

**EFFECTOS DE LA INMIGRACION
EN ALGUNOS MODELOS DE
POBLACIONES TEORICAS**

POR

ALBERTO CATALDI

BECARIO ARGENTINO

1960-1961

SANTIAGO, CHILE

1964

EL CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFIA (CELADE), nacido en virtud de un convenio sobre asistencia técnica regional celebrado entre las Naciones Unidas y el Gobierno de Chile, en 1958, tiene por finalidad:

- a. Organizar cursos sobre técnicas de análisis demográfico, con el fin de preparar estudiantes de países latinoamericanos y fomentar el establecimiento de cursos semejantes en dichos países;
- b. Realizar estudios demográficos aprovechando las fuentes de información existentes o los estudios en el terreno, y
- c. Proveer servicios de consulta sobre problemas demográficos a los gobiernos de los países latinoamericanos o a sus organismos.

Desde su creación, el CELADE ha organizado seis cursos anuales, a los que han asistido alrededor de noventa alumnos procedentes de los diversos países de la América Latina; ha participado en distintos seminarios y conferencias; ha realizado varios cursos sobre demografía en diversas escuelas e institutos de la Universidad de Chile y en otros centros internacionales que funcionan en Santiago; y ha efectuado, en otras, las siguientes encuestas:

1. Encuesta sobre fecundidad y actitudes relativas a la formación de la familia en Santiago de Chile, (con la colaboración de la Escuela de Periodismo de la Universidad de Chile), 1959.
2. Encuesta demográfica experimental de Guanabara, (con la colaboración del Gobierno del Brasil y de la División de Población de las Naciones Unidas), 1961.
3. Encuesta sobre inmigración en la zona del Gran Santiago, (con la colaboración del Instituto de Sociología de la Universidad de Chile), 1962.

EL CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFIA (CELADE), nacido en virtud de un convenio sobre asistencia técnica regional celebrado entre las Naciones Unidas y el Gobierno de Chile, en 1958, tiene por finalidad:

- a. Organizar cursos sobre técnicas de análisis demográfico, con el fin de preparar estudiantes de países latinoamericanos y fomentar el establecimiento de cursos semejantes en dichos países;
- b. Realizar estudios demográficos aprovechando las fuentes de información existentes o los estudios en el terreno, y
- c. Proveer servicios de consulta sobre problemas demográficos a los gobiernos de los países latinoamericanos o a sus organismos.

Desde su creación, el **CELADE** ha organizado seis cursos anuales, a los que han asistido alrededor de noventa alumnos procedentes de los diversos países de la América Latina; ha participado en distintos seminarios y conferencias; ha realizado varios cursos sobre demografía en diversas escuelas e institutos de la Universidad de Chile y en otros centros internacionales que funcionan en Santiago; y ha efectuado, en otras, las siguientes encuestas:

1. Encuesta sobre fecundidad y actitudes relativas a la formación de la familia en Santiago de Chile, (con la colaboración de la Escuela de Periodismo de la Universidad de Chile), 1959.
2. Encuesta demográfica experimental de Guanabara, (con la colaboración del Gobierno del Brasil y de la División de Población de las Naciones Unidas), 1961.
3. Encuesta sobre inmigración en la zona del Gran Santiago, (con la colaboración del Instituto de Sociología de la Universidad de Chile), 1962.

hist.
325-1
C397
c.1.

EFFECTOS DE LA INMIGRACION
EN ALGUNOS MODELOS DE
POBLACIONES TEORICAS

POR

ALBERTO CATALDI

BECARIO ARGENTINO

1960-1961

SANTIAGO, CHILE

1964

I N D I C E

	<u>Página</u>
1. Objetivos	1
2. Definiciones	2
3. Plan de trabajo	4
4. Hipótesis adoptadas en las proyecciones	4
a) Mortalidad	4
b) Natalidad	5
c) Inmigración	6
d) Resumen de las hipótesis adoptadas	7
5. Método de trabajo	7
a) Población de más de 5 años de edad	7
b) Nacimientos y población de 0-4 años de edad ..	8
6. Análisis de los resultados	8
7. Otros análisis	15
a) Medida de la reproducción	16
b) Tasa de natalidad	20
9. Resumen y conclusiones	23

INDICE DE CUADROS

1. Proyección I - Población estable de sexo femenino, con $e_0^0 = 30$ años y tasa bruta de reproducción (R^1) de 3.0	9
2. Proyección II - Población cuasi-estable de sexo femenino, con vida media (e_0^0) que pasa de 30 a 40 años, y tasa bruta de reproducción (R^1) de 3.0	11
3. Proyección III - Población en transición de sexo femenino, con vida media (e_0^0) que pasa de 40 a 55 años y tasa bruta de reproducción (R^1) que varía de 3.0 a 2.0	12

INDICE DE GRAFICOS

1. Tasas demográficas observadas en la proyección	13
2. Estructura por grandes grupos de edad de la población modelo	14
3. Tasas netas de reproducción e índice de reemplazo de Thompson	19
4. Tasas de natalidad calculadas en la proyección	24

1. Objetivos

El objetivo principal del presente trabajo es tratar de determinar en qué medida la estructura y algunas características demográficas pueden ser afectadas por la persistencia de una corriente migratoria positiva en el seno de una población a través de un largo período de tiempo. Es imprescindible hacer hincapié en que las conclusiones a que se ha llegado de ningún modo podrán generalizarse de manera absoluta. Las hipótesis que se han hecho en cuanto a la inmigración y a las características del grupo migrante son extremadamente simples y sólo se justifican por ser éste un primer intento en el estudio del problema.

Es sabido que en algunas regiones la inmigración desempeña un papel preponderante en el crecimiento, la composición y las características de su población, ya que es fácil advertir que el grupo inmigrante tiene características sociales, demográficas y económicas propias, que en cierto modo es de esperar modifiquen la fisonomía de la población receptora, ya sea su incorporación al seno de la nueva sociedad rápida o lenta, constante o variable.

Generalmente, los efectos de una corriente migratoria pasada pueden medirse de manera aceptable por medio de censos, encuestas u otro método estadístico, pero en el caso de proyecciones de población o estimaciones de índices demográficos en zonas pequeñas, alteradas quizás por desplazamientos humanos, se tropieza en la mayoría de las veces con el desconocimiento de la magnitud de las corrientes futuras y del grado en que sus efectos pueden modificar los resultados previstos. El demógrafo podrá hacer hipótesis razonables y justificadas plenamente acerca de la mortalidad y fecundidad, pero enfrentado con el componente migración es muy probable que le sea difícil prever la magnitud de esta otra variable de la ecuación demográfica y, por consiguiente, medir su posible efecto. Cuando las condiciones lo permiten, la solución más aceptada es suponer

que el saldo migratorio futuro será nulo o sin importancia estadística, pero no cabe duda que por práctico y útil que sea ese razonamiento no puede aplicarse en todos los casos en que se busca despejar la incógnita, que en ciertas condiciones puede resultar de magnitud insospechada.

En un trabajo de Hildebrando Araica^{1/} se ha tratado de medir el efecto de la inmigración en poblaciones modelo y los resultados obtenidos muestran aspectos interesantes y dignos de tener en cuenta. Como podrá verse más adelante, la operatoria que se sigue en el presente estudio no difiere de la utilizada por H. Araica. Existen diferencias en las hipótesis adoptadas y en que los modelos no son independientes uno de otro, sino que pretenden reflejar una cadena más o menos lógica de acontecimientos demográficos posibles.

Por las condiciones expuestas anteriormente se ha creído conveniente, a manera de un primer intento en este campo, tratar de determinar cuáles serán los efectos de una inmigración moderada en el seno de una población modelo teórica por un largo período de tiempo.

En síntesis, los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

1. Aislar el efecto resultante de la aplicación de tasas de inmigración moderadas y esencialmente jóvenes, a una población modelo teórica que en 150 años pasa por las tres etapas características de la "revolución demográfica", a saber: "estable", "cuasi-estable" y "en transición".
2. Determinar en qué medida influye el factor inmigración en el crecimiento y la composición de una población.
3. Evaluar el grado de error a que pueden estar expuestos los cálculos de ciertos índices demográficos calculados por métodos indirectos en una población en la que se ignora o se desprecia la corriente migratoria que ha recibido.

2. Definiciones

Conviene precisar lo que deberá entenderse cuando se hable de población "estable", "cuasi-estable" y "en transición".

^{1/} Araica, Hildebrando: Efecto de una inmigración constante mantenida durante 50 años en modelos de poblaciones estables y cuasi-estables, CELADE, documento B.60.2/2.6, inédito, Santiago, Chile, 1960.

En el estudio que Lotka tiene sobre el tema,^{2/} se ha demostrado que una población, cualquiera que sea su estructura por edad inicial, sometida durante un largo período de tiempo a leyes inalterables de mortalidad y fecundidad, asumirá eventualmente una estructura por edad que dependerá solamente del patrón vigente de mortalidad y fecundidad. A poblaciones con estas características se les llama "estables" y de acuerdo a lo demostrado por Lotka en su estudio, conocidas dos características cualesquiera de la población, es posible derivar las demás por medios analíticos. En consecuencia, la principal utilidad de esta teoría reside en el hecho de que estadísticas escasas o fragmentarias acerca de los atributos de una población, pueden ser suficientes para conocer los demás índices demográficos de la misma.

Por su parte, las poblaciones "cuasi-estables" son aquellas en donde se manifiesta una variación de la mortalidad, permaneciendo inalterable la fecundidad. Conviene destacar que es ésta la situación actual de la mayor parte de la población del mundo, especialmente de Africa, América Latina y Asia.

Una de las características más importantes de una población "cuasi-estable" es la de que en cualquier momento puede ser casi similar a una "estable". De esta manera, los sistemas de cálculo que se han elaborado para determinar los índices demográficos de poblaciones "estables" pueden utilizarse en los modelos "cuasi-estables", obteniendo resultados satisfactorios.

Por último, se entenderá por poblaciones "en transición" aquellas en donde se observa un descenso simultáneo de la mortalidad y de la fecundidad. Poblaciones con estas características son pocas, pero los problemas teóricos que puede involucrar su estudio son vastos, de tal manera que se hace necesario su análisis. Es interesante destacar que

^{2/} Lotka, A.J.: Théorie analytique des associations biologiques, Deuxième Partie, Analyse Démographique, Paris, 1939.

aun en estas condiciones demográficas, pueden investigarse algunas características de poblaciones "en transición" en función de las relaciones matemáticas diseñadas para el uso en modelos "estables".

3. Plan de trabajo

Se han efectuado dos proyecciones de población femenina a través de 150 años, divididos en tres etapas perfectamente identificadas y distintas. En ambas proyecciones se parte en el momento cero ($t=0$) de una estructura por edad calculada para una población "estable" con alta mortalidad y fecundidad (por definición, la estructura y las características permanecen invariables a lo largo de los 50 años).

Considérase en seguida una leve modificación en el patrón de mortalidad, manteniendo invariable la fecundidad, lo que significa que entre el momento $t=50$ y el momento $t=100$ la población atraviesa por un período de "cuasi-estabilidad". Finalmente, para los últimos 50 años se supone un descenso más rápido de la mortalidad acompañado de una importante disminución en la fecundidad, pasando la población por una fase de "transición".

Las dos poblaciones proyectadas difieren sólo en que a través de los 150 años considerados, a una de ellas se la ha estimado "corriente", esto es, que su crecimiento se realiza en función únicamente de la mortalidad y de la natalidad. La segunda se ha supuesto "abierta", o sea, que a los efectos de los factores de crecimiento recién expuestos se suma el de la inmigración durante todo ese período.

4. Hipótesis adoptadas en las proyecciones

a) Mortalidad

Se supuso que en el período "estable" la población estaba sujeta a una mortalidad elevada, medida en una esperanza de vida al nacer (e_0^0) de 30 años.

En la fase "cuasi-estable" la mortalidad disminuye en forma leve con una esperanza de vida al nacer que varía de 30 a 40 años. En el período

de "transición" la mortalidad continúa su descenso y la esperanza de vida aumenta, en los últimos 50 años, de 40 a 55 años.

Las relaciones de supervivencia (P_x) utilizadas en las proyecciones se obtuvieron de los modelos de tablas elaborados en el Centro Latinoamericano de Demografía.^{3/}

b) Natalidad

En los primeros cien años de la proyección, o sea, cuando por definición la fecundidad se supuso constante, se considera una tasa bruta de reproducción (R') igual a 3.00; esta tasa corresponde a las tasas de fecundidad por edad que presentaba Chile en 1952 y que, de acuerdo a comparaciones realizadas con las observadas en otras regiones de alta fecundidad, podrían definirse como correspondientes a una fecundidad "no muy precoz y tardía". Esto significa que es relativamente baja la frecuencia de los nacimientos en madres de edades jóvenes (sobre todo menores de 20 años) y por el contrario, se observa una fecundidad de cierta importancia en madres de edades adultas (mayores de 30 años).

En la fase de "transición" se supuso un descenso de la fecundidad bastante importante, haciéndose pasar la tasa bruta de reproducción de 3.00 a 2.00 en el período de 50 años considerados. Esta hipótesis significó calcular las tasas de fecundidad que corresponden a una tasa bruta de 2.00 en $t=150$ en función de la tasa de 3.00 para el comienzo del intervalo. El cálculo citado se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$m'_x = m_x e^{-ux} \quad (1)$$

en donde:

m_x = tasas de fecundidad femenina por grupos de edad.

u = diferencia entre las tasas de incremento en los momentos $t=100$ y $t=150$.

x = edad central del grupo de edad considerado.

3/ Tabah, Léon: Modelos de poblaciones estables, cuasi-estables y en transición demográfica, CELADE, documento D.5/4, inédito, Santiago, Chile, 1960.

Por su parte, el parámetro u se obtiene de:

$${}_t R'_{100} = {}_t R'_{150} + \sum_i \frac{(u)^i}{i!} \psi_i \quad (2)$$

siendo ψ_i el momento de orden i de la función $\frac{m}{R'}$ en el tiempo $t=100$.

Para calcular las tasas de fecundidad por quinquenio entre $t=100$ y $t=150$, se supuso un descenso lineal en la evolución de ellas entre ambos momentos.

c) Inmigración

Se supuso que la población en estudio recibía a través de los 150 años de proyección una corriente inmigratoria relativamente fuerte y constante, de más o menos 5 por ciento. Además, se consideró que desde el momento de su incorporación al nuevo grupo, los inmigrantes presentaban las mismas leyes de fecundidad y mortalidad que regían en la población receptora.

Esta última hipótesis simple relativa a las características del grupo inmigrante, si bien puede considerársela poco realista en virtud de estudios sociológicos realizados sobre poblaciones migrantes, se justifica porque, además de su gran valor práctico, se carece de informaciones fidedignas sobre las características diferenciales del grupo migrante. No puede olvidarse, por otra parte, que este trabajo lleva como objetivo implícito el de iniciar estudios en este campo, y no sería atinado realizar un primer intento haciendo intervenir más variables, poco conocidas, en un tema de por sí complejo.

Las tasas de inmigración que se aplicaron al modelo se tomaron de un trabajo basado en la "Encuesta de fecundidad y de actitudes relativas a la formación de la familia, en Santiago, Chile", realizada en noviembre de 1959.^{4/} Esas tasas se modificaron en parte ya que los valores observados en la encuesta citada eran bastante altos y podrían eventualmente exagerar los efectos finales de la inmigración. Por esta razón, para los fines de este trabajo, se consideró la mitad de las tasas observadas en la población femenina objeto de esta encuesta.

^{4/} Nieto Terán, Bolívar: Determinación de tasas de inmigración femenina por grupos de edad para la ciudad de Santiago, período 1910-59, CELADE, documento B.60.2/5.3, Santiago, Chile, 1960.

d) Resumen de las hipótesis adoptadas

A continuación se reseñan en forma esquemática las hipótesis implícitas en cada una de las proyecciones.

Período	Tiempo (t)	Tasa bruta de reproducción (R')	Vida media (e_0^0)	Inmigración
"Estable"	0- 5	3	30	} Mitad de las tasas de inmigración observadas en la Encuesta de Fecundidad de Santiago
	45- 50	3	30	
"Cuasi-estable"	50- 55		30	
	95-100	3	40	
"Transición"	100-105	3	40	
	145-150	2	55	

5. Método de trabajo

La operatoria seguida en las proyecciones no difiere sino en detalles del método corriente de "componentes".^{5/} Sin embargo, se señalarán de manera esquemática los pasos seguidos en la proyección de la población "abierta", toda vez que lo demás del método es igual en ambos casos.

a) Población de más de 5 años de edad

1. Partiendo en $t=0$ de la estructura por edad de la población femenina inicial correspondiente a una $e_0^0 = 30$ años, extraída del trabajo del profesor Tabah,^{6/} se calcularon los sobrevivientes en $t=5$ aplicando a los efectivos de cada grupo de edad las relaciones de supervivencia (P_x) correspondientes obtenidas del mismo trabajo.

2. A la población sobreviviente en $t=5$ se le aplicaron las tasas específicas de inmigración, obteniendo los inmigrantes en cada grupo de edad en el momento $t=5$. Por consiguiente, se supone que la inmigración se produce en su totalidad al final del período quinquenal. De esta manera

^{5/} Naciones Unidas: Métodos para preparar proyecciones de población por sexo y edad, Manual III, Nueva York, 1956.

^{6/} Tabah, Léon: op. cit.

se esté de acuerdo con las tasas empleadas que están calculadas para el término del período, a la vez que se simplifican notablemente los cálculos y el error que puede introducirse no influye significativamente en los resultados finales.

3. A la población sobreviviente en $t=5$ se le suman los inmigrantes calculados para cada grupo de edad y se obtiene la población total de más de 5 años de edad en $t=5$. Sucesivos pasos similares permiten ir proyectando la población hacia los límites fijados.

b) Nacimientos y población de 0-4 años de edad

1. A la población total en $t=0$ y $t=5$ comprendida entre los 15 y los 49 años se le aplican las tasas de fecundidad supuestas, con lo que se obtiene un número anual de nacimientos en $t=0$ y $t=5$.

2. Ese total anual de nacimientos se multiplica por $K=0.4878$, que representa el complemento a la unidad de la razón de masculinidad al nacer, suponiendo que teóricamente nacen 104 hombres por cien mujeres. De esta manera se estima el número hipotético de nacimientos de mujeres.

3. Promediando los dos totales de nacimientos femeninos resulta una media anual del quinquenio.

4. Multiplicando esa media anual por 5 se obtiene el número total de nacimientos femeninos del quinquenio.

5. A los nacimientos calculados para el quinquenio se les aplica la relación de supervivencia (P_b) que les corresponde en los modelos de tablas de vida mencionados, determinándose los sobrevivientes de 0-4 años en $t=5$.

6. Análisis de los resultados

En los cuadros 1, 2 y 3 se resumen los resultados obtenidos; con el fin de facilitar su análisis se han calculado los índices demográficos de mayor interés para el primero y último quinquenio de cada proyección.

Las abreviaturas significan:

- (b) = tasa bruta de natalidad;
- (m) = tasa bruta de mortalidad;
- (r) = tasa anual de incremento natural;

- (r_e) = tasa anual de crecimiento efectivo (vegetativo más migratorio);
 (q_1) = numerador del índice de reemplazo de Thompson;
 (J) = índice de reemplazo de Thompson;
 (R) = tasa neta de reproducción;
 ($N_{x,x+n}$) = estructura por grandes grupos de edad, por 100 000 habitantes; y
 (\bar{X}) = edad media de la población.

Todos estos índices demográficos se calcularon de manera directa, tal cual surgen de las cifras de las proyecciones.

Cuadro 1

PROYECCION I - POBLACION ESTABLE DE SEXO FEMENINO, CON $e^0 = 30$ AÑOS Y TASA BRUTA DE REPRODUCCION (R!) DE 3.0

Características	Población cerrada			Población abierta		
	0-5	45-50	Variación (Porcentajes)	0-5 ^{a/}	45-50	Variación (Porcentajes)
b	44.7	-	-	44.5	46.2	+ 3.8
m	33.4	-	-	32.8	31.7	- 3.4
r	11.3	-	-	11.7	14.5	+ 23.9
r_e	-	-	-	21.8	25.1	+ 15.1
q_1	0.32357	-	-	0.32900	0.33533	+ 1.9
J	1.38	-	-	1.39	1.42	+ 2.2
R	1.39	-	-	1.39	1.39	-
N_{0-14}	39.909	-	-	40.351	42.157	+ 4.5
N_{15-49}	49.061	-	-	48.921	49.966	+ 2.1
N_{50-64}	8.122	-	-	7.901	6.114	- 22.6
$N_{65 \text{ y más}}$	2.908	-	-	2.827	1.763	- 37.6
\bar{X} (años)	24.1	-	-	23.7	22.1	- 6.9

a/ La diferencia observada entre los valores del período 0-5 y las cifras de la población cerrada se debe a que en 0-5 ya comienza a influir la inmigración. De otro modo deberían ser iguales.

Del análisis de las cifras consignadas en el cuadro 1 surge que la inmigración modifica en forma moderada los principales índices demográficos de una población estable sujeta a alta mortalidad y fecundidad. En efecto, tanto la tasa de natalidad como la de mortalidad varían entre el principio y el fin del período entre 3.5 y 4.0 por ciento, lo que no es una alteración sustancial. El efecto más importante de esas variaciones se refleja en la tasa anual de incremento natural (r), que en los 50 años aumenta casi un 25 por ciento.

Es interesante señalar el escaso error que introduce la inmigración en el cálculo de la medida de la reproducción por medio del índice de reemplazo de Thompson (J), lo cual significa que la aproximación que se obtiene por este método es bastante satisfactoria a pesar de la incorporación del grupo migrante.

En cuanto a la estructura por grandes grupos de edad, es importante destacar que el factor inmigración produce un rejuvenecimiento acentuado de la población, tal como se ve en el incremento relativo de los grupos jóvenes y adultos jóvenes, en detrimento de la población de más de 50 años. Corrobora este hecho la observación de la edad media de la población (\bar{X}), que en los 50 años de proyección desciende poco más de año y medio en la población "abierta".

Parece que en la fase "cuasi-estable" el efecto de la inmigración es menor que el resultante de la disminución de la mortalidad, ya que comparando las dos poblaciones no se observan diferencias importantes que puedan atribuirse a la migración. En efecto, tanto la tasa de natalidad como la de mortalidad muestran en ambas poblaciones la misma intensidad en su descenso. La baja de la mortalidad repercute en el crecimiento de la población, tal como se observa en el aumento de la tasa de incremento natural. En el último quinquenio de este período, la tasa de crecimiento efectivo (r_e) alcanza su máximo en los 150 años con un valor próximo a 35 por mil, cifra que de mantenerse constante permitiría a la población duplicar su efectivo total en poco más de 20 años, lo que sin duda es un hecho digno de destacar.

Cuadro 2

PROYECCION II - POBLACION CUASI-ESTABLE DE SEXO FEMENINO, CON VIDA
 MEDIA (e^o) QUE PASA DE 30 A 40 AÑOS, Y TASA BRUTA
 DE REPRODUCCION (R¹) DE 3.0

Características	Población cerrada			Población abierta		
	50-55	95-100	Variación (Porcentajes)	50-55	95-100	Variación (Porcentajes)
b	44.7	43.1	- 3.6	46.3	44.6	- 3.7
n	32.9	23.3	- 29.2	31.7	21.8	- 31.2
r	11.8	19.9	+ 68.6	14.6	22.8	+ 56.2
r _e	-	-	-	25.1	33.7	+ 34.3
q ₁	0.32360	0.34306	+ 6.0	0.33573	0.35800	+ 6.6
J	1.37	1.73	+ 26.5	1.42	1.81	+ 27.5
R	1.39	1.78	+ 28.1	1.39	1.78	+ 28.1
N ₀₋₁₄	39.983	41.176	+ 3.0	42.156	43.618	+ 3.5
N ₁₅₋₄₉	49.004	47.467	- 3.1	49.939	48.318	- 3.3
N ₅₀₋₆₄	8.111	8.129	+ 0.2	6.153	6.087	- 1.1
N _{65 y más}	2.902	3.228	+ 11.2	1.752	1.977	+ 12.8
\bar{X} (años)	23.9	23.8	- 0.6	22.1	21.8	- 1.4

También en este período, la medida de la reproducción femenina neta mediante el índice de reemplazo de Thompson permite obtener bastante más que un orden de magnitud del fenómeno, ya que la diferencia entre J y R es insignificante.

La estructura por grandes grupos de edad de la población en ambas proyecciones muestra parecidos cambios relativos, persistiendo el efecto rejuvenecedor ocasionado por la baja de la mortalidad (principalmente infantil) y la adición del grupo inmigrante, que es esencialmente joven y, por lo tanto, también en edad reproductiva. El grupo menos afectado es el de 50 a 64 años.

La edad media (\bar{X}) continúa en descenso, pero lo hace con menor intensidad que en la época "estable".

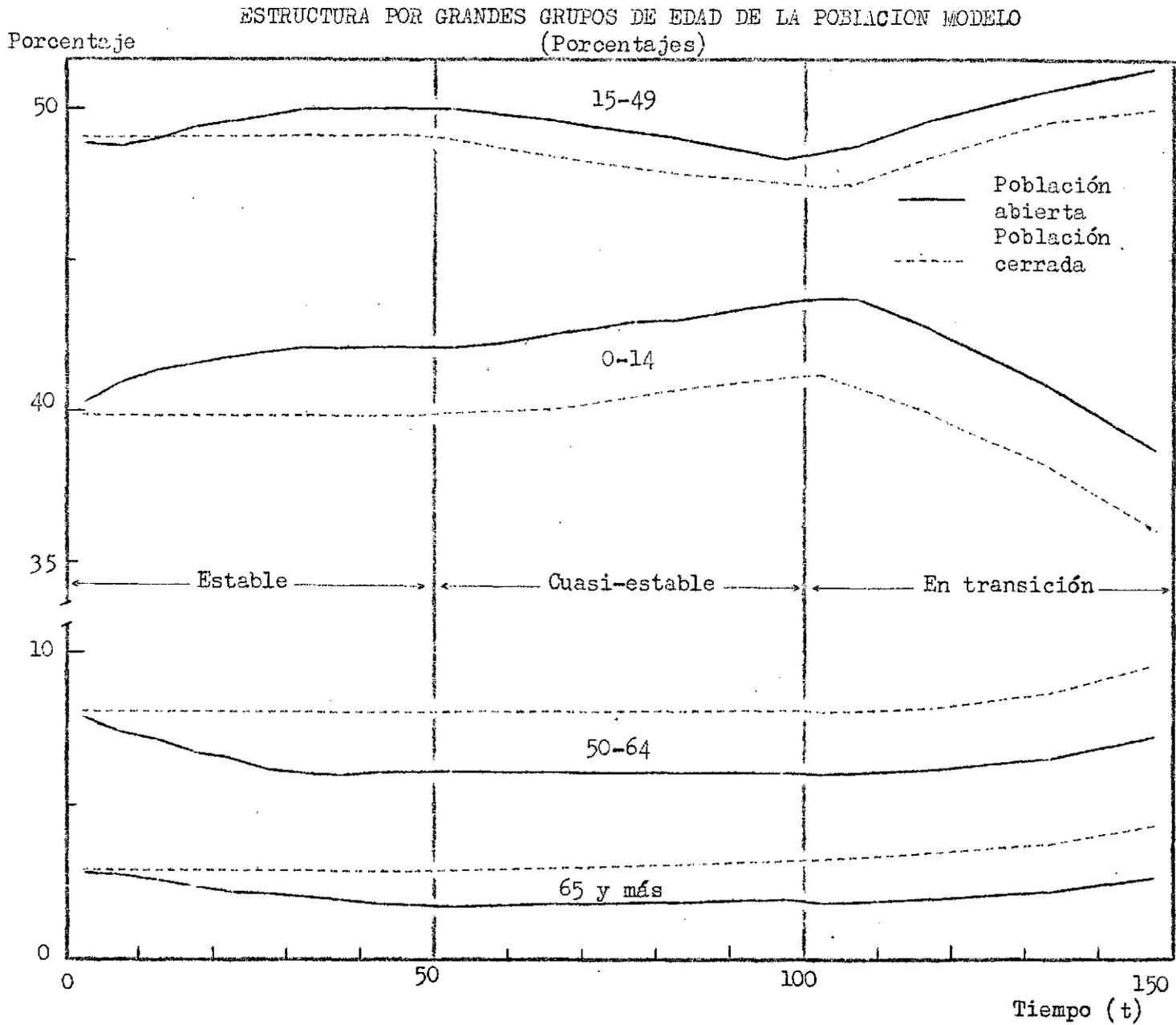
Cuadro 3

PROYECCION III - POBLACION EN TRANSICION DE SEXO FEMENINO, CON VIDA MEDIA (e_0^o) QUE PASA DE 40 A 55 AÑOS Y TASA BRUTA DE REPRODUCCION (R') QUE VARIA DE 3.0 A 2.0

Características	Población cerrada			Población abierta		
	100-105	145-150	Variación (Porcentajes)	100-105	145-150	Variación (Porcentajes)
b	42.4	31.3	- 26.2	43.9	32.8	- 25.3
m	23.2	12.6	- 45.7	22.4	11.2	- 50.0
r	19.2	18.6	- 3.1	21.5	21.6	+ 0.5
r_e	-	-	-	32.3	31.9	- 1.2
q_1	0.34350	0.26733	- 22.2	0.3550	0.2795	- 21.3
J	1.73	1.60	- 7.5	1.79	1.68	- 6.1
R	1.72	1.54	- 11.7	1.72	1.54	- 10.5
N_{0-14}	41.251	36.105	- 12.5	43.751	38.773	- 11.4
N_{15-49}	47.395	49.913	+ 5.3	48.567	51.264	+ 5.6
N_{50-64}	8.093	9.605	+ 18.7	6.057	7.296	+ 20.5
$N_{65 \text{ y más}}$	3.261	4.377	+ 34.2	1.825	2.667	+ 46.1
\bar{X} (años)	23.7	26.6	+ 12.2	21.7	23.8	+ 11.0

En esta época se advierte que los importantes cambios en la natalidad y mortalidad que experimenta la población por el hecho de encontrarse "en transición", no determinan modificaciones sustanciales en la tasa de incremento natural de los quinquenios extremos, sea que la población reciba o no aporte migratorio.

Gráfico 2



La tasa de incremento efectivo también comienza a declinar, como reflejo sin duda de todo el proceso encadenado de acontecimientos ocurridos, como la baja de la fecundidad que produjo menos efectivos jóvenes, los que, a su vez, al aplicarles las tasas de inmigración correspondientes, también dieron menos inmigrantes en esos grupos de edad. Lo anterior sugiere que una baja de la fecundidad como la supuesta, produce en la población una alteración más importante que la que podría producir la asimilación de un grupo inmigrante relativamente grande y joven.

Puede observarse, en el último quinquenio, que la inmigración introduce un error más importante que antes en la medida de la reproducción por el índice de reemplazo de Thompson, fruto sin duda de las alteraciones sustanciales que ha sufrido la población en cuanto a natalidad, mortalidad e inmigración.

La distribución de la población por grandes grupos de edad señala claramente un proceso de envejecimiento más importante en la población abierta que en la cerrada y, principalmente, en el sector de más de 50 años. El grupo de 0-14 años por primera vez comienza a disminuir su importancia relativa, como resultado sin duda de la fuerte baja de la fecundidad que contrarresta la ganancia que podría observarse por el descenso de la mortalidad.

Lógicamente la edad media de la población tiende a aumentar, pero se observa que la inmigración frena en parte esa tendencia, ya que la población cerrada presenta un valor que sobrepasa su estado inicial ($t=0$). Por el contrario, la población abierta tiende a presentar una edad media menor, que se aproxima bastante a la que ofrecía la población cerrada en el período estable.

7. Otros análisis

Ha parecido conveniente poner más énfasis en alguno de los resultados recién comentados y, por otra parte, tratar de probar la utilidad o la inutilidad de ciertos métodos analíticos propuestos para la medición de índices demográficos de indudable interés.

a) Medida de la reproducción

En el cuadro siguiente se presentan la tasa neta de reproducción (R) y el índice de reemplazo de Thompson (J), comparados a través de las distintas fases que atraviesa la población.

TASA NETA DE REPRODUCCION (R) E INDICE DE REEMPLAZO DE THOMPSON

Población	P e r í o d o					
	Estable		Cuasi-estable		En transición	
	0-5	45-50	50-55	95-100	100-105	145-150
<u>Cerrada</u>						
J	1.38		1.37	1.73	1.73	1.60
R	1.39		1.39	1.78	1.72	1.54
<u>Abierta</u>						
J	1.39	1.42	1.42	1.81	1.79	1.68
R	1.39	1.39	1.39	1.78	1.72	1.54

Las tasas netas de reproducción (R) que se señalan en el cuadro anterior se obtuvieron de manera directa en función de las tasas específicas de fecundidad utilizadas en la proyección y las probabilidades de supervivencia a la edad x (${}_n p_x$), correspondientes a los niveles de mortalidad supuestos en las distintas etapas.

Por su parte, el índice de reemplazo de Thompson (J) ofrece una estimación de la tasa neta de reproducción femenina en función de datos censales y de una tabla de mortalidad para la época. Por lo expuesto no cabe dudar de la utilidad de este índice en regiones con escasas estadísticas para medir uno de los fenómenos demográficos cuya determinación, a

más de no ser simple, ofrece un dato de gran interés para el análisis de las características demográficas de una población. Por otra parte, el método puede utilizarse cualquiera que sea la etapa del ciclo demográfico que atraviese la población en estudio. Todo lo anterior, unido a la facilidad de su cálculo, hace que este índice adquiera una vital importancia en el campo de la investigación demográfica en países subdesarrollados.

La relación analítica para la determinación del índice es la siguiente:

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{\sum_{x=\alpha_1}^{\alpha_2} C(x)}{\beta_2} \bigg/ \frac{\sum_{x=\beta_1}^{\beta_2} L_x}{\beta_2} = J \hat{=} R \quad (3)$$

en donde:

- q_1 = proporción de mujeres entre los límites de edad α_1 y α_2 en la población.
- q_2 = proporción de mujeres entre los límites de edad β_1 y β_2 en una población modelo.

La elección de los límites de edad requiere el conocimiento de otras variables más elaboradas y cuya determinación no es sencilla. Sin embargo, no se cometerá gran error si se obvia esa situación y se toman como límites los siguientes:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 0 \text{ o } 5 \\ \alpha_2 &= 4 \text{ o } 9 \\ \beta_1 &= 15 \text{ o } 20 \\ \beta_2 &= 49 \text{ o } 54 \end{aligned}$$

El modelo necesario es la población estacionaria de una tabla de vida construida para la época considerada u otra determinada para alguna zona de similares características sanitarias. Puede utilizarse al efecto, determinando previamente el nivel de mortalidad existente, uno de los modelos teóricos elaborados por el Profesor León Tabah.

En la práctica, la elección de los grupos 5-9 y 20-54 tiene sus ventajas por el hecho de que el primer grupo generalmente es mejor enumerado en un levantamiento censal que el grupo 0-4. En el presente trabajo se ha utilizado la razón 0-4 : 15-49 en virtud de que las poblaciones modelo consideradas adolecen de errores de subenumeración como el indicado.

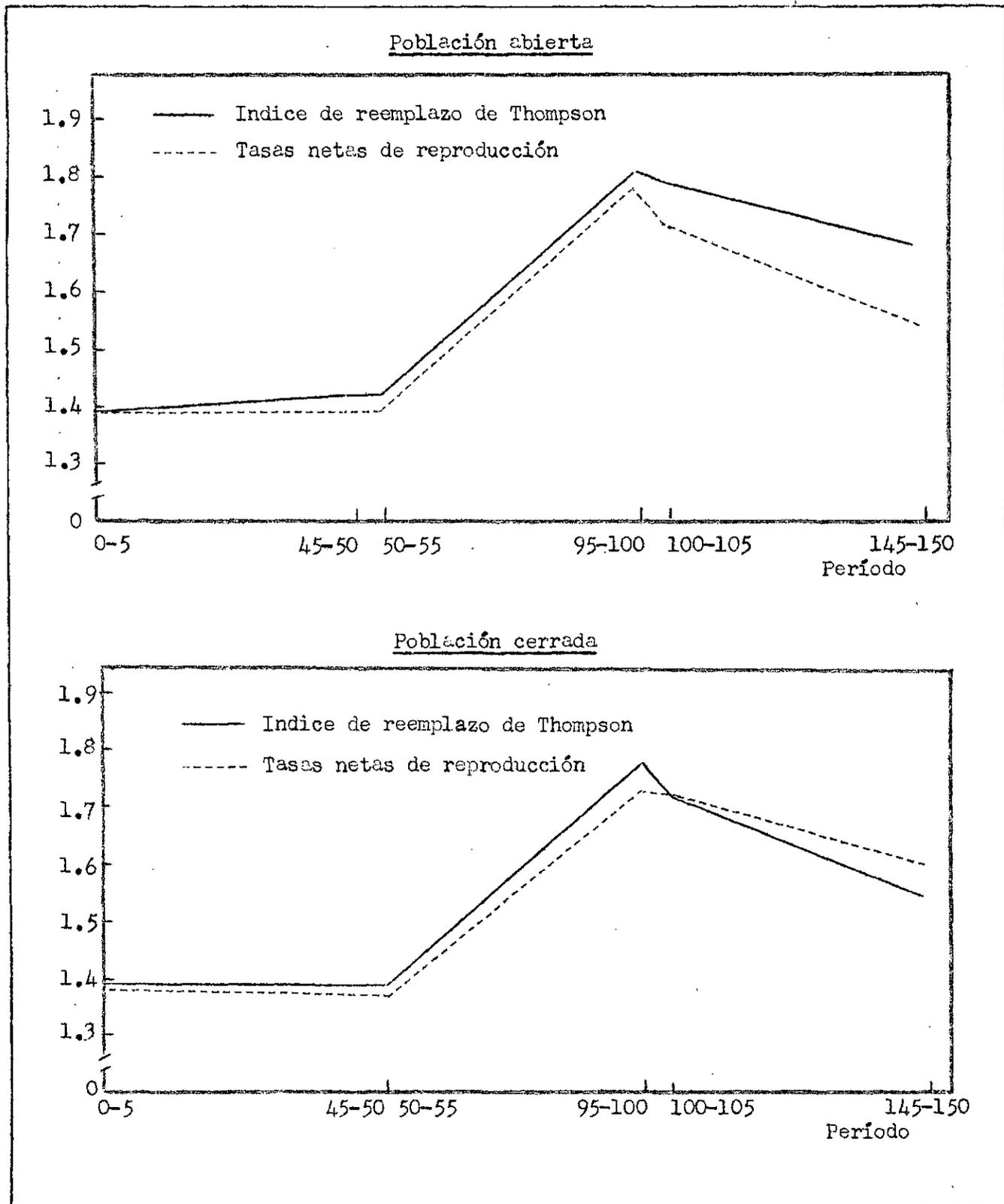
Es útil e importante señalar el grado de aproximación que brinda el índice \underline{J} para la medida de la reproducción femenina neta, tal cual surge de los valores consignados en el cuadro anterior. No cabe duda de que la aproximación es mayor en el caso de una población cerrada que en el de una abierta, aunque el margen de exactitud que ofrece es bastante satisfactorio. De lo anterior puede concluirse que la inmigración no altera fundamentalmente este índice tan práctico y útil en la medida que cabría esperar de acuerdo a lo observado en relación con otros índices demográficos calculados. No debe olvidarse que la corriente inmigratoria que se ha supuesto se agrega en forma constante a la población modelo, está comprendida entre los límites de edad que son justamente los que se utilizan para obtener este índice (las tasas de inmigración utilizadas se refieren a las edades de 0 a 49 años).

La diferencia que se observa entre el valor de \underline{J} y el de \underline{R} es sin duda mayor en la población abierta que en la cerrada, como se ha dicho anteriormente, pero no es menos cierto que en la primera, después de 150 años de proyección, de modificaciones sustanciales en los patrones de mortalidad y fecundidad y de la incorporación del grupo inmigrante, sólo alcanza a diferir de \underline{R} cuando más en un 74 por ciento en el quinquenio 145-150.

En el gráfico 3 se señalan los diversos valores calculados para \underline{J} y \underline{R} en distintos momentos de la proyección. Es interesante recalcar que en la población abierta, la medida de la reproducción en función de \underline{J} produce en toda la proyección el efecto de sobreestimar el verdadero valor de la tasa neta de reproducción. Por el contrario, en la población cerrada, en las fases estable y cuasi-estable, el índice de Thompson subestima el valor de la reproducción neta, mientras que en el período de transición el valor de \underline{J} es superior al de \underline{R} .

Gráfico 3

TASAS NETAS DE REPRODUCCION E INDICE DE REEMPLAZO DE THOMPSON



b) Tasa de natalidad

Se ha estudiado la posibilidad de utilizar los métodos analíticos descritos por Lotka^{7/} para poblaciones estables, en la obtención de este índice demográfico, de tanto interés para cualquier análisis.

Se ha querido demostrar de qué manera pueden utilizarse ciertas relaciones matemáticas en modelos de población que no siempre poseen (como en este caso) las características para las cuales se diseñaron esas relaciones.

Lo anterior tiene importancia práctica, porque de obtenerse resultados satisfactorios con la utilización de estas relaciones y en el supuesto de tener que estudiar una población que ha recibido inmigrantes, podrían utilizarse ciertos métodos indirectos para la determinación de la tasa de natalidad, obviándose así el problema que significa tener en cuenta el factor inmigración.

Para el cálculo de la tasa de natalidad (b) se ha usado la siguiente fórmula:

$$b = \frac{R}{e_0^o} \cdot e^{-\sum \frac{(-\rho)^i}{i!} (k_i - k_i^!)} \quad (4)$$

en donde:

b = tasa intrínseca de natalidad;

R = tasa neta de reproducción;

e₀^o = esperanza de vida al nacer;

ρ = tasa intrínseca de incremento;

k_i = cumulante de orden i de la función $\frac{p_x}{e_0^o}$; y

k_i[!] = cumulante de orden i de la función $\frac{m_x \cdot p_x}{R}$, siendo m_x las tasas de fecundidad por edad de la madre.

^{7/} Lotka, A.: op. cit.

Dado que para la población modelo considerada se ha calculado sólo la tasa de incremento natural (r), se ha usado este valor en lugar de la tasa intrínseca (ρ), en la creencia de que el valor de r es el más comúnmente conocido en la práctica. Los cumulantes k_i se han obtenido de las tablas preparadas por el Profesor Tabah^{8/} y los k'_i se han calculado en función de las tasas específicas de fecundidad que se utilizaron en la proyección y de las probabilidades de supervivencia a la edad x extraídas de las mismas tablas antes mencionadas. Estos cumulantes se calcularon para los quinquenios necesarios, pero si se desconocen las tasas de fecundidad de una zona, aquéllos pueden obtenerse de manera aproximada de otro trabajo del Profesor Tabah^{9/} en el cual se presentan dichos valores según distintos tipos de población.

Las tasas de natalidad se han calculado haciendo uso de la fórmula (4) en función de R y J , dado que puede presentarse el hecho de que no se conozca R y, entonces, se utilice el índice de reemplazo de Thompson J como una aproximación a la reproducción neta.

En el cuadro siguiente se presentan los valores obtenidos para b en la población abierta y cerrada para cada uno de los primeros y últimos quinquenios de cada fase por las cuales se supone que pasa la población.

En una primera aproximación se calcularon las tasas de natalidad en función de la tasa neta de reproducción y del índice de reemplazo de Thompson (b_R y b_J), despreciando los términos del exponente de e que, como son alternativamente negativos y positivos y de escasa magnitud, conducen a una aproximación a veces suficiente, con la ventaja de que se pasa por alto el conocimiento de los cumulantes. Por consiguiente, la fórmula (4) se escribe $b = \frac{R}{e_0}$.

8/ Tabah, L.: op. cit.

9/ Tabah, L.: Uso de poblaciones modelo para la estimación de algunos datos demográficos, CILADE, inédito, Santiago, Chile, 1960.

En una segunda aproximación, las tasas b' y b'' también se calcularon en función de J y R , pero dado que a partir de $i=2$ los cumulantes k_i tienen una magnitud mayor que los k_1^i y, por lo tanto, la diferencia entre ellos no es ostensiblemente distinta a k_1 , puede escribirse la fórmula de manera aproximada:

$$b = \frac{R}{e_0^0} \cdot e^{-\sum \frac{(-\rho)^i}{i!} (k_i - ik_1^i)} \quad (5)$$

En esta forma no es necesario conocer los cumulantes k_i más allá del orden uno, con lo que los cálculos se facilitan en gran medida.

TASAS DE NATALIDAD EN LA POBLACION MODELO^{a/}

Población	Período					
	Estable		Cuasi-estable		En transición	
	0-5	45-50	50-55	95-100	100-105	145-150
<u>Cerrada</u>						
b (observada)	44.7		44.7	43.1	42.4	31.3
b' = f(J)	43.7		42.3	40.6	41.0	32.4
b'' = f(R)	<u>44.0</u>		42.9	41.7	40.7	<u>31.2</u>
b _J = J/e ₀ ⁰	46.0		<u>45.7</u>	<u>43.3</u>	43.3	29.1
b _R = R/e ₀ ⁰	46.3		46.3	44.5	<u>43.0</u>	28.0
<u>Abierta</u>						
b (observada)	44.5	46.2	46.3	44.6	43.9	32.4
b' = f(J)	<u>44.0</u>	44.5	42.5	41.0	41.4	30.9
b'' = f(R)	<u>44.0</u>	43.5	41.6	40.4	39.7	28.9
b _J = J/e ₀ ⁰	46.3	47.3	47.3	45.3	44.8	<u>33.7</u>
b _R = R/e ₀ ⁰	46.3	<u>46.3</u>	<u>46.3</u>	<u>44.5</u>	<u>43.0</u>	30.9

a/ Los valores de b' y b'' están calculados según la fórmula (5). Las tasas subrayadas representan la mejor aproximación a la b observada, esto es, obtenida la construcción.

Puede observarse que en la población cerrada la mejor estimación de \underline{b} en la época estable en función de \underline{R} se obtiene con la fórmula completa (5), lo que es natural, ya que en ese momento se confunden \underline{r} y \underline{p} , y por lo tanto, siendo \underline{R} el valor verdadero de la medida de la reproducción el resultado es lógico. En el último quinquenio de la proyección, también la estimación de \underline{b} por la fórmula completa y en función de \underline{R} ofrece la mejor aproximación de \underline{b} . En los períodos intermedios, se obtienen valores aproximados de \underline{b} por medio de la fórmula que desprecia los términos del exponente de \underline{e} , que en principio tendría que dar los valores más alejados, pero no debe olvidarse que en estos períodos la diferencia que existe en \underline{r} y \underline{p} es capaz de ocasionar perturbaciones importantes en el cálculo de la tasa por el método no abreviado, ya que el exponente de \underline{e} tiene más importancia tomando en consideración a \underline{r} , que resulta mayor que \underline{p} . Es importante señalar el grado de aproximación que arroja el uso de \underline{J} como medida de la natalidad.

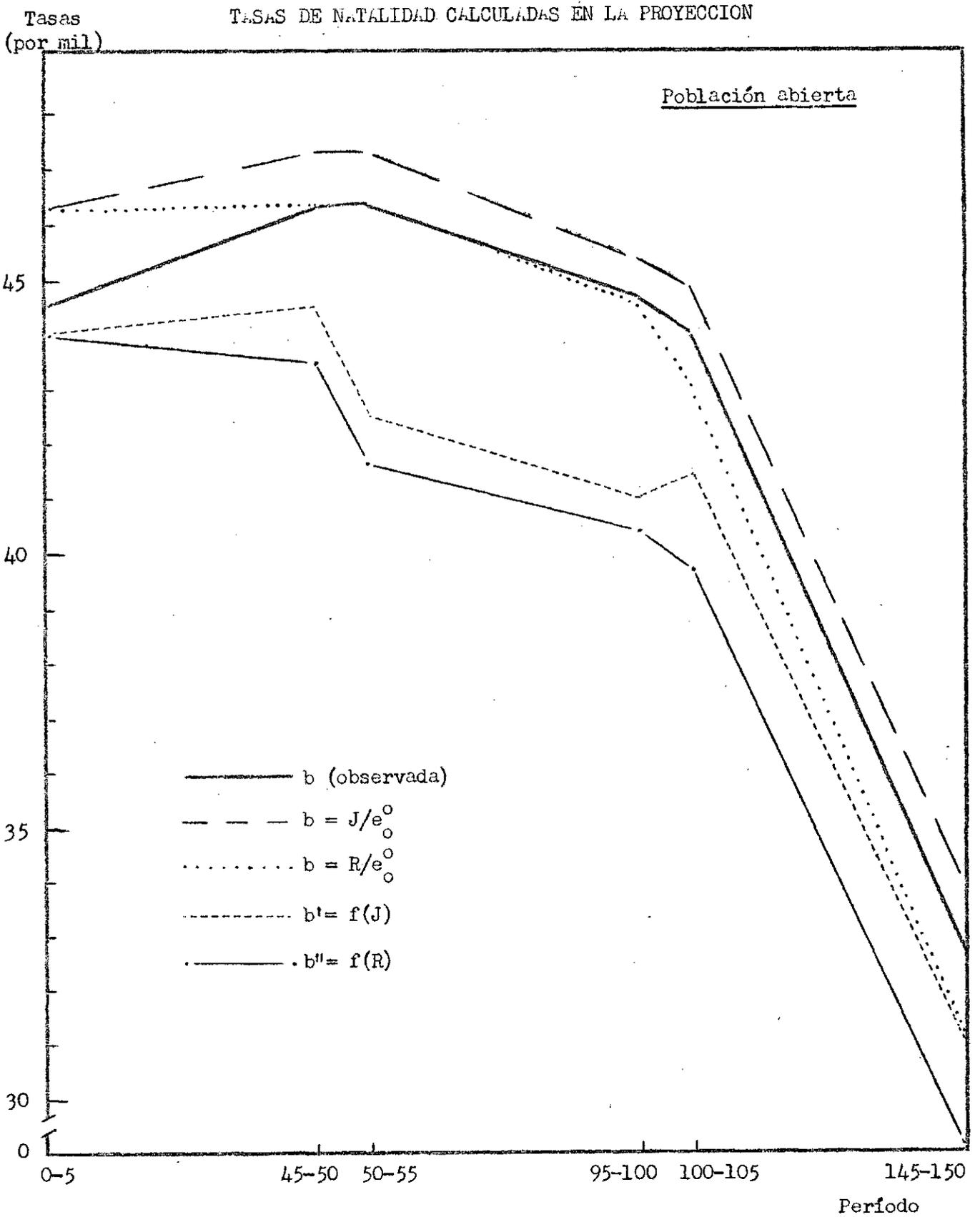
En el caso de la población abierta, cabe destacar que sólo al comienzo de la proyección es conveniente utilizar la fórmula completa (que requiere el conocimiento de los cumulantes). En las demás épocas, la fórmula abreviada en función de \underline{R} produce valores aproximados de \underline{b} y casi otro tanto podría decirse utilizando \underline{J} en la misma fórmula. También vale aquí la observación que se hizo anteriormente acerca de que la diferencia entre las tasas intrínsecas de incremento y la tasa de incremento natural es la causa del error que se comete al utilizar la fórmula completa.

El gráfico 4 muestra las diferentes tasas calculadas comparadas con \underline{b} observada. En él resaltan las diferencias entre las tasas \underline{b}' y \underline{b}'' en casi toda la amplitud de la proyección, mientras que se pone nuevamente de manifiesto la mayor aproximación que se obtiene con \underline{b} y \underline{b}_R , principalmente ésta última.

9. Resumen y conclusiones

Con el objeto de determinar la influencia de una corriente migratoria positiva en el seno de una población modelo sujeta durante un largo tiempo a leyes cambiantes de fecundidad y mortalidad, se efectuaron dos proyecciones de población partiendo en el tiempo 0 de una estructura teórica que corresponde a una población que se supone estable, con tasas de fecundidad y mortalidad altas. En 150 años de proyección, las dos poblaciones se rigen por

Gráfico 4



las mismas leyes de fecundidad y mortalidad y los cambios que se producen en esas leyes ocurren en el mismo momento y con igual intensidad en ambas proyecciones. Las dos poblaciones, difieren sólo en que a una se la considera cerrada y a la otra abierta, esto es, sujeta a la acción de un grupo migrante joven de moderada intensidad.

De esta manera se ha querido aislar el efecto de la inmigración y medir en qué grado ese efecto altera las características demográficas de la población abierta, comparado con la que ha permanecido cerrada. Por otra parte, se quiere determinar la posibilidad de utilizar algunas relaciones analíticas para la obtención de importantes índices demográficos, haciendo abstracción del factor inmigración y de las alteraciones que ese factor puede eventualmente ocasionar en la medición de las características demográficas de la población en estudio.

A la luz de los resultados obtenidos, pueden señalarse las conclusiones siguientes:

1. Tanto las tasas demográficas como la composición por edad acusan el efecto del factor migración solamente en su época estable. A partir de ahí, las diferencias que se observan en ese período entre las dos poblaciones se mantienen casi constantes hasta el final de la proyección, lo cual podría significar que los cambios de la fecundidad y la mortalidad en los períodos posteriores contrarrestan el efecto de la migración.

De lo anterior se desprende que si una población es sometida durante un largo período de tiempo a una corriente inmigratoria de la misma intensidad que la que se ha supuesto y si esa población pasa por las etapas propias de la "revolución demográfica", los efectos de la inmigración se harán sentir fundamentalmente en el período estable. Esto no quiere decir que si la inmigración comienza en el período cuasi-estable, por ejemplo, no sufran alteraciones los índices demográficos y las demás características. Al respecto puede verse el ya citado trabajo de Araica sobre el mismo tema,^{10/} en el cual se analizan los efectos de la inmigración en poblaciones modelo que atraviesan las tres etapas, pero que son independientes una de otra.

^{10/} Araica, H.: op. cit.

2. La inmigración tiende a aumentar la natalidad, como posible consecuencia de la incorporación de mujeres jóvenes en edad fértil, las cuales se rigen, según se supone, por el mismo patrón de fecundidad existente en la población receptora.

Por el contrario, la mortalidad disminuye a lo largo de toda la proyección por efectos sin duda de la asimilación constante del grupo inmigrante joven que refuerza las edades donde el riesgo de muerte es menor.

3. Los efectos combinados de ambos fenómenos demográficos traen aparejado un aumento de la tasa de incremento natural y una disminución acentuada de la edad media de la población.

4. La tasa de crecimiento efectivo (natural más migratorio) alcanza un máximo de 34 por mil en el período 95-100, contra una tasa de incremento natural de 23 por mil en la misma época, lo que representa una diferencia de más de 47.8 por ciento. En el período en transición se advierte una cuasi-estabilización de las tasas de crecimiento, con tendencia suave al descenso, lo que sugiere que de mantenerse las condiciones alcanzadas en $t=150$, posiblemente tiendan a disminuir de ahí en adelante.

5. En cuanto a la estructura por grandes grupos de edad y en correspondencia con lo dicho en el punto 3, se advierte claramente que los grupos de edad 0-14 y 15-49 aumentan más su importancia relativa en la población abierta que en la cerrada y en desmedro de la población de más edad. Se observa sobre todo un importante aumento del grupo 0-14 años.

6. La medida de la reproducción por un método indirecto, como es el índice de Thompson, en poblaciones que han sufrido inmigración, produce aproximaciones satisfactorias, ya que el orden de magnitud obtenido, a pesar de las alteraciones sustanciales en los patrones de mortalidad, fecundidad e inmigración, permite un conocimiento bastante aproximado del fenómeno de la reproducción.

Conviene insistir en esta conclusión por cuanto para calcular este índice se requiere únicamente conocer la composición por edad de la población y una tabla de vida construida para la misma época; además, puede utilizarse cualquiera que sea la etapa que atraviese la población;

por último, su cálculo es sencillo. Así, pues, los resultados obtenidos por medio de este índice son de indudable interés ya que la reproducción generalmente es un hecho demográfico no siempre bien conocido, sobre todo por la carencia de datos para su cálculo.

7. De acuerdo a lo consignado en el cuadro anterior, se hace ver la conveniencia de utilizar una forma abreviada de las fórmulas (4) y (5) para determinar la tasa de natalidad por una relación analítica. La introducción en estas fórmulas de los términos del exponente de e causa alteraciones importantes en los valores calculados de la tasa de natalidad, en razón de la diferencia entre la tasa de incremento natural y la tasa intrínseca de incremento, diferencia que se debe sin duda al factor migración.

De esta suerte, conociendo la medida de la reproducción exacta R o aproximada J y la esperanza de vida al nacer e_0^0 , es posible obtener una tasa bruta de natalidad que no diferirá en mucho del valor real.

8. Sería de particular interés complementar este análisis con otro semejante, pero referido a una población de la cual emigran individuos, para tener de esta manera un panorama más amplio de los efectos que puede provocar la migración en sus dos aspectos y cuyos resultados es posible que pudieran asimilarse a los observados en zonas urbanas (de inmigración) y rurales (de emigración).

