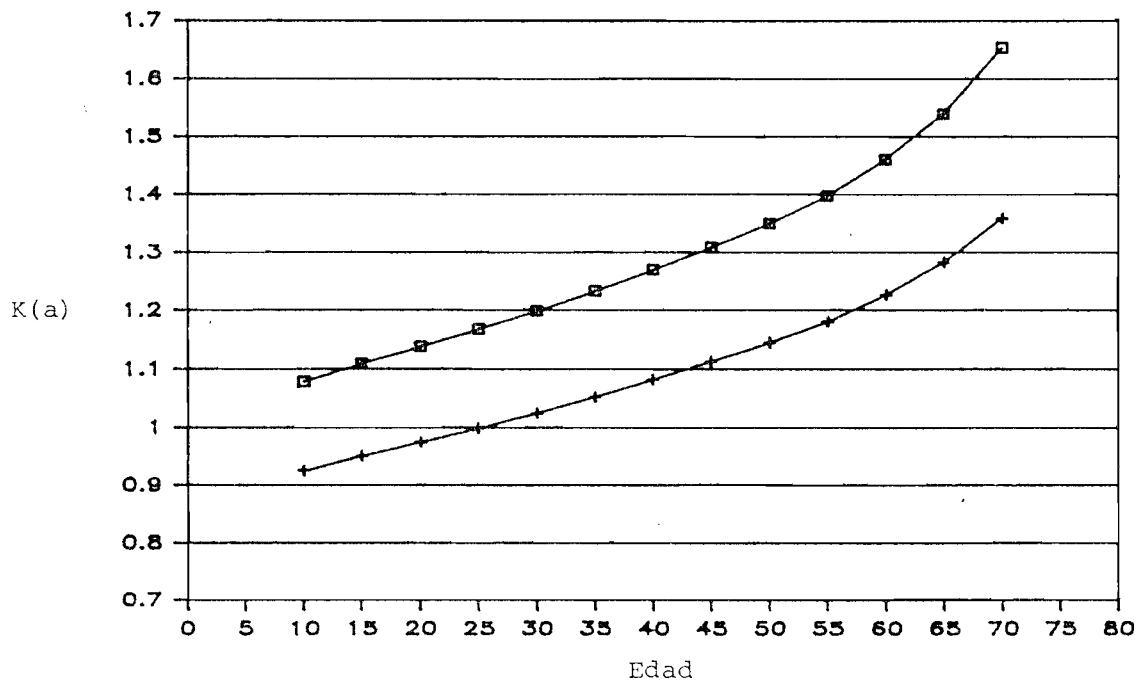
La diferencia fundamental entre una y otra simulación es que el efecto acumulativo, en el caso de omisión en la población final, se manifiesta más constante y a partir de la edad seleccionada para calcular la densidad de partida. Cuando existe emigración, el efecto acumulativo comienza a notarse a partir de las edades afectadas por ella y, como se sabe, las tasas de emigración cambian con la edad; por lo tanto, el hecho de que la omisión haya sido simulada en el 5% igual para todas las edades, explicaría la diferencia fundamental encontrada.

Cuadro 7: VALORES K(a). POBLACION CERRADA Y OMISION
5% EN TODOS LOS GRUPOS DE EDADES DE LA POBLACION
FINAL. PERIODO 1970-1980.

Edad	Densidad de partida	
	N(0)	N(25)
10	1,07895	0,92535
15	1,10977	0,95144
20	1,13887	0,97579
25	1,16804	1,00000
30	1,19913	1,02563
35	1,23391	1,05414
40	1,27007	1,08332
45	1,30880	1,11408
50	1,34983	1,14583
55	1,39728	1,18145
60	1,46007	1,22763
65	1,53971	1,28353
70	1,65358	1,35890

Gráfico 9

POBLACION CERRADA Y OMISION 5% EN TODOS LOS GRUPOS DE EDADES DE LA POBLACION FINAL. PERIODO 1970-1980



□ A partir de N(0)

+ A partir de N(25)

Fuente: Cuadro 7.

No se hizo una simulación de omisión del 5% en todos los grupos de edades de la población inicial porque, de acuerdo al efecto que esto causaría sobre las tasas de crecimiento por edad, se debe esperar que la serie de $K(a)$ se comporte como en el caso en que existe inmigración neta durante el período, excepto por las diferencias que introduciría el hecho de considerar omisión pareja para todas las edades a cambio de una estructura de la omisión más parecida a la que presenta, en general, la inmigración por edad.

B. Omisión del 10% en las poblaciones inicial y final del grupo de edades 20-29 años,

Las tasas de crecimiento por edad, en este caso, no resultan afectadas, dado que la omisión es la misma en las poblaciones de ambos momentos.

Respecto a las estimaciones de la población media de cada grupo de edades, el efecto de este tipo de error es diferente según se deriven como promedio geométrico de población inicial y final del mismo grupo de edades o como promedio geométrico de las correspondientes a la misma cohorte. Por ello se analizan los resultados en cada uno de los casos.

En primer lugar, se observó el comportamiento de los ${}_5K_a$ obtenidos cuando la población media se estima con información inicial y final del mismo grupo de edades. La omisión del 10% en la población inicial y final de los grupos de edades 20-24 años y 25-29 años, se refleja en la estimación de ${}_5\bar{N}_a$ correspondiente a cada uno de ellos. Cuando la densidad de población seleccionada como punto de partida no está afectada por la subenumeración simulada, se verifica que los valores de la serie de ${}_5K_a$ coinciden con los obtenidos en la aplicación con población cerrada y datos sin omisión, en todas las edades excepto en las que se simuló la omisión. En éstas se observan desvíos que la reproducen (ver Cuadro 8 y Gráfico 10). En el caso en que se usó la densidad de población a los 25 años como punto de partida, la serie de ${}_5K_a$ presenta un comportamiento que manifiesta problemas de enumeración, sobreenumeración específicamente, pareja en ambas poblaciones, inicial y final, de todos los grupos de edades excepto de los simulados con omisión.

Esta característica de la técnica, en un caso real, permitiría detectar y evaluar aproximadamente la omisión sistemática que se suele observar a través

Cuadro 8: VALORES ${}_5K_a$. POBLACION CERRADA Y OMISION
10% EN POBLACION INICIAL Y FINAL DEL GRUPO DE
EIDADES 20-29. PERIODO 1970-1980.

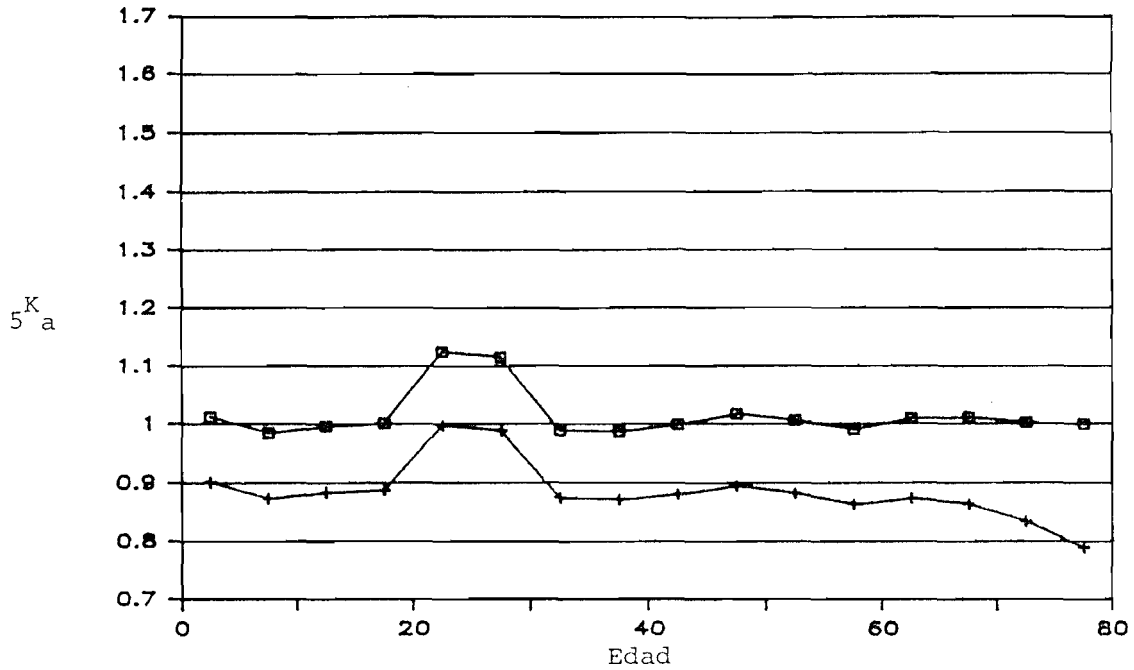
Edad	Densidad de partida			
	N(0) <u>a/</u>	N(25) <u>a/</u>	N(0) <u>b/</u>	N(25) <u>b/</u>
0- 4	1,01240	0,90170		
5- 9	0,98444	0,87375	1,01330	0,96253
10-14	0,99628	0,88399	1,00373	0,95331
15-19	1,00123	0,88802	1,05304	0,99998
20-24	1,12483	0,99706	1,04142	0,98870
25-29	1,11540	0,98794	1,05057	0,99707
30-34	0,98896	0,87511	1,06633	1,01163
35-39	0,98667	0,87199	1,01375	0,96124
40-44	0,99892	0,88129	1,00176	0,94920
45-49	1,01724	0,89534	0,98505	0,93245
50-54	1,00604	0,88249	0,99774	0,94314
55-59	0,99026	0,86428	1,01542	0,95785
60-64	1,00976	0,87437	1,00115	0,94133
65-69	1,01118	0,86382	1,00944	0,94389
70-74	1,00204	0,83461	1,03459	0,95758
75-79	0,99968	0,78863		

$$\underline{a/} \quad {}_5\bar{N}_a = ({}_5N_a^{70} * {}_5N_a^{80})^{1/2}$$

$$\underline{b/} \quad {}_5\bar{N}_a = ({}_5N_{a-5}^{70} * {}_5N_{a+5}^{80})^{1/2}$$

Gráfico 10

POBLACION CERRADA Y OMISION 10% EN POBLACION INICIAL Y FINAL DEL GRUPO DE EDADES 20-29. PERIODO 1970-1980



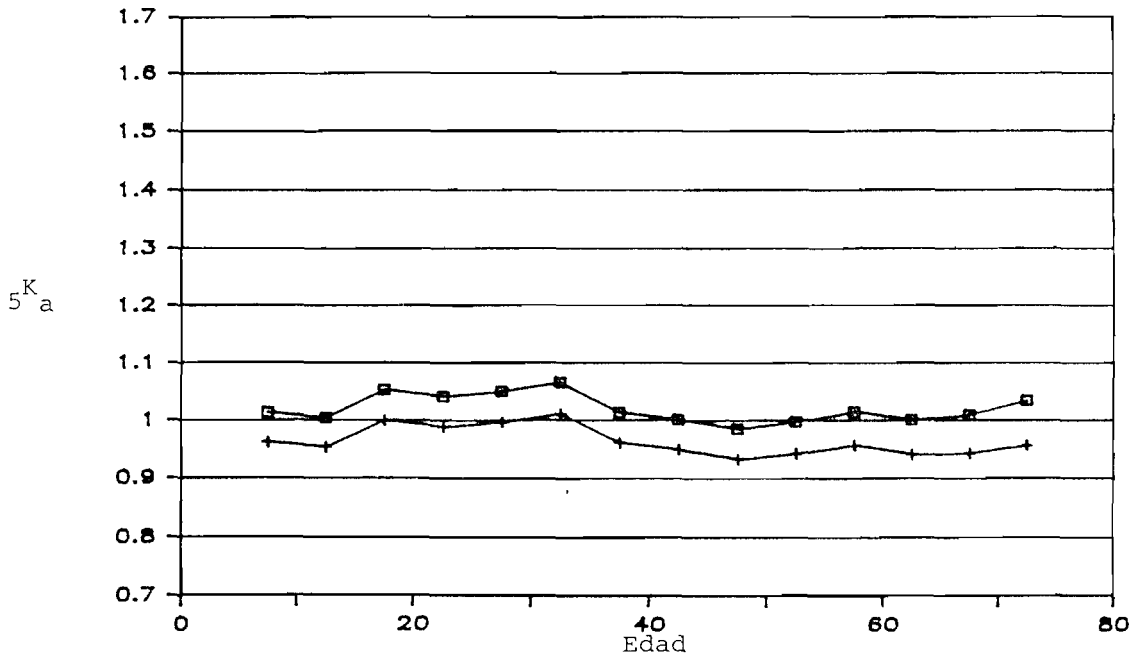
□ A partir de N(0) + A partir de N(25)

$${}^5\bar{N}_a = ({}^5N_a^{70} * {}^5N_a^{80, 1/2})$$

Fuente: Cuadro 8, columnas 1 y 2.

Gráfico 11

POBLACION CERRADA Y OMISION 10% EN POBLACION INICIAL Y FINAL DEL GRUPO DE EDADES 20-29. PERIODO 1970-1980



□ A partir de N(0) + A partir de (25)

$${}^5\bar{N}_a = ({}^5N_{a-5}^{70} * {}^5N_{a+5}^{80, 1/2})$$

Fuente: Cuadro 8, columnas 3 y 4.

de los censos en determinados grupos de edades, siempre que la omisión no fuera diferencial por censo.

Es evidente, además, que para obtener una buena estimación de la composición por edad de la población mediante la técnica en un caso real, siempre que se cumpla el supuesto de población cerrada y el registro de las defunciones sea completo, es necesario seleccionar como densidad de partida, aquélla correspondiente a una edad que se conozca que no presenta errores de subenumeración o sobreenumeración sistemática en los censos.

No se simuló la misma sobreenumeración de un grupo de edades en ambas poblaciones. Asimismo, se espera un comportamiento de los ${}_5K_a$ similar al observado en caso de omisión pero con desvíos en sentido contrario.

Cuando la población media se obtiene con información inicial y final de la misma cohorte, la omisión en la población inicial y final de los grupos 20-24 y 25-29 años se manifiesta en la población media de dichos grupos y de los grupos 15-19 y 30-34 años, y su magnitud disminuye al 5 por ciento. Esto se explica ya que dichas poblaciones medias resultan de la combinación de un grupo con omisión y otro sin ella (ver Cuadro 8 y Gráfico 11).

Si se trabaja comparando densidades de población se observa que, de acuerdo a su forma de cálculo, resultan afectadas cinco densidades. Como las correspondientes a los 15 y a los 35 años se derivan de un grupo de edades con omisión y otro sin ella, el 5 por ciento disminuye a aproximadamente la mitad (ver Cuadro 9 y Gráfico 12).

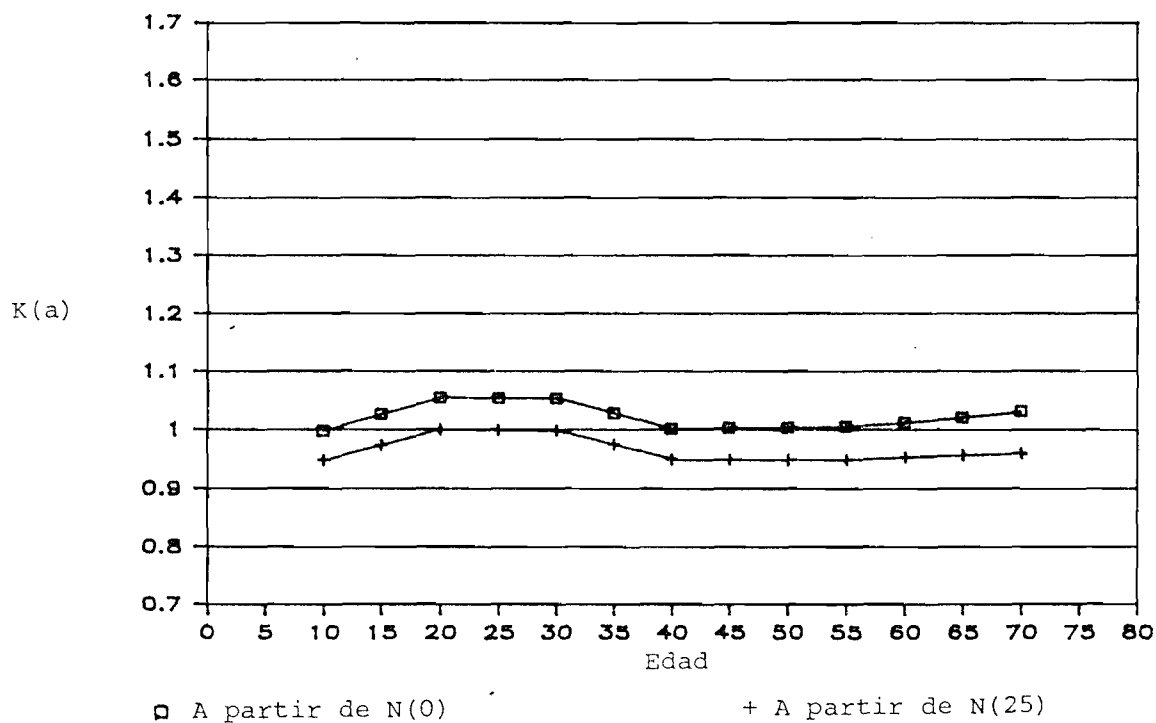
De lo observado se podría concluir que sería más conveniente trabajar con poblaciones medias derivadas de población inicial y final del mismo grupo de edades cuando se desee detectar el tipo de error simulado. Pero, teniendo en cuenta que en un caso real, trabajando de esta manera sería difícil identificar si las oscilaciones que presentan las curvas se deben a omisiones como las simuladas o a problemas de aproximaciones para el cálculo, sería quizás más conveniente trabajar con poblaciones medias derivadas de información inicial y final de la misma cohorte y comparando densidades. Sin embargo, esta forma de trabajo no permite evaluar la omisión y dificulta la determinación de los grupos de edades afectados.

Cuadro 9: VALORES K(a). POBLACION CERRADA Y OMISION
10% EN POBLACION INICIAL Y FINAL DEL GRUPO DE
EDADES 20-29. PERIODO 1970-1980.

Edad	Densidad de partida	
	N(0)	N(25)
10	0,99820	0,94812
15	1,02638	0,97477
20	1,05449	1,00125
25	1,05347	1,00000
30	1,05316	0,99935
35	1,02807	0,97511
40	1,00194	0,94975
45	1,00332	0,95028
50	1,00394	0,94978
55	1,00557	0,94973
60	1,01243	0,95381
65	1,02069	0,95772
70	1,03125	0,96066

Gráfico 12

POBLACION CERRADA Y OMISION 10% EN POBLACION INICIAL Y FINAL DEL GRUPO DE EDADES 20-29. PERIODO 1970-1980



Fuente: Cuadro 9.

Por lo tanto es recomendable trabajar de las dos maneras simultáneamente.

C. Omisión del 20% en las defunciones registradas.

Las poblaciones inicial y final se suponen correctas de modo que, tanto las tasas de crecimiento, como las poblaciones medias para cada grupo de edades no están afectadas y reflejan tan bien como es posible los valores reales correspondientes.

Las series de valores $K(a)$ se pueden observar en el Cuadro 10 y Gráfico 13.

Muestran un crecimiento lento a través de las edades más jóvenes que se acelera hacia las edades más avanzadas.

Estos resultados se pueden explicar a partir del análisis de la ecuación (1). Si se parte de $N(0)$ y se considera una omisión de defunciones del 20% se tendría lo siguiente:

$$N(5) = N(0) e^{-5r_0} - 0,80 {}_5D_0 e^{-2,5r_0}$$

$$\begin{aligned} N(10) &= (N(0) e^{-5r_0} - 0,80 {}_5D_0) e^{-2,5r_0} e^{-5r_5} - 0,80 {}_5D_5 e^{-2,5r_5} \\ &= N(0) e^{-5(r_0+r_5)} - 0,80 ({}_5D_0 e^{-2,5r_0-5r_5} + {}_5D_5 e^{-2,5r_5}) \end{aligned}$$

De modo que $N(75)$ resultaría:

$$N(75) = N(0) e^{-5 \sum_{a=0}^{70} r_a} - 0,80 ({}_5D_0 e^{-2,5r_0 - \sum_{a=5}^{70} r_a} + \dots + {}_5D_{70} e^{-2,5r_{70}})$$

Como se puede ver, a medida que se avanza en la edad va aumentando la ponderación del grado de cobertura de las defunciones en tanto que va perdiendo peso la correspondiente al término base, sea éste los nacimientos, como en este caso, sea la densidad de población a una edad exacta que se use como densidad de partida.

Cuadro 10: VALORES K(a). POBLACION CERRADA Y OMISION
20% EN LAS DEFUNCIONES Y 10% EN LOS NACIMIENTOS
REGISTRADOS. PERIODO 1970-1980.

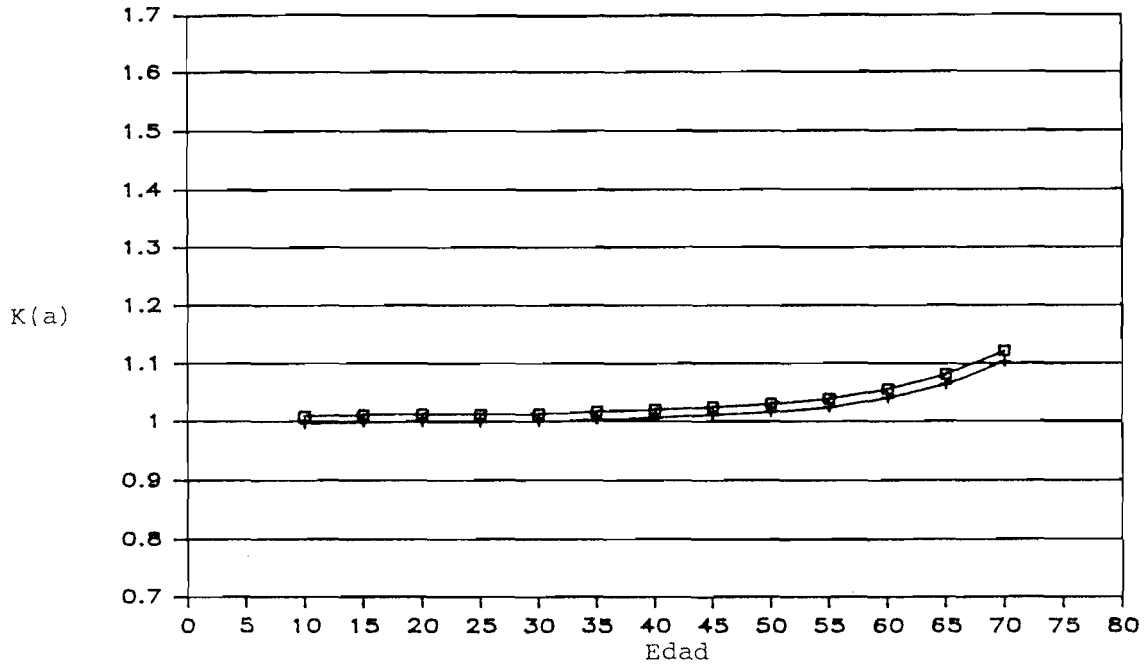
Edad	Densidad de partida		
	N(0) <u>a/</u>	N(25) <u>a/</u>	N(0) <u>b/</u>
10	1,00949	0,99647	0,89273
15	1,01234	0,99926	0,89457
20	1,01305	0,99992	0,89400
25	1,01319	1,00000	0,89258
30	1,01430	1,00103	0,89161
35	1,01772	1,00432	0,89218
40	1,02139	1,00782	0,89202
45	1,02606	1,01227	0,89162
50	1,03128	1,01720	0,88987
55	1,03969	1,02517	0,88796
60	1,05686	1,04162	0,88898
65	1,08179	1,06542	0,88808
70	1,12234	1,10399	0,88258

a/ Omisión 20% de las defunciones registradas.

b/ Omisión 10% de los nacimientos registrados.

Gráfico 13

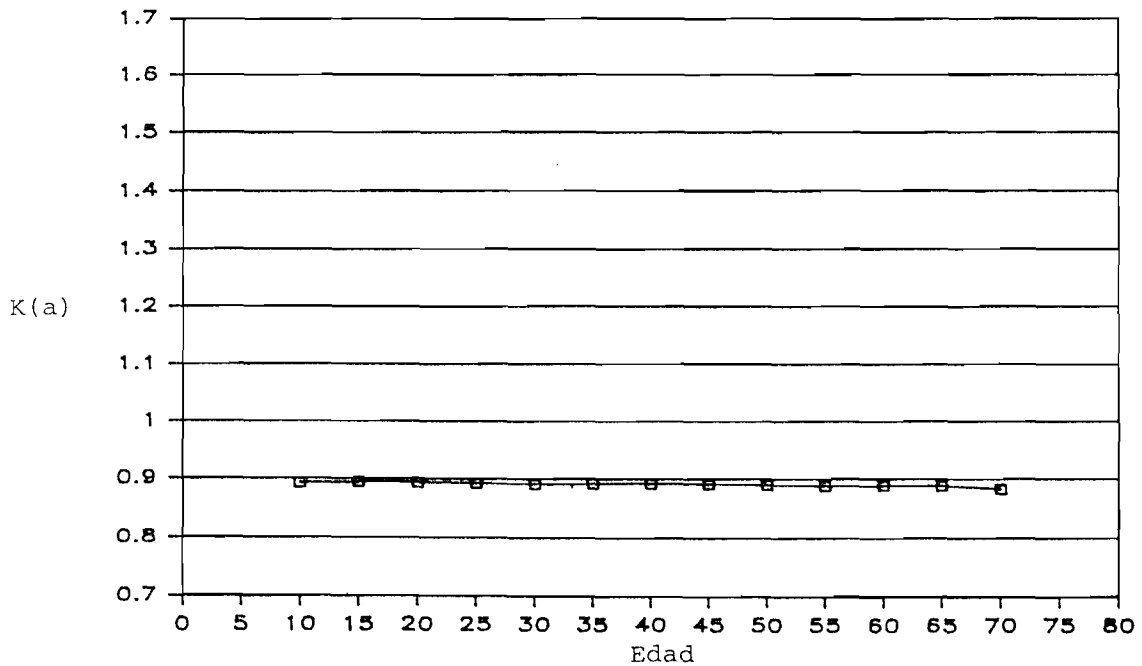
POBLACION CERRADA Y OMISION 20% EN LAS DEFUNCIONES REGISTRADAS EN
TODOS LOS GRUPOS DE EDADES. PERIODO 1970-1980



□ A partir de N(0) + A partir de N(25)
Fuente: Cuadro 10. Columnas 1 y 2.

Gráfico 14

POBLACION CERRADA Y OMISION 10% EN LOS NACIMIENTOS
REGISTRADOS. PERIODO 1970-1980



□ A partir de N(0)
Fuente: Cuadro 10. Columna 3.

El comportamiento lentamente creciente se podría explicar si se tiene en cuenta la estructura por edad de las defunciones. Si bien las defunciones del grupo de edades 0-4 años son importantes, es más importante la densidad de nacimientos.

Las densidades calculadas con la ecuación, si hay omisión de muertes, se sobreestiman cada vez más con el avance de la edad.

Se podría deducir de la misma manera el comportamiento de los $K(a)$ cuando la densidad de partida seleccionada corresponde a una edad muy avanzada, en cuyo caso la serie de $\hat{N}(a)$ se logra casi en su totalidad a partir de la ecuación (2).

De acuerdo a la composición por edad de las defunciones se esperaría una curva que descendiera rápidamente desde la edad correspondiente a la densidad de partida, a medida que se avanza hacia edades más jóvenes, para luego tender a estabilizarse como consecuencia de la pérdida de peso de las defunciones.

D. Omisión del 10% en los nacimientos registrados.

Tanto las defunciones como las poblaciones inicial y final no tienen problemas de cobertura. Las tasas de crecimiento reflejan el crecimiento real experimentado por cada grupo de edades.

Ante tal situación, las cocientes $K(a)$ permiten detectar la omisión. Se puede ver, en el Cuadro 10 y Gráfico 14, que la curva se encuentra desplazada al nivel de 0,90 aproximadamente. Las densidades $\hat{N}(a)$ obtenidas con la técnica han resultado subestimadas, en cada edad, en el porcentaje de omisión de los nacimientos aproximadamente.

Concluyendo de lo analizado en las secciones 1, 2 y 3 de este capítulo, se podría decir que si la población es cerrada y el registro de defunciones y nacimientos completo, las relaciones (1) y (2) conducen a buenas estimaciones de densidades de población a edad exacta, a pesar del supuesto que es necesario hacer respecto de la tasa de crecimiento de cada grupo de edades a fin de poder aplicar las ecuaciones con población por grupos quinquenales de edad y un período de 10 años.

No sucede lo mismo cuando se introducen los supuestos para obtener la población de grupos de edades a partir de las densidades de población a edad exacta.

Cualquiera sea éste, comportamiento lineal o exponencial a través de las edades, se introduce error en las estimaciones.

Cuando el registro de nacimientos no es completo, sería posible detectar y evaluar aproximadamente la omisión en tanto que el subregistro de las muertes no podría ser evaluado.

El comportamiento, creciente o decreciente con la edad, de las series de $K(a)$, indicaría omisión pareja para todos los grupos de edades, diferencial por censo. Un comportamiento similar se obtiene cuando ha existido emigración o inmigración durante el período para cuyo momento central se desea estimar la composición por edades de la población.

Las oscilaciones de las curvas de $K(a)$ serían consecuencia de subenumeración o sobreenumeración censal de determinados grupos de edades.

III. APLICACIONES CON DATOS REALES

El objetivo de estas aplicaciones es analizar el comportamiento de la técnica cuando la información no cumple con los supuestos básicos y presenta simultáneamente varios de los tipos de errores simulados en el capítulo anterior.

Para ello se utilizan las series de valores $K(a)$ obtenidas con información censal y de registros de hechos vitales, para varones y mujeres, correspondientes a los siguientes países y períodos:

Argentina:	1960-1970
Chile:	1960-1970
México:	1960-1970
Perú:	1961-1972
Venezuela:	1961-1971

Los efectos identificados se confirman o rechazan a partir de estimaciones obtenidas con datos de los informes de las proyecciones de población de cada uno de estos países, de modo que las conclusiones dependen de la validez de estas estimaciones.

La omisión censal se calculó comparando las poblaciones censales trasladadas a la fecha de las estimadas mediante el uso de las tasas de crecimiento medio anual correspondientes y suponiendo crecimiento exponencial a través del tiempo.

La omisión de los nacimientos registrados por sexo se estimó comparando los nacimientos medio anuales derivados de las proyecciones para cada quinquenio, usando el índice de masculinidad al nacimiento utilizado en las mismas, con los nacimientos medio anuales calculados a partir de los registrados.

ARGENTINA 1960-1970

Tanto en el caso de varones como en el de mujeres, el comportamiento de la serie de K(a) indica movimientos migratorios con saldo neto positivo durante el período (ver Cuadros 12 y 13 y Gráficos 15 y 16).

El efecto resulta más claro entre los hombres. Las migrantes presentarían una mayor concentración en edades más jóvenes en tanto que entre los varones la migración seguiría siendo importante hasta edades más avanzadas.

Los valores de K(10), que se podrían considerar a fin de obtener una medida relativa del subregistro de los nacimientos, resultan menores que uno, tal como se espera en el caso de poblaciones que han experimentado inmigración neta durante el período en estudio y en las cuales, tanto los registros de nacimientos y defunciones como los censos son completos.

En el informe técnico de las proyecciones de población para este país ^{3/} figuran estimaciones de los saldos migratorios internacionales por sexo y quinquenio obtenidas a partir de datos oficiales de movimientos de entradas y salidas e información especialmente tabulada del Censo de 1970. Estas estimaciones indican saldo neto positivo de los movimientos migratorios, tanto de hombres como de mujeres, durante el período 1960-1970.

La omisión del registro de los nacimientos se estimó en 3.2 por ciento para varones y 3.4 por ciento para mujeres. Las estimaciones de la omisión censal se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 11

ARGENTINA: ESTIMACION DE LA OMISION CENSAL CORRESPONDIENTE
A 1960 Y 1970 SEGUN SEXO

Año	Omisi3n censal (por cien)	
	Varones	Mujeres
1960	5.0	1.9
1970	3.8	1.9

^{3/} INDEC-CELADE. Estimaciones y proyecciones de poblaci3n 1950-2025. Rep3blica Argentina. Buenos Aires, noviembre, 1982.

Se observa que la omisión censal en 1970, para los varones, resulta levemente menor que en 1960. Esto podría contribuir a que el efecto de inmigración apareciera más importante entre ellos. Conviene recordar que la mayor omisión en el primer censo provoca un efecto semejante a la inmigración.

La omisión relativa del registro de los nacimientos, medida a partir de $K(10)$, sobreestimaría la omisión de éstos respecto a la censal, especialmente para los varones.

Cuadro 12

ARGENTINA. PERIODO 1960-70. VARONES

Edad a a+4	Población		${}_5r_a$ a/	${}_5\bar{N}_a$ b/	$\bar{N}(a)$ c/	Defun- ciones d/	$\hat{N}(a)$	K(a)
	30.9.60	30.9.70						
0- 4	1078868	1196950	0.01017			19149	251609 _{e/}	
5- 9	1049986	1163050	0.01002	1097603		960	220460	
10-14	975704	1114300	0.01307	1055526	215313	822	208756	0.96955
15-19	834062	1058850	0.02365	973854	202938	1348	194754	0.95967
20-24	755130	969950	0.02482	839183	181304	1717	171761	0.94737
25-29	765559	842550	0.00937	770589	160977	1811	150099	0.93242
30-34	773374	784700	0.00124	773069	154366	2160	141459	0.91639
35-39	721351	779000	0.00748	772252	154532	2883	138430	0.89580
40-44	607057	769500	0.02350	702940	147519	3905	130520	0.88477
45-49	591456	683550	0.01426	584869	128781	5301	112369	0.87256
50-54	521173	562300	0.00738	553990	113886	7485	99521	0.87386
55-59	442786	517800	0.01544	477220	103121	9917	88566	0.85885
60-64	330433	436050	0.02752	378053	85527	12046	72445	0.84704
65-69	236908	322100	0.03051	258789	63684	12584	51886	0.81474
70-74	160203	202250	0.02309			11818	32885	
75y+	140677	214100	0.04179			22494	18144	
Ignorada	21170	0				829		
Total	10005897	11617000	0.01472					

Fuente: Dirección Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional de Población 1960 y Hechos Demográficos en la República Argentina 1954-60. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). Censo Nacional de Población, Familias y Viviendas 1970. Resultados por Muestra y Hechos Demográficos en la República Argentina 1961-65 y Defunciones por Sexo y Edad 1966-67 (Inédito) y Anuario Estadístico de la República Argentina 1979-80.

Secretaría de Salud Pública. Defunciones por Sexo y Edad 1968-70 (Inédito) Naciones Unidas. Demographic Yearbook 1981.

$$a/ \quad {}_5r_a = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{{}_5N_a^t}{{}_5N_a^0} \right); \quad t = 10$$

$$b/ \quad {}_5\bar{N}_a^{t/2} = \left({}_5N_{a-5}^0 * {}_5N_{a+5}^t \right)^{1/2}$$

$$c/ \quad \bar{N}(a) = \frac{1}{10} * \left({}_5\bar{N}_{a-5} + {}_5\bar{N}_a \right)$$

d/ Medio anuales.

e/ Nacimientos medio anuales.

Cuadro 13

ARGENTINA. PERIODO 1960-70. MUJERES

Edad	Población		${}_5r_a$ a/	${}_5\bar{N}_a$ b/	$\bar{N}(a)$ c/	Defun- ciones d/	$\hat{N}(a)$	K(a)
	a	a+4						
	30.9.60	30.9.70						
0- 4	1051702	1158350	0.00938			16088	241516 _{e/}	
5- 9	1026378	1133950	0.00969	1070605		741	214732	
10-14	962737	1086850	0.01185	1034516	210512	559	203851	0.96836
15-19	851786	1039850	0.01967	972942	200746	928	191581	0.95434
20-24	775990	980550	0.02312	857138	183008	1091	172749	0.94394
25-29	773708	860150	0.01032	786841	164398	1213	152858	0.92981
30-34	787574	795650	0.00074	771610	155845	1467	143991	0.92394
35-39	722183	767400	0.00580	779608	155122	1837	141992	0.91536
40-44	609337	769600	0.02307	711451	149106	2167	136124	0.91294
45-49	588781	698950	0.01688	597765	130922	2739	119245	0.91081
50-54	497866	584800	0.01582	569456	116722	3614	106970	0.91645
55-59	413124	549250	0.02821	476476	104593	4665	95362	0.91174
60-64	325820	454750	0.03306	381023	85750	5897	78472	0.91512
65-69	235836	350450	0.03933	282462	66349	6934	61085	0.92068
70-74	172242	244200	0.03463			7913	43895	
75y+	182057	298300	0.04910			22744	29659	
Ignorada	27521	0				392		
Total	10004642	11773050	0.01600					

Fuente: Dirección Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional de Población 1960 y Hechos Demográficos en la República Argentina 1954-60.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). Censo Nacional de Población, Familias y Viviendas 1970. Resultados por Muestra y Hechos Demográficos en la República Argentina 1961-65 y Defunciones por Sexo y Edad 1966-67 (Inédito) y Anuario Estadístico de la República Argentina 1979-80.

Secretaría de Salud Pública. Defunciones por Sexo y Edad 1968-70 (Inédito) Naciones Unidas. Demographic Yearbook 1981.

$$a/ \quad {}_5r_a = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{{}_5N_a^t}{{}_5N_a^0} \right); \quad t = 10$$

$$b/ \quad {}_5\bar{N}_a^{t/2} = \left({}_5N_{a-5}^0 * {}_5N_{a+5}^t \right)^{1/2}$$

$$c/ \quad \bar{N}(a) = \frac{1}{10} * \left({}_5\bar{N}_{a-5} + {}_5\bar{N}_a \right)$$

d/ Medio anuales.

e/ Nacimientos medio anuales.

GRAFICO 15
ARGENTINA. 1960-1970. VARONES

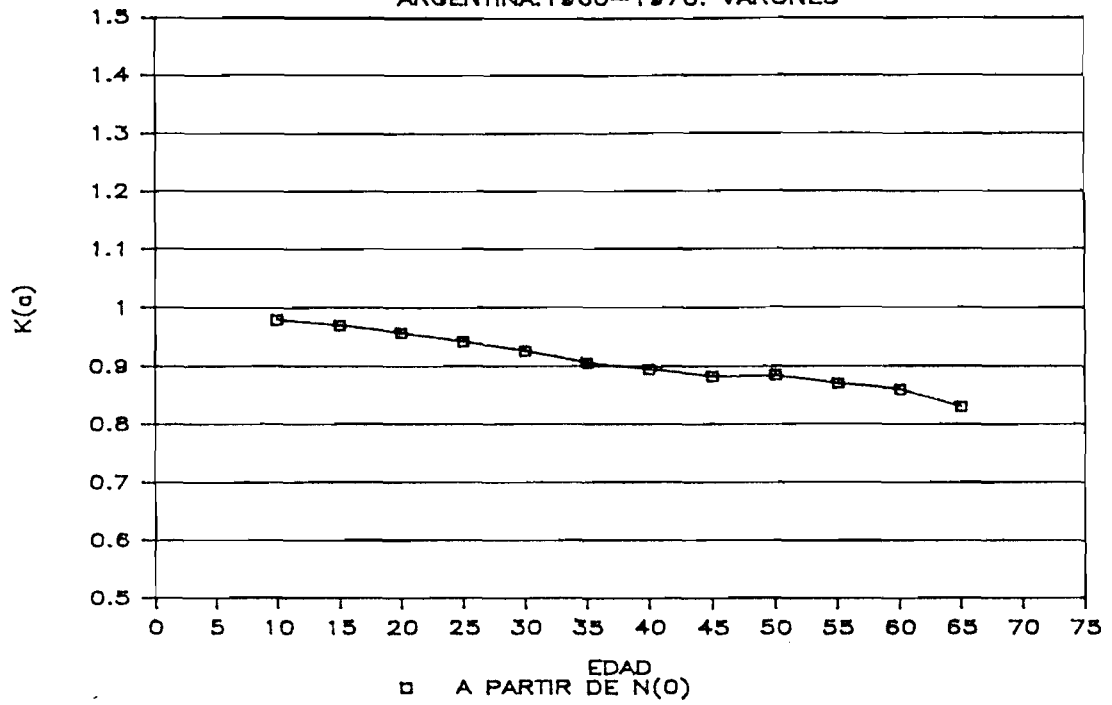
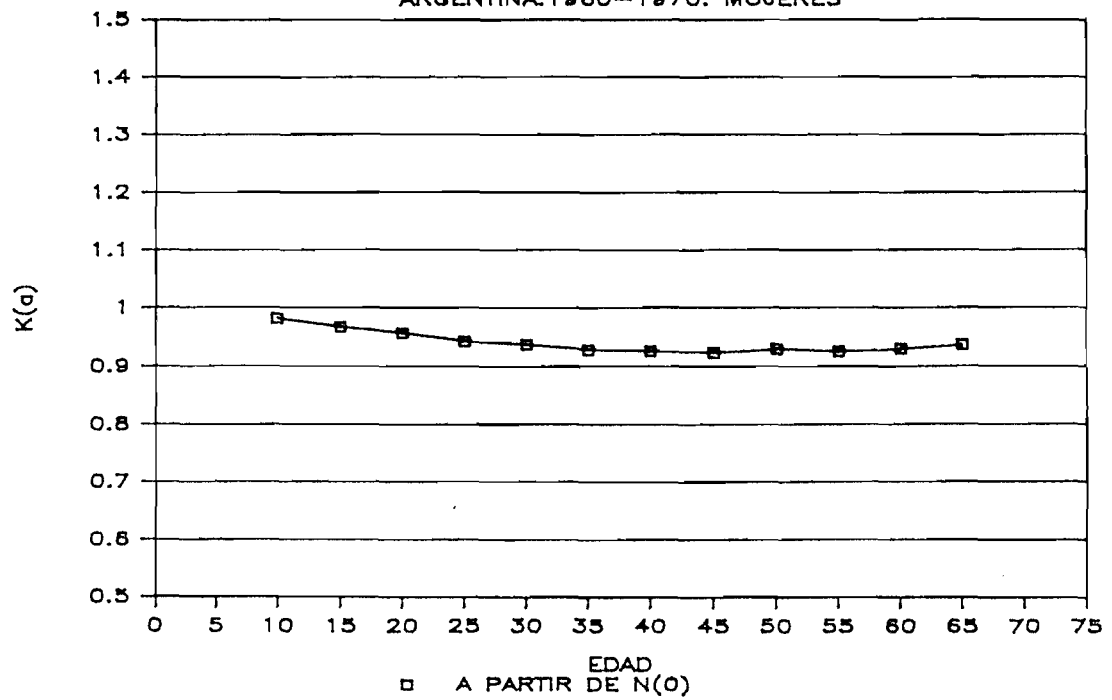


GRAFICO 16
ARGENTINA. 1960-1970. MUJERES



CHILE 1960-1970

El comportamiento de la serie de K(a) (ver Cuadro 15 y Gráfico 17) conduciría a pensar en la presencia de emigración neta de varones durante el período, aunque el crecimiento rápido que presenta hacia las edades finales podría estar indicando una subenumeración relativamente mayor en el censo de 1970 respecto a la del censo de 1960.

A partir del Cuadro 16 y el Gráfico 18, se puede notar que el efecto de este tipo de error resulta más claro entre las mujeres.

En ambos casos, se presentan oscilaciones que manifestarían problemas en determinados grupos de edades. Estos podrían estar provocados por la mala declaración de la edad. Se notan alrededor de los 40 y 60 años.

Teniendo en cuenta que, tanto ante la presencia de emigración neta durante el período considerado, como ante una subenumeración relativamente mayor en el segundo censo, el valor de K(10) supera a 1 cuando los registros de nacimientos y defunciones son completos, y en este caso real aparece inferior a dicho valor, se podría pensar en omisión de nacimientos relativamente mayor a la censal.

A fin de someter a prueba lo detectado con la técnica se consultó el informe de las proyecciones.^{4/} Se estimó la omisión censal que se presenta a continuación.

Cuadro 14

CHILE: ESTIMACION DE LA OMISION CENSAL CORRESPONDIENTE A
1960 Y 1970 SEGUN SEXO

Año	Omisión censal (por cien)	
	Varones	Mujeres
1960	5.1	2.8
1970	6.2	4.0

^{4/} Pujol, J.M. Chile: Proyecciones de la población por sexo y grupos quinquenales de edad. 1950-2000. Santiago de Chile, CELADE, julio 1976. Serie A N°140.

Como se puede notar, la subenumeración censal fue mayor en el año 1970 que en 1960.

Por otro lado, en el informe ya citado, las estimaciones de los saldos netos migratorios internacionales confirmarían la existencia de emigración neta de varones y de mujeres entre 1960 y 1970 en este país.

Comparando las omisiones del registro de los nacimientos, que resultaron de 6.4 por ciento y 5 por ciento para varones y mujeres respectivamente, con las omisiones censales, resulta que los nacimientos estarían algo más omitidos que los censos pero los valores de $K(10)$ sobreestimarían la primera respecto de la segunda. Como ya se dijo, esto no es lo esperado en una situación de emigración o subenumeración relativamente mayor del segundo censo, por lo que se podría pensar que las primeras edades están afectadas por otro tipo de error, por ejemplo subenumeración relativamente mayor en el primer censo.

Cuadro 15

CHILE. PERIODO 1960-70. VARONES

Edad a a+4	Población		${}_5r_a$ a/	${}_5\bar{N}_a$ b/	$\bar{N}(a)$ c/	Defun- ciones d/	$\hat{N}(a)$	K(a)
	29.11.60	22.4.70						
0- 4	554796	567233	0.00236			18253	133515 _{e/}	
5- 9	492442	624134	0.02520	557172		716	113805	
10-14	420881	559559	0.03028	469029	102620	496	99661	0.97117
15-19	354554	446729	0.02457	394969	86400	724	85200	0.98611
20-24	287637	370653	0.02696	327149	72212	977	74669	1.03403
25-29	251833	301862	0.01927	267842	59499	1045	64340	1.08135
30-34	246879	249409	0.00108	249643	51749	1261	57436	1.10990
35-39	199965	247473	0.02266	234643	48429	1551	55867	1.15360
40-44	178478	223014	0.02369	185596	42024	1756	48416	1.15211
45-49	157143	172260	0.00977	163259	34886	2030	41354	1.18541
50-54	137561	149338	0.00873	141404	30466	2395	37402	1.22764
55-59	103319	127242	0.02214	120591	26200	2692	33460	1.27712
60-64	86342	105715	0.02152	90695	21129	3092	27406	1.29710
65-69	60615	79614	0.02899	68067	15876	3229	21680	1.36554
70-74	38032	53660	0.03660	43363	11143	3158	15751	1.41356
75-79	22740	31021	0.03302	25281	6864	2637	10235	1.49105
80-84	12116	16805	0.03478			1852	6249	
85y+	7474	17791	0.09221			1442	3554	
Ignorada	0	0				89		
Total	3612807	4343512	0.01958					

Fuente: Dirección de Estadística y Censos. XIII Censo de Población 1960 y Serie Demografía 1960-67.
 Instituto Nacional de Estadística (INE). XIV Censo de Población 1970 y Serie Demografía 1968-70.

$$a/ \quad {}_5r_a = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{{}_5N_a^t}{{}_5N_a^0} \right); \quad t = 9,40548$$

$$b/ \quad {}_5\bar{N}_a^{t/2} = \left({}_5N_{a-5}^0 * {}_5N_{a+5}^t \right)^{1/2}$$

$$c/ \quad \bar{N}(a) = \frac{1}{10} * \left({}_5\bar{N}_{a-5} + {}_5\bar{N}_a \right)$$

d/ Medio anuales.

e/ Nacimientos medio anuales.

Cuadro 16

CHILE. PERIODO 1960-70. MUJERES

Edad a a+4	Población		$5r_a$ a/	$5\bar{N}_a$ b/	$\bar{N}(a)$ c/	Defun- ciones d/	$\hat{N}(a)$	K(a)
	29.11.60	22.4.70						
0- 4	549924	555601	0.00109			15623	128897e/	
5- 9	489047	619796	0.02519	552366		577	112614	
10-14	415428	554819	0.03076	477761	103013	362	98745	0.95857
15-19	370253	466736	0.02462	406816	88458	533	84332	0.95336
20-24	310762	398383	0.02641	346425	75324	672	74062	0.98325
25-29	275172	324130	0.01741	288219	63464	741	64272	1.01272
30-34	260273	267312	0.00284	271095	55931	886	58205	1.04064
35-39	215448	267078	0.02284	246142	51724	1014	56505	1.09243
40-44	185401	232778	0.02419	199425	44557	1067	49449	1.10979
45-49	167091	184593	0.01059	173988	37341	1199	42810	1.14646
50-54	141015	163277	0.01558	153736	32772	1494	39434	1.20328
55-59	109013	141449	0.02769	128713	28245	1804	35042	1.24064
60-64	96713	117484	0.02069	100285	22900	2228	28327	1.25884
65-69	67605	92256	0.03305	78743	17903	2551	23379	1.33381
70-74	46423	64112	0.03432	51139	12988	2764	17893	1.37763
75-79	28965	38684	0.03076	34133	8527	2740	12534	1.46992
80-84	18685	25096	0.03136			2371	8210	
85y+	14090	27672	0.07176			2624	4826	
Ignorada	0	0				40		
Total	3761308	4541256	0.02003					

Fuente: Dirección de Estadística y Censos. XIII Censo de Población 1960 y Serie Demografía 1960-67.
Instituto Nacional de Estadística (INE). XIV Censo de Población 1970 y Serie Demografía 1968-70.

$$a/ \quad 5r_a = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{5N_a^t}{5N_a^0} \right); \quad t = 9,40548$$

$$b/ \quad 5\bar{N}_a^{t/2} = \left(5N_{a-5}^0 * 5N_{a+5}^t \right)^{1/2}$$

$$c/ \quad \bar{N}(a) = \frac{1}{10} * \left(5\bar{N}_{a-5} + 5\bar{N}_a \right)$$

d/ Medio anuales.

e/ Nacimientos medio anuales.

GRAFICO 17

CHILE.1960-1970. VARONES

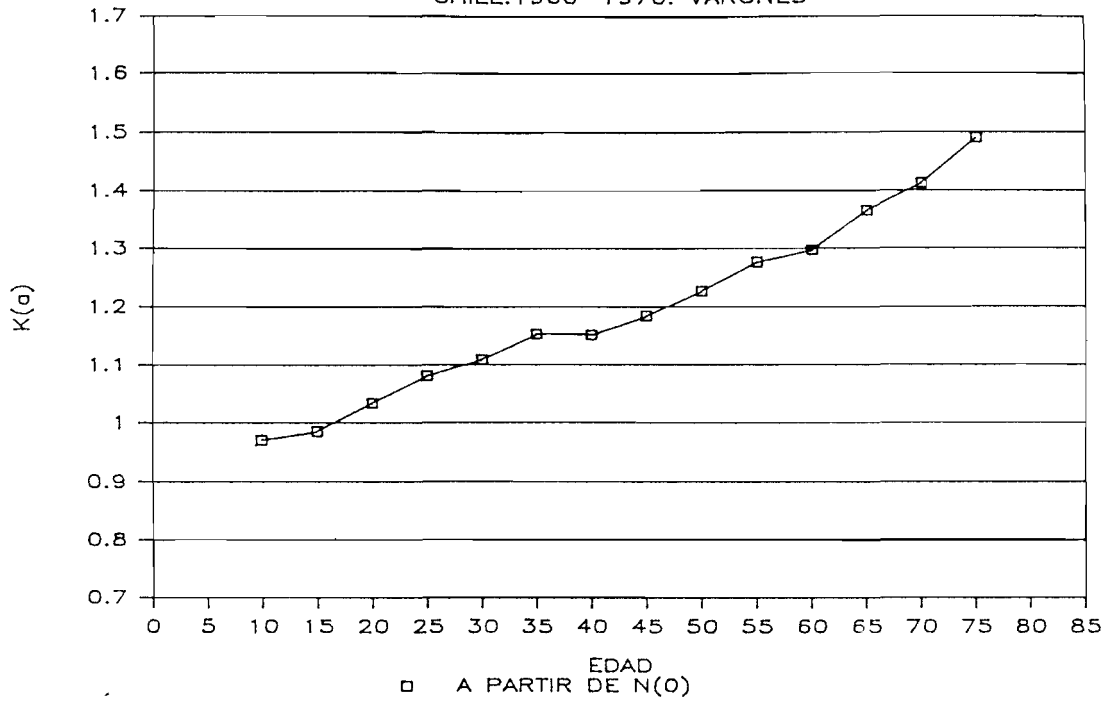
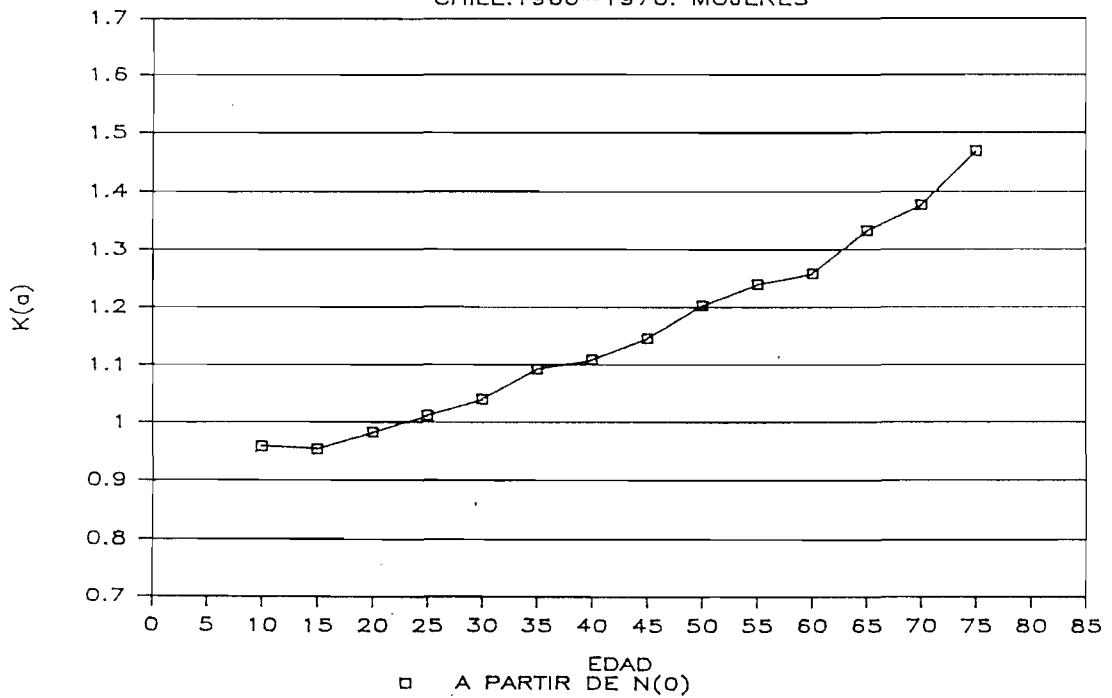


GRAFICO 18

CHILE.1960-1970. MUJERES



MEXICO 1960-1970

En este caso, el comportamiento de las series de K(a) que se pueden observar en el Cuadro 18 y el Gráfico 19 para varones, y en el Cuadro 19 y el Gráfico 20 para mujeres, estarían manifestando fundamentalmente errores de enumeración en determinados grupos de edades a partir de las oscilaciones que presentan. Estas podrían estar provocadas también por la mala declaración de la edad en ambos censos.

La serie de K(a) de mujeres, a partir de su tendencia, indicaría la posibilidad de una mayor subenumeración censal en 1970 que en 1960.

En el caso de hombres, dicha subenumeración parecería más pareja en ambos censos entre las edades 25 y 50 años aproximadamente.

Si realmente la omisión censal en 1970 fuera mayor que la de 1960 y los nacimientos no estuvieran subregistrados, se debería esperar K(10) superior a uno. En estos casos, los valores correspondientes a varones y mujeres son muy próximos a dicho valor.

La comparación entre las cifras censales y las estimadas 5/ se presenta a continuación.

Cuadro 17

MEXICO: ESTIMACION DE LA OMISION CENSAL CORRESPONDIENTE
A 1960 Y 1970 SEGUN SEXO

Año	Omisión censal (por cien)	
	Varones	Mujeres
1960	6.3	5.5
1970	5.1	4.3

5/ CONAPO-SPF-CELADE. México. Estimaciones y proyecciones de población 1950-2000. Fascículo F/Mex.1, Santiago de Chile, octubre, 1982.

De ella se concluye que la omisión censal resulta mayor en 1960 que en 1970, lo que contradice lo observado a partir de la técnica.

El subregistro de los nacimientos femeninos fue estimado en un 4.1 por ciento en tanto que el correspondiente a los masculinos resultó de 3.6 por ciento.

La relación entre el subregistro de los nacimientos y la omisión censal habría sido bien estimada por $K(10)$ en este caso. Sin embargo, si las omisiones censales del Cuadro 17 son correctas, los valores $K(10)$ se hubieran esperado menores que uno. Esta incoherencia también se podría explicar, como en el caso de Chile, por la presencia de otro tipo de error en las primeras edades, tal como puede ser una gran omisión de muertes o bien mayor omisión en 1970 que en 1960 en dichos grupos.

Cuadro 18

MEXICO. PERIODO 1960-70. VARONES

Edad	Población		${}_5r_a$ a/	${}_5\bar{N}_a$ b/	$\bar{N}(a)$ c/	Defun- ciones d/	$\hat{N}(a)$	K(a)
	a	a+4						
0- 4	2936387	4151517	0.03552			101297	963972e/	
5- 9	2705910	3934729	0.03844	3105005		7403	714413	
10-14	2234496	3271115	0.03913	2601090	570610	3683	582775	1.02132
15-19	1738831	2491047	0.03689	2080702	468179	4452	475869	1.01642
20-24	1404869	1930300	0.03256	1658188	373889	5639	391652	1.04751
25-29	1195988	1575414	0.02819	1346341	300453	5883	327612	1.09039
30-34	1009105	1285461	0.02471	1217740	256408	5896	279064	1.08836
35-39	959140	1235283	0.02585	985810	220355	7112	241083	1.09407
40-44	674307	959477	0.03619	893746	187956	6502	205185	1.09167
45-49	610482	829719	0.03143	631807	152555	6962	165286	1.08345
50-54	527328	589788	0.01122	554360	118617	7215	134812	1.13654
55-59	405202	501529	0.02173	488618	104298	8272	120441	1.15478
60-64	371989	451069	0.01960	374793	86341	10074	100207	1.16059
65-69	203454	345379	0.05449	300599	67539	9898	81260	1.20315
70-74	161288	242008	0.04169	156262	45686	9412	53243	1.16540
75-79	91153	119571	0.02775	114327	27059	8008	34744	1.28403
80-84	57847	80738	0.03419			6733	22772	
85y+	62880	71470	0.01289			10205	13013	
Ignorada	64664	0				179		
Total	17415320	24065614	0.03315					

Fuente: Dirección General de Estadística. Secretaría de Industria y Comercio. VIII Censo General de Población y Vivienda 1960 y IX Censo General de Población y Vivienda 1970 y Anuarios Estadísticos de los Estados Unidos Mexicanos 1960-61 a 1970-71.

S.P.P ISUNAM. Defunciones Registradas en la República Mexicana 1933-75, 1982

$$a/ {}_5r_a = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{{}_5N_a^t}{{}_5N_a^0} \right); t = 9,64384$$

$$b/ {}_5\bar{N}_a^{t/2} = \left({}_5N_{a-5}^0 * {}_5N_{a+5}^t \right)^{1/2}$$

$$c/ \bar{N}(a) = \frac{1}{10} * \left({}_5\bar{N}_{a-5} + {}_5\bar{N}_a \right)$$

d/ Medio anuales.

e/ Nacimientos medio anuales.

Cuadro 19

MEXICO. PERIODO 1960-70. MUJERES

Edad a a+4	Población		${}_5r_a$ a/	${}_5\bar{N}_a$ b/	$\bar{N}(a)$ c/	Defun- ciones d/	$\hat{N}(a)$	K(a)
	8.6.60	28.1.70						
0- 4	2840360	4015993	0.03562			88594	915142 _{e/}	
5- 9	2611134	3788267	0.03830	2983478		6835	684783	
10-14	2123820	3125059	0.03976	2590748	557423	2889	559237	1.00325
15-19	1796434	2563344	0.03657	2115858	470661	3401	455798	0.96842
20-24	1542203	2102041	0.03182	1742261	385812	4447	376519	0.97591
25-29	1308904	1685004	0.02590	1423792	316605	4557	317025	1.00132
30-34	1042530	1310802	0.02345	1294340	271813	4461	274245	1.00895
35-39	961540	1276364	0.02908	1009021	230336	5423	239690	1.04061
40-44	687017	973863	0.03589	882283	189130	4615	202212	1.06917
45-49	623126	807299	0.02656	644141	152642	4933	164776	1.07949
50-54	536031	602255	0.01179	564704	120884	5328	139668	1.15538
55-59	394697	510330	0.02635	500910	106561	6280	126500	1.18711
60-64	372721	466784	0.02304	375998	87691	8546	105003	1.19743
65-69	210710	357184	0.05444	303377	67937	8651	85508	1.25862
70-74	172083	246245	0.03687	167688	47106	9084	57582	1.22238
75-79	96620	133077	0.03291	131493	29918	7920	39604	1.32376
80-84	70491	100196	0.03617			8208	26302	
85y+	68509	95517	0.03417			14586	14452	
Ignorada	48879	0				79		
Total	17507809	24159624	0.03310					

Fuente: Dirección General de Estadística. Secretaría de Industria y Comercio. VIII Censo General de Población y Vivienda 1960 y IX Censo General de Población y Vivienda 1970 y Anuarios Estadísticos de los Estados Unidos Mexicanos 1960-61 a 1970-71, S.P.P ISUNAM. Defunciones Registradas en la República Mexicana 1933-75, 1982.

$$\frac{a/}{{}_5r_a} = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{{}_5N_a^t}{{}_5N_a^0} \right); t = 9,64384$$

$$\frac{b/}{{}_5\bar{N}_a} = \frac{{}_5N_a^0 + {}_5N_a^t}{2}$$

$$\frac{c/}{\bar{N}(a)} = \frac{1}{10} * ({}_5\bar{N}_{a-5} + {}_5\bar{N}_a)$$

d/ Medio anuales.

e/ Nacimientos medio anuales.

GRAFICO 19

MEXICO.1960-1970. VARONES

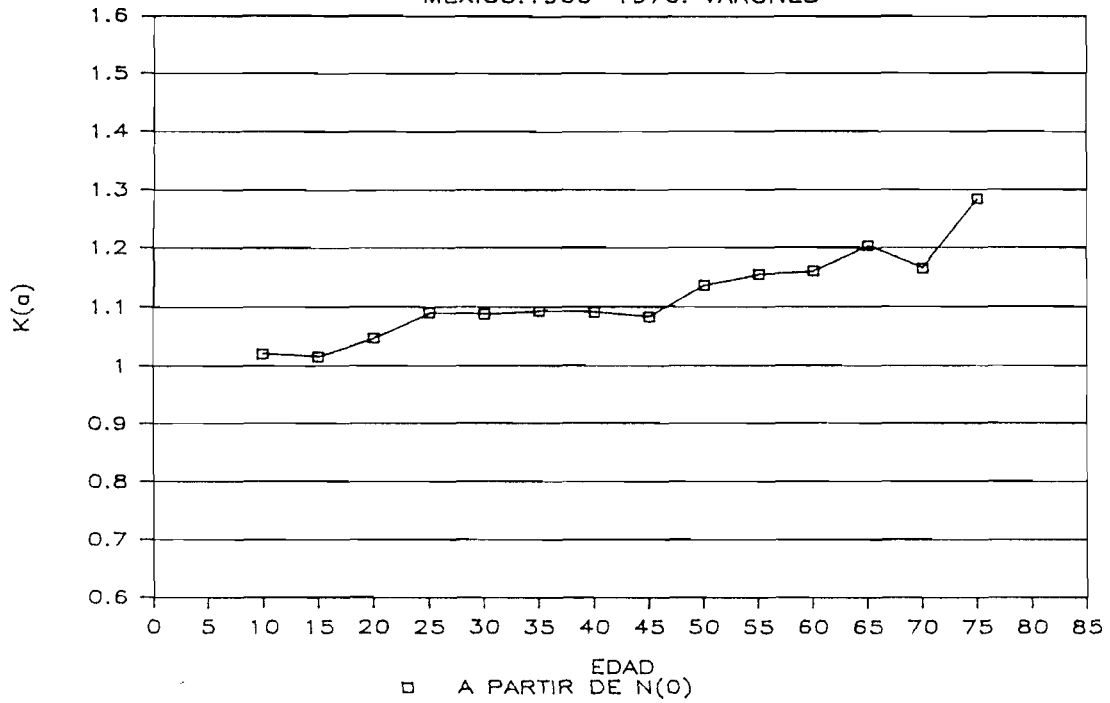
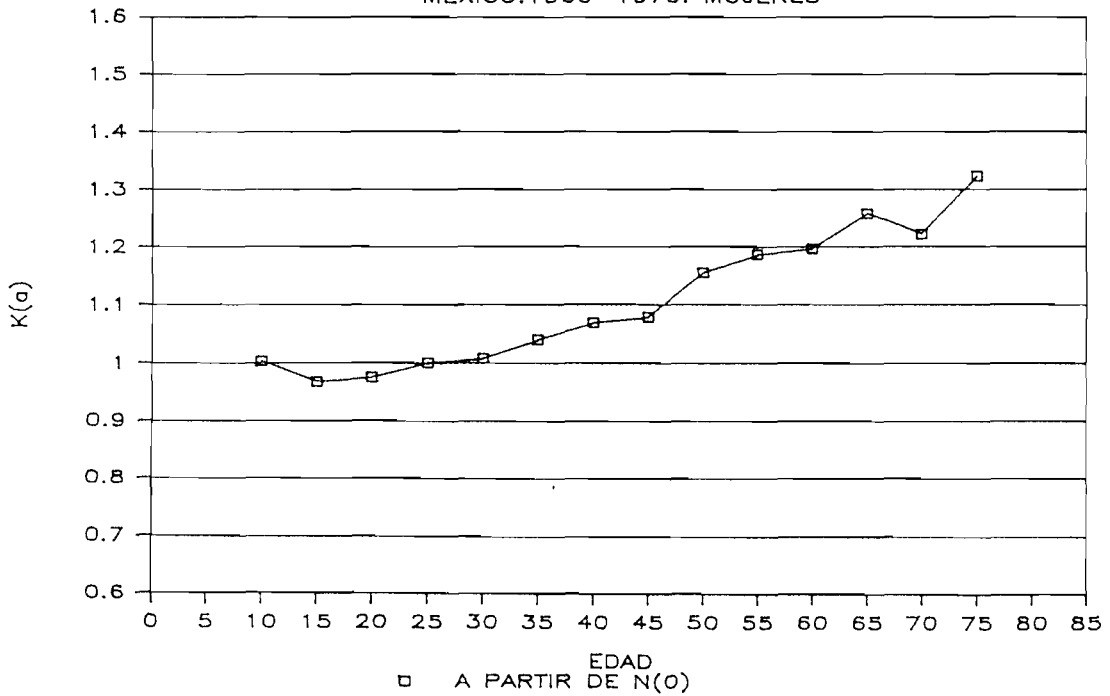


GRAFICO 20

MEXICO.1960-1970. MUJERES



PERU 1961-1972

Las curvas de los Gráficos 21 y 22 representan los valores de las series de K(a) para varones y mujeres que figuran en los Cuadros 21 y 22 respectivamente.

Se puede observar, en ambos casos, una tendencia creciente de las curvas, un comportamiento similar al encontrado cuando la población correspondiente al momento final está subenumerada respecto a la del momento inicial.

Se nota también que los nacimientos estarían subregistrados. Tanto los resultados de varones como los de mujeres indicarían una omisión de los registros respecto de la censal de por lo menos el 10 por ciento.

Con el fin de verificar lo detectado con la técnica se consultó el informe referente a las proyecciones de población de Perú.^{6/}

Cuadro 20

PERU: ESTIMACION DE LA OMISION CENSAL CORRESPONDIENTE A
1961 Y 1972 SEGUN SEXO

Año	Omisión censal (por cien)	
	Varones	Mujeres
1961	3.9	1.3
1972	2.9	1.9

La omisión de nacimientos fue estimada en 24.0 por ciento para varones y 24.4 por ciento para mujeres.

Si se comparan las conclusiones obtenidas con la técnica y las que se derivan del Cuadro 20, se puede ver que no se verifica la mayor omisión relativa del segundo censo respecto al primero por lo menos entre los varones.

^{6/} INE-CELADE. Perú. Estimaciones y proyecciones de población. Total del país, 1950-2025. Urbana y rural, 1970-1995. Boletín de Análisis Demográfico N°25. Fascículo F/Per.1, Lima, abril, 1983.

El subregistro de nacimientos respecto a la omisión censal es muy importante pero el identificado por $K(10)$ lo subestimaría.

Dada la magnitud de la omisión de nacimientos es de esperar que algo similar ocurra con la de las defunciones.

Se estimó entonces el subregistro de las muertes que resultó del 59 por ciento. Esto explicaría en parte los valores de $K(10)$ obtenidos para cada sexo y, dado el nivel de mortalidad, podría ser también la causa del comportamiento creciente de las series de $K(a)$.

Cuadro 21

PERU. PERIODO 1961-72. VARONES

Edad a a+4	Población		${}_5r_a$ <u>a/</u>	${}_5\bar{N}_a$ <u>b/</u>	$\bar{N}(a)$ <u>c/</u>	Defun- ciones <u>d/</u>	$\hat{N}(a)$	K(a)
	2.7.61	4.6.72						
0- 4	840203	1107751	0.02544			19164	213224 <u>e/</u>	
5- 9	738830	1022565	0.02988	863078		1166	169773	
10-14	594698	884417	0.03646	727768	159085	658	145128	0.91227
15-19	493977	715127	0.03400	583934	131170	807	120339	0.91743
20-24	420560	571969	0.02828	476254	106019	946	100784	0.95063
25-29	359851	458049	0.02222	405675	88193	902	86613	0.98208
30-34	311544	390364	0.02078	358263	76394	985	76652	1.00337
35-39	260561	355814	0.02866	309747	66801	1005	68152	1.02022
40-44	209046	307210	0.03538	251281	56103	1023	58119	1.03594
45-49	177315	241742	0.02851	202337	45362	1156	47761	1.05288
50-54	142983	195367	0.02871	162916	36525	1184	40339	1.10443
55-59	110092	149321	0.02803	138241	30116	1286	33843	1.12378
60-64	98761	133330	0.02761	98990	23723	1693	28218	1.18949
65-69	59518	88790	0.03675	81068	18006	1672	23000	1.27736
70-74	42164	66383	0.04168			1491	17614	
75y+	62949	83202	0.02567			4065	12957	
Ignorada	2466	13129				1225		
Total	4925518	6784530	0.02945					

Fuente: INE. Censos Nacionales de Población 1961 y 1972 y Boletines y Anuarios Estadísticos y tabulados no publicados.

Ministerio de Salud. Informes Estadísticos de Nacimientos y Defunciones

$$\underline{a/} \quad {}_5r_a = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{{}_5N_a^t}{{}_5N_a^0} \right); \quad t = 10,9233$$

$$\underline{b/} \quad {}_5\bar{N}_a^{t/2} = \left({}_5N_{a-5}^0 * {}_5N_{a+5}^t \right)^{1/2}$$

$$\underline{c/} \quad \bar{N}(a) = \frac{1}{10} * \left({}_5\bar{N}_{a-5} + {}_5\bar{N}_a \right)$$

d/ Medio anuales.

e/ Nacimientos medio anuales. Los correspondientes a cada sexo para 1964-66 y 1969 se estimaron por interpolación lineal.

Cuadro 22

PERU. PERIODO 1961-72. MUJERES

Edad a a+4	Población		${}_5r_a$ a/	${}_5\bar{N}_a$ b/	$\bar{N}(a)$ c/	Defun- ciones d/	$\hat{N}(a)$	K(a)
	2.7.61	4.6.72						
0- 4	831323	1093263	0.02523			17032	202305 _{e/}	
5- 9	727533	1000175	0.02929	831337		1022	162336	
10-14	557497	829093	0.03649	713678	154502	548	139269	0.90141
15-19	479739	698185	0.03451	568733	128241	724	115542	0.90097
20-24	427630	578620	0.02784	476249	104498	878	96567	0.92410
25-29	381419	471501	0.01957	404384	88063	876	83199	0.94477
30-34	308469	381363	0.01958	377840	78222	862	74612	0.95384
35-39	279394	373277	0.02668	303494	68133	1024	66833	0.98092
40-44	211283	297789	0.03157	262642	56614	876	57530	1.01618
45-49	187315	246223	0.02519	202341	46498	905	48318	1.03914
50-54	148883	193251	0.02403	168216	37056	844	41751	1.12670
55-59	115351	150654	0.02460	145209	31342	933	36228	1.15588
60-64	112220	141240	0.02121	106477	25169	1293	31158	1.23798
65-69	70198	98019	0.03072	93224	19970	1356	26797	1.34185
70-74	54941	77233	0.03133			1333	21726	
75y+	85510	108858	0.02226			5371	17342	
Ignorada	2523	14934				1029		
Total	4981228	6753678	0.02802					

Fuente: INE. Censos Nacionales de Población 1961 y 1972 y Boletines y Anuarios Estadísticos y tabulados no publicados.
Ministerio de Salud. Informes Estadísticos de Nacimientos y Defunciones.

$$a/ \quad {}_5r_a = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{{}_5N_a^t}{{}_5N_a^0} \right); \quad t = 10,9233$$

$$b/ \quad {}_5\bar{N}_a^{t/2} = \left({}_5N_{a-5}^0 * {}_5N_{a+5}^t \right)^{1/2}$$

$$c/ \quad \bar{N}(a) = \frac{1}{10} * \left({}_5\bar{N}_{a-5} + {}_5\bar{N}_a \right)$$

d/ Medio anuales.

e/ Nacimientos medio anuales. Los correspondientes a cada sexo para 1964-66 y 1969 se estimaron por interpolación lineal.

GRAFICO 21
PERU.1961-1972. VARONES

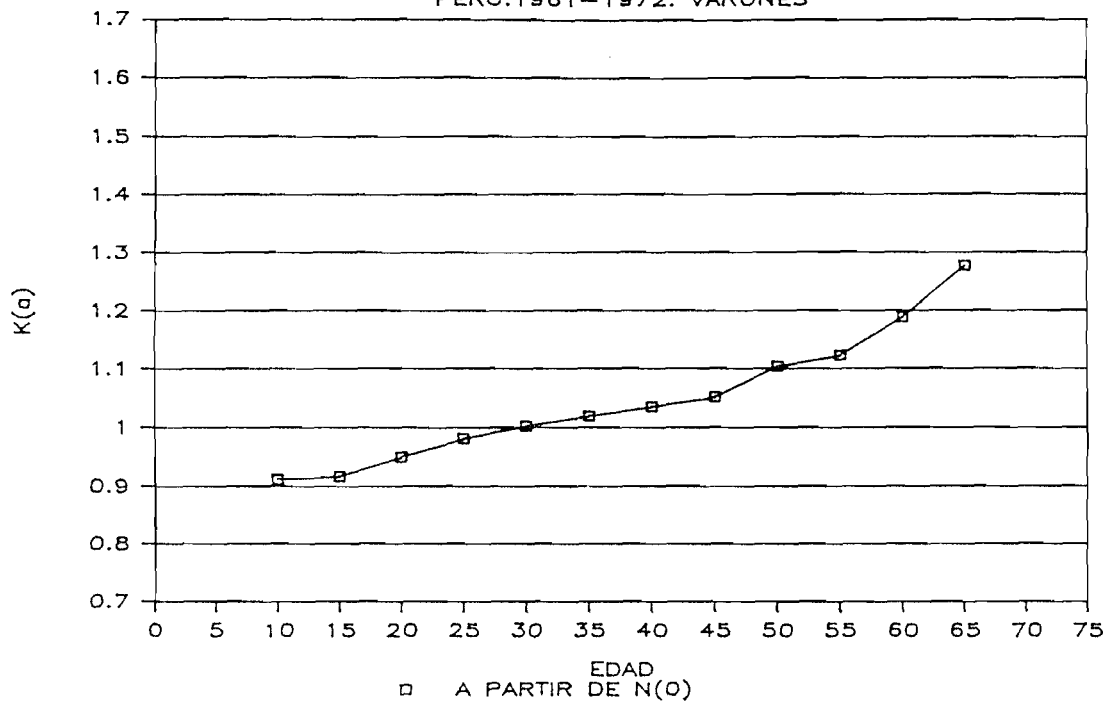
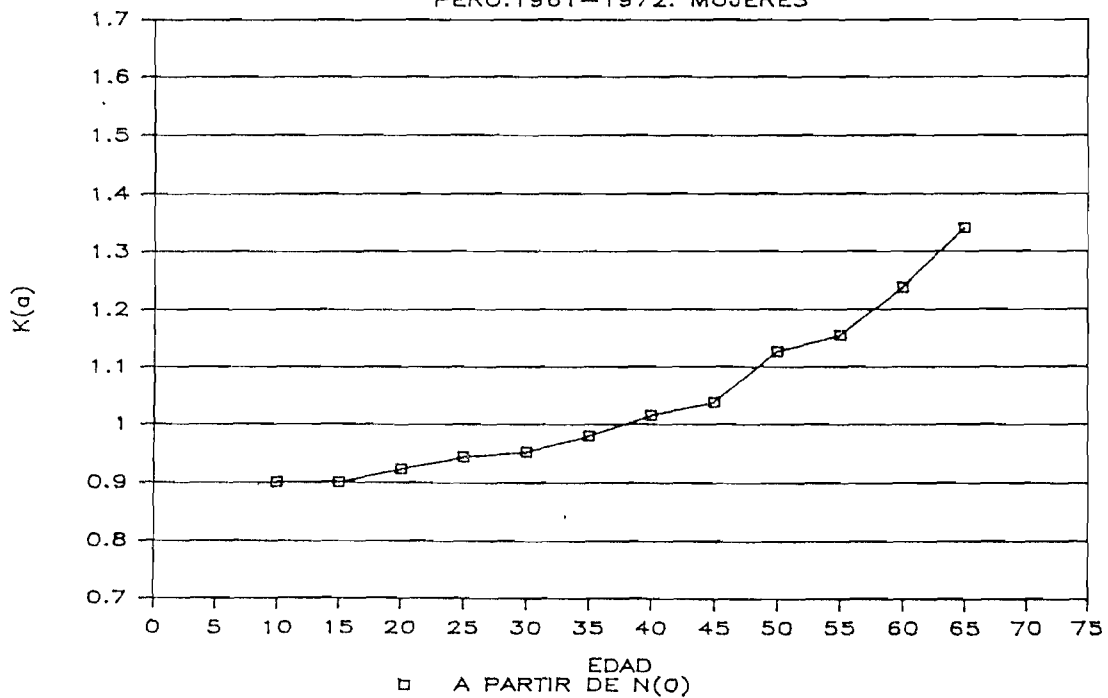


GRAFICO 22
PERU.1961-1972. MUJERES



VENEZUELA 1961-1971

El comportamiento de la serie de K(a) correspondiente a varones, que se puede ver en el Cuadro 24 y el Gráfico 23, indicaría mayor subenumeración relativa en el censo de 1971 que se manifiesta a partir de los 20 años. Se presentan también leves oscilaciones que marcarían problemas de mala declaración de la edad en los censos.

Respecto a las mujeres, los resultados obtenidos se pueden ver en el Cuadro 25 y el Gráfico 24.

El comportamiento de la curva en las primeras edades indicaría inmigración neta de mujeres durante el período. Pero a partir de los 30 años la tendencia manifiesta, como en el caso de los hombres, mayor omisión censal en 1971 que en 1961.

Los valores de K(10) son los esperados ante la presencia de los errores mencionados y la ausencia de omisión en los registros. Comparando las poblaciones estimadas para 1960 y 1970 por sexo que figuran en las proyecciones de población para este país 7/ con las censadas en 1961 y 1971, se verificó que la omisión censal de 1971 resulta significativamente mayor a la de 1961 en el caso de los varones (ver Cuadro 23).

Cuadro 23

VENEZUELA: ESTIMACION DE LA OMISION CENSAL CORRESPONDIENTE A
1961 y 1971 SEGUN SEXO

Año	Omisión censal (por cien)	
	Varones	Mujeres
1961	2.5	1.8
1971	4.7	2.1

7/ OCEI-CELADE. Venezuela. Estimaciones y proyecciones de población 1950-2025. Fascículo F/Ven.1. Santiago de Chile, diciembre, 1983.

Esto podría explicar que en las mujeres se detectara efecto de inmigración que no se identificara en los hombres. Según el informe de las proyecciones citadas, durante el período 1960-1970 habría habido inmigración neta. Las tasas estimadas para 1960-65 y 1965-70 son 0.61 por mil y 0.51 por mil respectivamente.

La omisión de los nacimientos se estimó en 1.4 por ciento para los varones y 0.2 por ciento para las mujeres. De modo que el valor de $K(10)$ de hombres subestimaría el subregistro relativo de los nacimientos en tanto que el correspondiente a mujeres lo sobreestimaría.

Cuadro 24

VENEZUELA. PERIODO 1961-71. VARONES

Edad	Población		${}_5r_a$ a/	${}_5\bar{N}_a$ b/	$\bar{N}(a)$ c/	Defun- ciones d/	$\hat{N}(a)$	K(a)
	a	a+4						
	26.2.61	2.11.71						
0- 4	698314	879166	0.02158			13249	192230e/	
5- 9	591273	825436	0.03126	715468		952	160018	
10-14	458372	733043	0.04399	596430	131190	565	135986	1.03656
15-19	340465	601632	0.05334	463270	105970	716	108632	1.02512
20-24	311678	468221	0.03813	339922	80319	901	82576	1.02809
25-29	283008	339379	0.01702	301962	64188	813	67424	1.05040
30-34	264861	292549	0.00931	276114	57808	817	61145	1.05773
35-39	210638	269387	0.02305	253207	52932	905	57564	1.08750
40-44	174322	242066	0.03076	201529	45474	1062	50444	1.10931
45-49	146042	192813	0.02603	164279	36581	1228	42270	1.15552
50-54	112531	154814	0.02989	130144	29442	1537	35961	1.22141
55-59	84211	115977	0.02999	102679	23282	1715	29543	1.26891
60-64	62356	93690	0.03814	69622	17230	2122	23839	1.38355
65-69	36152	57561	0.04357	50515	12014	1749	17770	1.47917
70-74	21657	40923	0.05962	26893	7741	1609	12723	1.64357
75-79	12601	20005	0.04330	16469	4336	1215	8057	1.85808
80-84	7431	12524	0.04890			999	5328	
85y+	5808	10525	0.05570			1216	3343	
Ignorada	0	0				55		
Total	3821720	5349711	0.03151					

Fuente: Ministerio de Fomento. Dirección General de Estadística y Censos Nacionales. IX y X Censo de Población y Vivienda y Anuario Estadístico Serie 1961-71.

$$a/ \quad {}_5r_a = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{{}_5N_a^t}{{}_5N_a^0} \right); \quad t = 10,674$$

$$b/ \quad {}_5\bar{N}_a^{t/2} = \left({}_5N_{a-5}^0 * {}_5N_{a+5}^t \right)^{1/2}$$

$$c/ \quad \bar{N}(a) = \frac{1}{10} * \left({}_5\bar{N}_{a-5} + {}_5\bar{N}_a \right)$$

d/ Medio anuales.

e/ Nacimientos medio anuales.

Cuadro 25

VENEZUELA. PERIODO 1961-71. MUJERES

Edad a a+4	Población		${}_5r_a$ a/	${}_5\bar{N}_a$ b/	$\bar{N}(a)$ c/	Defun- ciones d/	$\hat{N}(a)$	K(a)
	26.2.61	2.11.71						
0- 4	675782	857083	0.02227			11459	185252e/	
5- 9	572047	808623	0.03243	697992		757	154897	
10-14	443509	720931	0.04551	594748	129274	382	131016	1.01347
15-19	339171	618350	0.05626	468218	106297	473	104009	0.97848
20-24	306733	494304	0.04470	349223	81744	488	78094	0.95534
25-29	267874	359572	0.02758	300856	65008	529	62015	0.95396
30-34	237836	295091	0.02021	268720	56958	593	53533	0.93987
35-39	194534	269569	0.03056	232553	50127	739	47825	0.95406
40-44	157264	227387	0.03454	187733	42029	779	40363	0.96036
45-49	134760	181170	0.02773	153116	34085	866	33246	0.97538
50-54	106242	149077	0.03174	125764	27888	1068	28134	1.00884
55-59	83098	117369	0.03235	101757	22752	1229	23019	1.01175
60-64	69358	97461	0.03187	72368	17413	1770	18448	1.05945
65-69	41570	63024	0.03899	57708	13008	1458	14096	1.08369
70-74	29358	48015	0.04609	32937	9065	1530	10277	1.13375
75-79	18348	26097	0.03301	23925	5686	1303	6798	1.19552
80-84	13301	19497	0.03583	12929	3685	1403	4564	1.23843
85-89	5531	9111	0.04676	8506	2144	885	2533	1.18154
90-94	3203	5440	0.04962			616	1217	
95y+	2760	4640	0.04867			725	405	
Ignorada	0	0				95		
Total	3702279	5371811	0.03487					

Fuente: Ministerio de Fomento. Dirección General de Estadística y Censos Nacionales. IX y X Censo de Población y Vivienda y Anuario Estadístico Serie 1961-71.

$$a/ \quad {}_5r_a = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{{}_5N_a^t}{{}_5N_a^0} \right); \quad t = 10,674$$

$$b/ \quad \frac{{}_5\bar{N}_a^{t/2}}{{}_5N_a} = \left(\frac{{}_5N_a^0}{{}_5N_{a-5}} * \frac{{}_5N_a^t}{{}_5N_{a+5}} \right)^{1/2}$$

$$c/ \quad \bar{N}(a) = \frac{1}{10} * \left(\frac{{}_5\bar{N}_{a-5}}{{}_5N_{a-5}} + \frac{{}_5\bar{N}_a}{{}_5N_a} \right)$$

d/ Medio anuales.

e/ Nacimientos medio anuales.

GRAFICO 23
VENEZUELA.1961-1971. VARONES

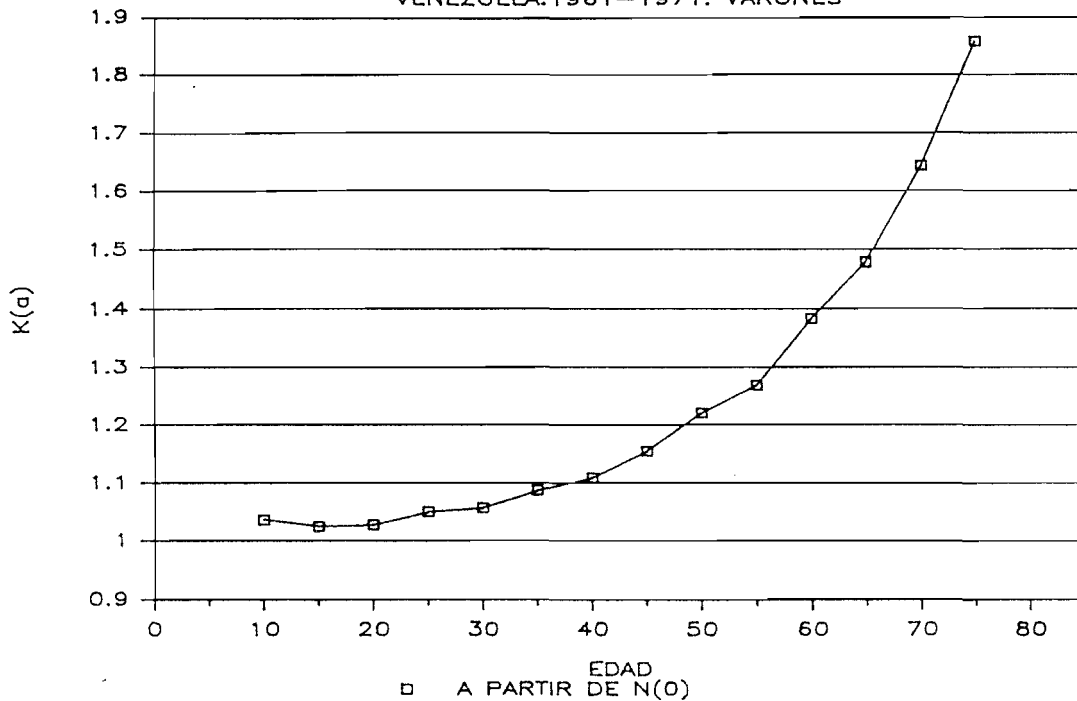
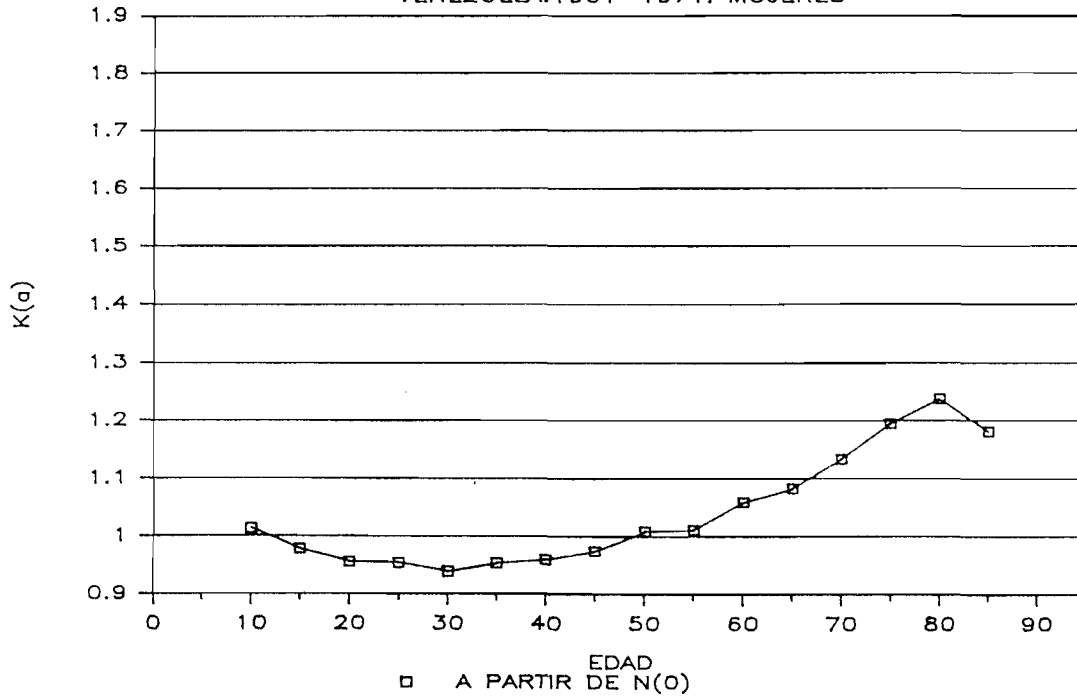


GRAFICO 24
VENEZUELA.1961-1971. MUJERES



CONCLUSIONES

Las aplicaciones con datos controlados han mostrado que los resultados obtenidos con las ecuaciones dependen fuertemente del cumplimiento de los supuestos de población cerrada y de la misma cobertura en ambos censos.

Ante la existencia, tanto de movimientos migratorios durante el período intercensal, como de diferencia en las coberturas censales, las tasas de crecimiento no reflejarían exclusivamente el cambio relativo en el tamaño de las cohortes sucesivas, conduciendo a la sobre o subestimación de la densidad de población a cada edad.

Esta característica podría ser útil para estimar migración intercensal. Sin embargo, en una población real generalmente coexisten ambos efectos. Tal como se observó en las aplicaciones correspondientes a Chile y varones de Argentina, dicha coexistencia conduciría a sobreestimar la migración. Por otro lado, en el caso de los varones de Venezuela se la subestimaría dada la compensación entre ambos efectos. Es por ello que previamente a la estimación de la migración sería necesario corregir la diferencia de las coberturas censales.

Tanto las omisiones diferentes por edad en censos o registros de defunciones, como la mala declaración de la edad en cada uno de ellos, conducen a resultados que dificultan la identificación de otros efectos. Por lo tanto, el conocimiento de la existencia de dichos tipos de errores indica la necesidad de corregirlos antes de continuar con el análisis. Ejemplos de estos tipos de errores se presentaron en México y Perú.

Dado que uno de los errores más frecuentes, relacionado con la mala declaración de la edad, es la tendencia al envejecimiento de la población en los censos y al traslado de las defunciones hacia las edades más avanzadas, podría ser interesante simular este tipo de error.

Finalmente, respecto a la omisión relativa del registro de los nacimientos, se puede concluir que no sería posible estimarla antes de eliminar el resto de efectos que se pudieran presentar. Resultaría sobreestimada ante la presencia de inmigración neta o mejor cobertura del segundo censo respecto al primero, y subestimada en caso de emigración neta o mejor cobertura del primer censo respecto al segundo, resultando aun más afectada la estimación ante la existencia de otros tipos de errores.

A N E X O

Cuadro 1

INFORMACION BASICA PARA LAS APLICACIONES A POBLACION CERRADA

Edad	Población			Defunciones medio anuales <u>a/</u>	
	1970	1975	1980	1970-1975	1970-1980
0- 4	1 212 126	1 351 319	1 565 520	15 169	14 606
5- 9	1 147 229	1 202 623	1 343 144	654	639
10-14	1 107 115	1 144 269	1 199 833	535	525
15-19	1 061 397	1 103 484	1 140 756	908	898
20-24	966 519	1 056 292	1 098 529	1 104	1 095
25-29	865 165	960 604	1 050 292	1 246	1 262
30-34	807 272	858 598	953 784	1 404	1 418
35-39	790 712	799 304	850 545	1 817	1 812
40-44	772 872	780 401	789 185	2 304	2 295
45-49	700 343	759 370	767 009	2 989	3 029
50-54	613 660	683 108	741 198	3 823	3 937
55-59	550 142	591 703	660 305	4 982	4 974
60-64	462 256	520 869	562 988	6 519	6 529
65-69	357 013	424 152	481 226	8 390	8 698
70-74	255 491	310 598	372 949	9 930	10 484
75-79	161 153	202 949	250 367	10 811	11 771
80 y +	113 010	142 817	183 260	21 484	24 143
Total	11 943 475	12 892 460	14 010 888	94 069	98 115

Fuente: Argentina. Proyección de población sin migración. Mujeres. Período 1970-80.

a/ Ver forma de cálculo en Nota 1 de este Anexo.

Las tasas de crecimiento medio anuales de cada grupo de edades se calcularon:

$${}_5r_a = \frac{1}{t} \left({}_5N_a^t / {}_5N_a^0 \right) ; t = 9,9863$$

Nacimientos medio anuales: 1970-75 = 283 870; 1970-80 = 304 856.

Cuadro 2

INFORMACION BASICA PARA LAS APLICACIONES A POBLACION ABIERTA

Edad	Proyección con inmigración				Proyección con emigración			Saldo migratorio neto b/
	1970	Población		Defunciones a/	Población		Defunciones a/	
		1975	1980	1970-80	1975	1980	1970-80	
0- 4	1 212 126	1 383 463	1 635 386	15 000	1 319 175	1 495 654	14 211	16 185
5- 9	1 147 229	1 214 228	1 386 698	647	1 191 018	1 299 589	631	11 605
10-14	1 107 115	1 156 179	1 223 321	532	1 132 359	1 176 345	518	11 910
15-19	1 061 397	1 131 429	1 180 575	919	1 175 539	1 100 938	878	27 945
20-24	966 519	1 089 522	1 159 579	1 125	1 023 062	1 037 479	1 165	33 230
25-29	865 165	982 929	1 105 658	1 291	938 279	994 926	1 232	22 325
30-34	807 272	872 233	989 585	1 442	844 963	917 982	1 395	13 635
35-39	790 712	808 334	873 082	1 833	790 274	828 008	1 791	9 030
40-44	772 872	787 046	804 746	2 314	773 756	773 624	2 276	6 645
45-49	700 343	763 800	777 970	3 047	754 940	750 648	3 011	4 430
50-54	613 660	685 588	748 002	3 953	680 628	734 394	3 921	2 480
55-59	550 142	593 563	664 563	4 989	589 843	656 048	4 958	1 860
60-64	462 256	522 264	566 153	6 546	519 474	559 823	6 511	1 395
65-69	357 013	425 082	483 444	8 717	423 222	479 007	8 678	930
70-74	255 491	311 218	374 386	10 506	309 978	371 511	10 462	620
75 y +	274 163	346 541	435 311	35 992	344 991	431 941	35 836	775
Total	11 943 475	13 073 419	14 408 459	98 853	12 711 501	13 613 317	97 474	165 000

Fuente: Argentina. Proyección de población con migración. Mujeres. Período 1970-1980

a/ Medio anuales. Ver forma de cálculo en Nota 1 de este Anexo.

b/ Corresponde a 5 años. Se tomó con el signo correspondiente según se tratara como Inmigración o Emigración Neta.

Las tasas de crecimiento medio anuales de cada grupo de edades se calcularon:

$$r_a = \frac{1}{t} \left(\frac{N_a^t}{N_a^0} \right) ; \quad t = 9,9863$$

Nacimientos medio anuales 1970-80: con inmigración = 312 118; con emigración = 297 593

NOTA 1

Las defunciones para cada grupo de edades fueron calculadas, para cada quinquenio del período 1970-80, de la siguiente manera:

$$\delta_{x,x+4}^D = {}_5N_x * \left(1 - \frac{{}_5l_{x+5}}{{}_5L_x}\right) \quad y$$
$$\alpha_{x,x+4}^D = {}_5N_{x-5} * \left(\frac{{}_5l_x - {}_5L_x}{{}_5L_{x-5}}\right) \quad \text{para } 0 \leq x \leq 80$$
$$D_{80y+} = N_{75y+} (1 - {}_5P_{75y+}) - \delta_{75,79}^D$$

En las relaciones expuestas, la población se refiere al momento inicial del intervalo, en tanto que la tabla de mortalidad utilizada es la correspondiente al quinquenio.

Las defunciones de los migrantes, en los casos de población abierta, se calcularon de la misma forma, para lo cual, primero se los llevó al inicio del quinquenio.

La mitad de las defunciones obtenidas se sumaron o se restaron a las calculadas para la población no migrante, según se tratara de inmigrantes o emigrantes respectivamente.

Dado que al llevar a los migrantes de 80 años y más al inicio del quinquenio se obtienen los migrantes de 75 años y más, y no es posible conocer ${}_5N_{75}$ correspondiente a éstos, el intervalo abierto final fue, en este caso, 75 años y más. Las defunciones de este grupo se calcularon de la siguiente manera:

$$D_{75y+} = N_{75y+} (1 - {}_5P_{75y+}) + \alpha_{75,79}^D$$

BIBLIOGRAFIA

- BENNETT, Neil G. y Horiuchi Shiro. "Estimación del grado de cabalidad en el registro de las muertes en una población cerrada", 1981. En: Notas de Población, Año XII, N° 35. CELADE, agosto, 1984.
- CONAPO-SPP-CELADE. México. Estimaciones y proyecciones de la población 1950-2000. Fascículo F.Méx.1., Santiago de Chile, octubre, 1982.
- DIRECCION DE ESTADISTICA Y CENSOS. XIII Censo de Población 1960. Chile
- DIRECCION DE ESTADISTICA Y CENSOS. Serie Demografía 1960-67. Chile.
- DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. VIII y IX Censos Generales de Población y Vivienda. 1960 y 1970. México, D.F.
- DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Anuarios Estadísticos de los Estados Unidos Mexicanos. 1960-61 a 1970-71, México D.F.
- DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS NACIONALES. IX y X Censos de Población y Vivienda. Caracas, Venezuela.
- DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS NACIONALES. Anuario Estadístico, Serie 1961-71. Caracas, Venezuela.
- DIRECCION NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Censo Nacional de Población 1960. Argentina.
- DIRECCION NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Hechos demográficos en la República Argentina 1954-60.
- INDEC-CELADE. Estimaciones y proyecciones de población 1950-2025. República Argentina. Buenos Aires, noviembre 1982.
- INDEC. Censo Nacional de Población, Familias y Viviendas 1970. Resultados por muestra. Argentina.
- INDEC. Hechos Demográficos en la República Argentina 1961-65.
- INDEC. Argentina. Defunciones por sexo y edad 1966-67 (Inédito).
- INDEC. Anuario Estadístico de la República Argentina 1979-80.
- INE-CELADE. Perú. Estimaciones y proyecciones de población. Total del país 1950-2025. Urbana y rural 1970-1995. Boletín de Análisis Demográfico N°25. Fascículo F/Per.1. Lima, abril, 1983.
- INE. XIV Censo de Población 1970. Chile.
- INE. Serie Demografía 1968-70. Santiago, Chile.
- INE. Perú. Censos Nacionales de Población 1961 y 1972. Lima, Perú.
- INE. Boletines y Anuarios Estadísticos y tabulados no publicados. Lima, Perú.
- MINISTERIO DE SALUD. Informes Estadísticos de Nacimientos y Defunciones. Lima, Perú.

NACIONES UNIDAS. Demographic Yearbook 1981, 33rd issue. New York, 1983.

OCEI-CELADE. Venezuela. Estimaciones y proyecciones de población 1950-2025, Fascículo F/Ven.1, Santiago de Chile, diciembre, 1983.

PRESTON, Samuel y Coale Ansley. "Estructura por edades, crecimiento, salidas y entradas: Una nueva síntesis", 1982. En: Notas de Población, Año XII, N°35, CELADE, agosto. 1984.

PUJOL, J.M. Chile: Proyecciones de la población por sexo y grupos quinquenales de edad. 1950-2000. Santiago de Chile, CELADE, julio 1976. Serie A, N°140.

S.P.P.-ISUNAM. Defunciones registradas en la República Mexicana 1933-75, México, D.F. 1982.

SECRETARIA DE SALUD PUBLICA. Argentina. Defunciones por sexo y edad, 1968-70 (Inédito).

