

27 JUN 1967

c. 2

celeste

Distribución interna

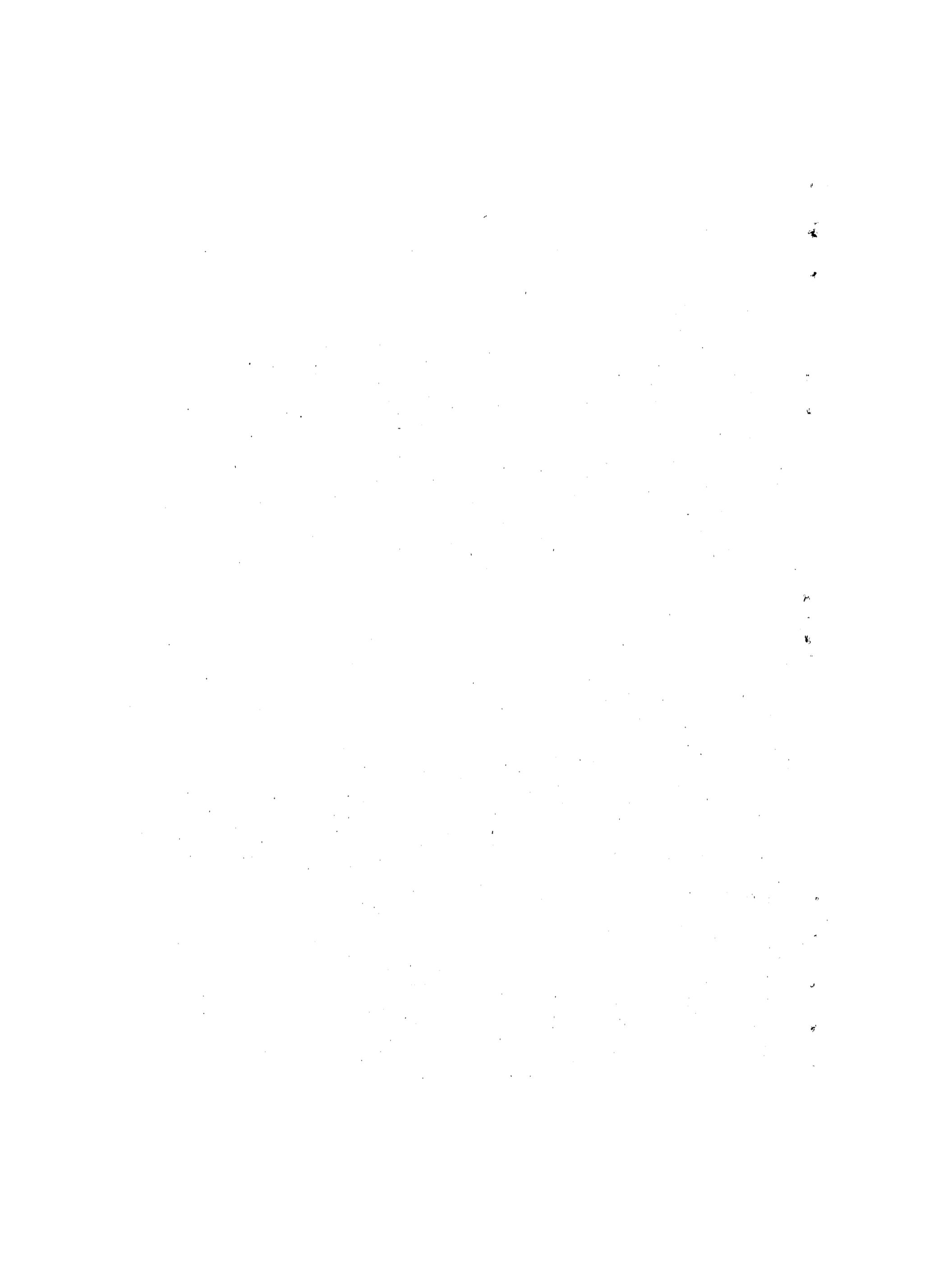
C. Horace Hamilton

CENTRO LATINOAMERICANO
DE DEMOGRAFIA
BIBLIOTECA

CONSIDERACIONES MATEMATICAS Y PRACTICAS
PARA LA FORMULACION Y SELECCION DE
TASAS DE MIGRACION
TRADUCCION DEL ARTICULO "PRACTICAL AND MATHEMATICAL
CONSIDERATIONS IN THE FORMULATION AND SELECTION OF
MIGRATION RATES" APARECIDO EN "DEMOGRAPHY",
VOLUMEN 2, 1965

Serie D, N° 35
MAYO, 1967

135



I N D I C E

	<u>Página</u>
INTRODUCCION	1
ALGUNAS CONSIDERACIONES PRELIMINARES	1
Crecimiento general de la población y cambio de las tasas	2
TIPOS DE DATOS DE MIGRACION Y EL PROBLEMA DE LAS TASAS	7
Consideraciones prácticas	9
FORMULACION Y SELECCION DE LAS TASAS DE MIGRACION...	11
SITUACION I: EL MODELO BASICO	11
SITUACION II: LA MIGRACION NETA POR EL METODO DE LAS ESTADISTICAS VITALES	17
SITUACION III: LA MIGRACION NETA POR EL METODO DE LAS RAZONES DE SUPERVIVENCIA	21
SITUACION IV: DETERMINACION DE LA MIGRACION A PARTIR DE DATOS SOBRE RESIDENCIA ANTERIOR ...	24
RESUMEN Y CONCLUSIONES	26
BIBLIOGRAFIA	31

4
-
6
4
4
7
-
8
-
4
4
8
4

INTRODUCCION

El principal propósito de este trabajo es realizar un resumen de los diferentes tipos de tasas de migración que se encuentran en la literatura demográfica y de las estadísticas vitales, y discutir la fundamentación de las mismas. El esfuerzo se justifica ampliamente, ya que, tanto en la práctica como en la teoría, existen diferentes aproximaciones en las clases de tasas usadas, aun cuando tengan la misma denominación y se utilicen con los mismos propósitos. Se estima necesario, establecer una clara distinción de las condiciones teóricas y prácticas y de los principios comprendidos en la definición, selección y uso de cualquier tipo particular de tasas de migración.

No se espera, ni se pretende, que esta discusión nos lleve a definir un tipo ideal de tasa de migración, ya que sería un ejercicio imposible y fútil, dado que el tipo de tasa requerida depende de las clases de datos sobre migración utilizados, de los objetivos del análisis, de los aspectos prácticos, tales como la conveniencia o facilidad de los cálculos, de las prácticas habituales y de lo que se entiende generalmente que significan las tasas de migración. Por otro lado, se espera, y se pretende, que estas notas nos permitirán deducir varias conclusiones definitivas acerca de los tipos de las tasas de migración aplicables, lógicamente y prácticamente, a situaciones específicas y a diferentes tipos de datos.

ALGUNAS CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Las ideas y argumentaciones de este artículo pueden ser desarrolladas y presentadas en forma más efectiva si se consideran conjuntamente algunos principios y factores, básicos y relevantes, tales como:

- a) Naturaleza, amplitud y propósito del crecimiento de la población y de los cambios de las tasas en general.
- b) Los diferentes tipos de datos sobre migración y los distintos problemas particulares de

medida que esto implica. c) Las consideraciones prácticas comprendidas en la simplicidad de los cálculos, claridad en la presentación y concesiones a la práctica convencional y a las costumbres.

Crecimiento general de la población y cambio de las tasas

La disminución y el aumento de la población, los cambios en sus componentes y los fenómenos vitales de todos tipos (por ejemplo, nacimientos, muertes, matrimonios, movilidad, etc.), pueden expresarse, y usualmente así sucede, en términos de alguna clase de números relativos, como tasas, razones, proporciones, porcentajes, etc. con los cuales se pretende, por lo general, especificar o definir claramente: a) poblaciones, b) áreas geográficas, y c) intervalos de tiempo.

Las principales razones para el uso de números relativos son su utilidad para a) comparar dos o más poblaciones o una misma población entre dos períodos de tiempo, b) medir las relaciones de los cambios de población respecto a otras variables y c) predecir el curso de los cambios de población.

Aunque a los términos tasa, razón y proporción no siempre se les distingue clara y definitivamente, en la práctica, esta confusión de términos puede no tener trascendencia, ya que su uso acostumbrado y el contexto del análisis proporcionan, usualmente, una base para interpretar el significado particular de los términos empleados. Por otro lado, cuando el demógrafo usa un número relativo, determinado en forma particular o para un propósito especial, hace una definición concisa y racional del mismo. En algunas circunstancias y para algunos fines, una tasa bruta o una razón son suficientes; pero otras veces se deberá extremar el cuidado al definir el numerador y el denominador de las tasas, proporciones o razones usadas.

Diversos autores han pretendido definir varios tipos de tasas y razones y establecer distinciones entre éstas. Spiegelman (/10/ , p. 54) por ejemplo, distingue los términos tasa y razón en la siguiente forma: "En estas medidas, el numerador representa el número

de sucesos vitales de una clase especificada y durante un período de tiempo establecido. Si el denominador representa, aproximadamente, el tamaño de la población dentro de la cual el suceso vital ocurrió, el cociente es por lo usual considerado como una tasa estadística. Por otro lado, si el denominador representa el número de sucesos, durante el mismo intervalo de tiempo de algún otro evento vital, el cual puede incluir o no incluir al que está representado por el numerador como una subclase, el cociente se describe usualmente como una razón estadística."

De acuerdo con la definición de Spiegelman, una tasa puede expresarse como

$$R_i = A_i / P_i \quad (1)$$

en la que A_i es igual al número de sucesos vitales que ocurren dentro de un área y durante un intervalo especificado de tiempo; P_i es igual a la población en la que el evento ocurrió; y A_i atañe al mismo universo que P_i .

En general, no hay otras restricciones a esta clase de tasa vital, excepto la de pertenecer al mismo universo. Por ejemplo, el número de sucesos vitales (tal como se definieron), puede realmente exceder a la población y la tasa podría exceder a la unidad. Esto puede suceder cuando:

a) el evento vital puede repetirse, como en el caso de los accidentes, enfermedades, migraciones, etc., y b) si el denominador es una población en un instante dado y si el período de tiempo es lo bastante largo para incluir un número relativamente grande de sucesos vitales.

Un tipo de tasa más restringido se define, por:

$$R_2 = \frac{A_i}{A_i + B_i} = \frac{A_i}{N_i} \quad (2)$$

en la que el numerador representa el número total de eventos acaecidos durante un período de tiempo especificado y el denominador representa el número de eventos sujetos a riesgo de ocurrencia. El denominador es la suma de A_i y del término B_i , el cual, representa el número de eventos que podrían haber ocurrido, pero que no ocurrieron.

Una ilustración clásica de R_2 es la tasa de mortalidad de una tabla de mortalidad q_i , la cual es simplemente la proporción de una población cerrada específica, que muere a lo largo de un intervalo de tiempo. Se entiende por población cerrada, en este caso, aquella población que durante un intervalo de tiempo solo se ve afectada por la mortalidad, y no por otros factores. Este tipo de tasa se aplica también a cualquier otro suceso vital que puede ocurrir sólo una vez, y durante un intervalo dado, a las personas que forman parte de una población cerrada; esto es, una población cuyos cambios se producen sólo en el numerador. Esta situación se presenta en el caso de las emigraciones de una población inicial dada, la cual no está afectada por nacimientos, defunciones o inmigración. Esta clase de tasa podría también usarse en el caso de la emigración neta, en las mismas condiciones, excepto que toda la inmigración bruta se supone que se cancela por una cantidad igual de emigración bruta. En otras palabras, el numerador está incluido, pero no puede exceder al denominador.

Según Spiegelman, una razón estadística vital, no tiene necesariamente la misma clase de sucesos vitales en el denominador como en el numerador. En este sentido, el escribiría

$$R_i = A_i / B_j \quad (3)$$

en la que B_j representa una clase de sucesos vitales, y A_i representa otro tipo de sucesos vitales en la misma población. Un ejemplo es la razón de defunciones fetales.

$$R = \frac{\text{Defunciones fetales}}{\text{Nacidos vivos}} \quad (3a)$$

Otros ejemplos comunes son: la razón entre días de hospitalización y las defunciones; la razón de muertes en vehículos de motor respecto a las millas/hombre de operación de un vehículo de motor, o más aún la razón del número de inmigrantes respecto al número de emigrantes; caso en el cual la inmigración no se considera como un evento de la misma clase que la emigración.

Barclay [1] clasifica las razones vitales en forma similar a Spiegelman, pero añade un cuarto tipo, denominado índices complejos, tal como la tasa neta de reproducción. Barclay también discute las tasas brutas, específicas y tipificadas (ajustadas), pero el objetivo de este artículo no requiere una discusión separada de tales materias en relación con la migración. Los principios de complejidad, especificidad y ajuste, se aplican a las migraciones, así como a otros fenómenos vitales.

El mismo autor (1/ págs. 28-33), trata con alguna amplitud de la tasa anual de crecimiento de la población, que es la que es la que refleja la contribución neta de los nacimientos, defunciones y migraciones. En realidad, esta tasa general de crecimiento corresponde en su forma a la de la ecuación (1); la diferencia estriba en que el numerador es el balance neto de todas las fuentes o causas de los cambios de población. Esto es:

$$R_4 = \frac{P_t - P_o}{P_o} \quad (4)$$

en la que P_o es igual a la población inicial, y P_t es igual a la población final.

Observa Barclay que R_4 puede reducirse a una tasa anual, sea de tipo discreto o continuo, mediante el empleo de logaritmos. Barclay usa \underline{r} para representar cada uno de estos tipos de tasa; pero parece más lógico usar dos símbolos: \underline{i} , para la tasa discreta anual, y \underline{r} , para la tasa continua anual. La fórmula de la tasa discreta es:

$$(1 + i)^t = P_t / P_o \quad (5)$$

y para la continua,

$$e^{rt} = P_t / P_o \quad (6)$$

en la que \underline{t} es igual a la duración del intervalo de tiempo en años; \underline{e} , la base de los logaritmos naturales; \underline{r} , la tasa anual continua de crecimiento, e \underline{i} , la tasa discreta anual de crecimiento.

De las ecuaciones (5) y (6) es evidente que

$$r = \ln(1 + i) = \frac{\ln(P_t / P_o)}{t}; \quad (7)$$

$$i = e^r - 1 \quad (8)$$

Entonces, cuando n se hace suficientemente grande,

$$e^r = 1 + r + \frac{r^2}{2!} + \frac{r^3}{3!} \dots + \frac{r^n}{n!}; \quad (9)$$

$$i = r + \frac{r^2}{2!} + \frac{r^3}{3!} + \dots + \frac{r^n}{n!} \quad (10)$$

Así, i , la tasa de crecimiento discreto, es ligeramente mayor que r , tasa de crecimiento continuo.

La r de la fórmula (7) es también igual a los cambios de población, $P_t - P_o$, divididos por el número de años-hombre vividos por la población residente durante un período de t años. Esto mismo se obtiene integrando la ecuación

$$P_t = P_o e^{rt} \quad (11)$$

En esta integral se supone que tanto r como P_o son constantes, y que t varía de cero a t .

$$Y = \int_0^t (P_t) dt = \frac{(P_t - P_o) t}{\ln (P_t / P_o)} \quad (12)$$

en la que Y es igual al número de años-hombre vividos. Por lo tanto, de las ecuaciones (7) y (12)

$$Y = \frac{P_t - P_o}{r} \quad (13)$$

y

$$r = \frac{P_t - P_o}{Y} \quad (14)$$

Cuando P_t/P_o difiere de la unidad en menos de 0.35, se obtiene un cálculo muy aproximado de los años-hombre vividos (Y) durante un intervalo de t años, con

$$Y \doteq 1/2 (P_o + P_t)t \quad (15)$$

Luego, por lo tanto,

$$rt = \ln(P_t / P_o) \quad (16)$$

y

$$r't = 1/2 (P_t + P_o) \quad (17)$$

o sea, como Ansley Coale ha observado ^{1/}

$$r't = rt - \frac{r^3 t^3}{12} + \frac{r^5 t^5}{60}, \dots \quad (18)$$

La estrecha aproximación de \underline{Y} a $1/2(P_t + P_i)t$, constituye la justificación matemática para utilizar la población a mitad del año o mitad del período como el denominador para la tasa de crecimiento de la población, así como también en las tasas vitales de diferentes clases, incluyendo fecundidad, mortalidad y migración. Aunque ni \underline{i} ni \underline{r} tienen como límite superior la unidad, en múltiples situaciones, el límite de ambas es mucho menor que la unidad, luego ambas pueden usarse convenientemente en el análisis de correlación o análisis de la varianza. Una propiedad útil de \underline{r} es su divisibilidad, simple y directa, por cualquier unidad de tiempo -años, meses, días, minutos y aun segundos-; y, por la misma razón, se puede multiplicar también por cualquier unidad de tiempo. Finalmente, tanto \underline{i} como \underline{r} pueden utilizarse en la predicción; pero sólo si se supone que las tasas de crecimiento son constantes o bien cambian en alguna manera señalada durante el período de la predicción.

TIPOS DE DATOS DE MIGRACION Y EL PROBLEMA DE LAS TASAS

El distinto carácter de la migración, comparándola con la fecundidad y con la mortalidad, ha sido puesto de relieve por Shyrock, Bogue, Siegel, Lee, Price, y otros autores. En este trabajo sólo se resumirán los principales puntos.

En primer lugar, no sólo existen un número diverso de definiciones operacionales de migración, sino que hay diferentes métodos para medir ésta. Generalmente, excepto en una escala de estudios y de encuestas muy detalladas, la migración se define como si ocurriese sólo una vez durante el período de tiempo en estudio. Si una persona vive en un área en un tiempo dado y en otra área en el tiempo subsiguiente, dicha persona se clasifica como migrante -desde un área y hacia otra área-, aun cuando la persona puede haberse movido en muchas ocasiones entre las mismas áreas u otras diferentes durante ese período de tiempo.

^{1/} En correspondencia privada.

En los Estados Unidos, según la definición del Bureau of the Census, migración significa, usualmente, que la población se ha movido al menos de un condado hacia otro. Los demógrafos, sin embargo, pueden y frecuentemente lo hacen, definir la migración en otras formas; por ejemplo los movimientos desde un área económica, estado, región o comunidad hacia otra área económica, estado, región o comunidad.

Aun cuando se defina la migración de una sola forma, diferentes métodos de estimación y medida han influido sobre los tipos de las tasas que pueden ser definidas en forma precisa y computadas fácilmente y convenientemente.

En segundo lugar, dado que los datos sobre emigración e inmigración bruta no se encuentran disponibles, algunas migraciones pueden medirse sólo en términos netos, lo que, sin embargo, no siempre elimina el uso de las mismas clases generales de tasas usadas con otros tipos de datos de migración.

En tercer lugar, durante cualquier período de tiempo, la migración y otros fenómenos vitales no son mutuamente excluyentes. Algunas de las personas que nacen en un área durante un período especificado de tiempo pueden emigrar del área antes de la terminación del intervalo; y, similarmente, algunos inmigrantes pueden morir antes de la terminación del intervalo. Esta sobreposición de las migraciones con los nacimientos y las defunciones, complica el problema de estimar las tasas de todos los componentes. Aunque puede tratarse dicho problema de diferentes maneras, algunos demógrafos prefieren soslayarlo. Por ejemplo, si la atención se centra en el crecimiento natural, los nacimientos y muertes de los migrantes se incluyen simplemente con los nacimientos y muertes de los no migrantes en el numerador de las tasas vitales. Por otro lado, si la atención se centra en la migración, los nacimientos y defunciones de los migrantes se incluyen en el numerador de las tasas de migración. En estos procedimientos no hay error, porque las tasas de migración y las vitales se añadirán a la tasa de crecimiento neto de la población con signos apropiados.

Otra manera de tratar el problema de sobreposición, consiste en computar una tasa de migración sólo para aquellos migrantes que viven durante todo el período. Con frecuencia se ha empleado este procedimiento para calcular las tasas de migración neta por cohortes de edades. En tales casos, el numerador consiste de la emigración neta que vive durante todo el período, y el denominador representa la población que podría haber emigrado y vivido durante todo el período. En el caso de la inmigración neta, el denominador puede consistir de la población del área que está viva al final del período.

El propósito de esta aproximación es obtener un tipo de tasa probabilística cuyos límites estén entre cero y + 1. En estas situaciones, puede suponerse que la población que murió estuvo afecta a las mismas tasas de migración que la población que vivía durante ese período. Este es un supuesto razonable, ya que los datos directos o específicos sobre migración de la población que murió no se encuentran disponibles en los censos y no pueden obtenerse por ningún método de cálculo conocido.

Consideraciones prácticas

Existen al menos tres consideraciones prácticas, cualquiera de las cuales nos conduciría a una modificación o lasitud de las consideraciones rigurosas, lógicas y matemáticas.

1. En primer lugar, si la tasa se va a utilizar sólo para dar a entender una situación general aproximada, puede ser suficientemente exacta una tasa bruta de fácil cálculo. Por ejemplo, si la población media de un área no se conoce, si no se dispone de datos acerca de la población expuesta al riesgo, o si el período de tiempo es muy corto puede utilizar se la tasa basada tanto en la población inicial como en la población final. En relación con esto, es útil recordar que, en muchas situaciones, las tasas calculadas sobre una base pueden fácilmente ser transformadas en otra base. Si el numerador de una tasa representa la simple diferencia entre la población inicial y la final, las tasas calculadas tomando la población inicial, media o final están todas perfectamente correlacionadas unas con otras, aunque no en forma lineal. Esto es,

$$R_i = \frac{2R_m}{2 + R_m} = \frac{R_t}{1 - R_t}, \quad (19)$$

$$R_t = \frac{R_i}{1 + R_i} = \frac{2R_m}{2 - R_m}, \quad (20)$$

y

$$R_m = \frac{2R_i}{2 - R_i} = \frac{2R_t}{2 + R_t}, \quad (21)$$

en las que los subíndices de R identifican las tasas computadas tomando como base la población inicial i , la población media m y la población final t .

De este último punto se deduce simplemente que la selección de un denominador dependerá, casi en su totalidad, de la costumbre y conveniencia de cálculo y del uso que se hará de las tasas en análisis posteriores.

2. Una segunda consideración práctica está relacionada con los límites teóricos de las tasas. Si las tasas se van a utilizar en análisis posteriores, análisis de correlación o de varianza, ellas deberán tener límites manejables, tales como cero y 1. Las tasas que no tienen límites superiores y cuyo campo de variación oscila en cientos, miles o hasta infinito, resultan fastidiosas, difíciles de manejar y de interpretar. Por ejemplo, ¿qué significado puede dársele al "porcentaje de crecimiento de la población", cuando la población inicial es cero y la población final es cualquier número positivo? El mismo problema se presenta en la selección de las tasas de migración.

3. La tercera consideración práctica es de uso convencional. Una vez que un tipo dado de tasa se ha introducido en la literatura, no se puede desechar a la ligera, aun cuando el nuevo concepto de la tasa pueda ser más lógico y posiblemente más significativo y conveniente.

4. La cuarta y última consideración es que la selección de la tasa guarda alguna relación con la exactitud e integridad de los datos originales en los cuales se apoyen las tasas. Si los datos no son muy exactos, no resulta necesario utilizar una tasa rigurosamente lógica y precisa. Por otro lado, algunas tasas ganan precisión a causa de que los errores en el numerador y en el denominador se cancelan, no resultando

justificable la selección de una tasa rigurosamente lógica y precisa. Esta situación ocurre, en cierto grado, en el caso de las tasas de migración neta computadas por el método de tasas de sobrevivencia censales [5]

FORMULACION Y SELECCION DE TASAS DE MIGRACION

La aplicación de las ideas y principios revisados en los párrafos anteriores nos lleva a formular las tasas de migración que mejor se ajustan a las situaciones modelos que surgen de los tipos de datos utilizados, de las definiciones de migración y de los métodos para determinar las migraciones.

SITUACION 1: EL MODELO BASICO

En esta situación se encuentran disponibles todos los datos de la población inicial y final, de los nacimientos y defunciones en el área, y de la migración bruta hacia el área y desde ella; pero hay también datos específicos que muestran la inmigración y emigración entre el crecimiento natural o (lo que es la misma cosa) el crecimiento natural de los migrantes. Evidentemente, las clases de datos supuestos en el modelo son ideales y no se encuentran en los censos generales ni en las estadísticas vitales. Tales datos podrían estar disponibles en un censo que estuviese basado, en un sistema de registro continuo diseñado para registrar los nacimientos, defunciones y migración cuando estos hechos ocurriesen.

Si se dispusiese de tales datos, los cambios de la población total de un área durante un período limitado de tiempo, podrían desglosarse en los siguientes componentes independientes y aditivos, algunos representando adiciones y otros sustracciones.

Nacimientos:

B_x = Los nacimientos ocurridos en el área de las personas que aun viven en ella al final del período.

B_{om} = Los nacimientos ocurridos en el área de las personas que emigraron antes del final del período. Es igual a M_{ob} definido más abajo.

B_d = Los nacimientos ocurridos en el área de personas que más tarde murieron en ella. Es igual a L_p , definido más abajo.

Defunciones:

D_x = Las defunciones ocurridas en el área de las personas que vivían en ella al principio del período.

D_{im} = Las defunciones ocurridas en el área de las personas que han emigrado a ésta. Es igual a M_{id} , definido más abajo.

D_b = Las defunciones en el área de las personas nacidas en ella. Es igual a B_d , ya definido.

Inmigrantes:

M_{ix} = Migrantes hacia el área que no murieron después de la migración.

M_{id} = Inmigrantes que murieron después de llegar al área. Es lo mismo que D_{im} definido anteriormente.

M_{io} = Migrantes hacia el área que también dejaron el área.

Emigrantes:

M_{ox} = Migrantes desde el área, excluyendo las personas nacidas en ella.

M_{ob} = Migrantes desde el área nacidos en el área. Es lo mismo que B_{om} ya definido.

M_{oi} = Migrantes desde el área que también habían migrado hacia ella.

En este modelo no es necesario distinguir entre los nacimientos de las mujeres migrantes y no migrantes; ni tampoco considerar como incremento natural ni el número de inmigrantes que nacieron fuera del área ni el número de emigrantes que murieron después de abandonar el área, aunque tales personas se registran separadamente de los componentes

M_{ix} y M_{ox}

El número total de nacimientos en el área es igual a

$$B = B_x + B_{om} + B_d = B_x + M_{ob} + D_b \quad (22)$$

Las muertes:

$$D = D_x + D_{im} + D_b = D_x + M_{id} + B_d \quad (23)$$

y los componentes de la población emigrante:

$$M_i = M_{ix} + M_{id} + M_{io} = M_{ix} + D_{im} + M_{io} \quad (24)$$

$$M_o = M_{ox} + M_{ob} + M_{oi} = M_{ox} + B_{om} + M_{oi} \quad (25)$$

en las que

$$B_d = D_b; \quad B_{om} = M_{ob} \quad \text{y} \quad D_{im} = M_{id}$$

Los componentes del crecimiento natural neto (B-D) y de la migración neta ($M_i - M_o$), que al escribirlos separadamente incluyen un componente duplicado: ($B_{om} - D_{im}$) o ($M_{id} - M_{ob}$), el cual representa el crecimiento natural entre los migrantes o, en otras palabras, la migración neta entre el crecimiento natural. Luego, podemos escribir:

$$B - D = B_x - D_x + B_{om} - D_{im} \quad (26)$$

y

$$M_i - M_o = M_{ix} - M_{ox} + D_{im} - B_{om} \quad (27)$$

En la ecuación anterior se nota que los componentes B_d , D_b , M_{oi} y M_{io} que representan los aumentos o disminuciones durante el período, han desaparecido por cancelación. Resulta, también, interesante notar que el componente del crecimiento natural ($B_{om} - D_{im}$) será de signo opuesto a ($M_{id} - M_{ob}$) en la migración neta y por este hecho $P_t - P_o = B_x - D_x + M_{ix} - M_{ox}$.

En razón del signo característico de B_{om} y D_{im} un incremento en el "crecimiento natural entre los migrantes" se asocia perfectamente con una "disminución en la migración neta entre el crecimiento natural" y viceversa. B_{om} (o M_{ob}) es positivo para el crecimiento natural, pero negativo para la migración neta, y D_{im} (o M_{id}) es negativo para el crecimiento natural, pero positivo para la migración neta. Así aunque $B_{om} - D_{im}$ puede ser un componente importante tanto del crecimiento natural como de la migración neta, esto en nada contribuye al cambio total neto de la población; por lo tanto, podemos escribir:

$$P_t - P_o = B - D + M_i - M_o \quad (28)$$

Con los conocimientos dados anteriormente de los componentes, brutos o netos, de los cambios de la población, se pueden formular diferentes tasas útiles y lógicas. El problema matemático esencial es el de seleccionar los denominadores apropiados para varios numeradores posibles.

Un solo denominador puede utilizarse bien con cada uno de los ocho componentes simples, tomados separadamente, y con los diferentes componentes netos, lo que depende de la tasa particular requerida o necesitada. Si sólo se considera adecuada una tasa bruta o una tasa aproximada (como elemento de juicio), entonces el analista puede usar como denominador a) la población inicial, b) la población final, o c) un promedio de las dos poblaciones. Por otro lado, si se considera que es necesario un denominador matemáticamente refinado, resulta más apropiado el número de años-hombre vividos por la población, o alguna buena aproximación. (Véanse las ecuaciones 12 y 15).

El uso como denominador de los años-hombre vividos supone tasas continuas anuales para cada componente independiente, las cuales suman la tasa total anual de cambio neto.

La aditividad de las diferentes tasas del crecimiento natural y de la migración puede ser mal entendida.

En realidad, como un asunto de práctica, ningún demógrafo o pocos de ellos pretende analizar los cambios de población en términos de todos los componentes independientes del cambio. La práctica más usual es determinar o calcular las tasas de nacimientos y defunciones prescindiendo de las migraciones, y determinar las emigraciones y las inmigraciones independientemente de las tasas de crecimiento natural. Cuando se realiza esto, las tasas de crecimiento natural incluyen algunos efectos de la migración y las tasas de migración incluyen algunos efectos del crecimiento natural. Resulta bastante extraño que esta complicación del crecimiento natural y de la migración no destruya el carácter de aditividad del crecimiento natural y de la migración neta; esto es:

$$R = R_b - R_d + R_i - R_o \quad (29)$$

En la que R_p es igual a la tasa de natalidad; R_d , a la tasa de mortalidad; R_i , a la tasa de inmigración; R_o , a la tasa de emigración, y R , es la tasa de cambio de la población total (la que puede ser positiva o negativa).

Tasa de tipo probabilístico

Si uno desea abandonar la conveniencia de tener un solo denominador para todas las tasas de los componentes del cambio, hay diferentes denominadores lógicos alternativos. Por ejemplo, se puede obtener un tipo de tasa probabilística tanto para la emigración como para la inmigración. En el caso de la emigración el numerador representará el número total de emigrantes:

$$M_o = M_{xo} + M_{ob} + M_{oi} \quad (30)$$

Ahora, en una tasa de tipo probabilístico, el denominador debe representar tan aproximadamente como sea posible, el número total de gente, que podría haber emigrado del área o, en otras palabras, los períodos-hombre de exposición. Esto incluirá a toda la población inicial más una parte de todos los nacimientos, menos un porcentaje de todas las defunciones en el área durante el período, más una parte de los inmigrantes. Evidentemente, los nacimientos, defunciones e inmigrantes no estarán expuestos al riesgo de la migración por tanto tiempo como lo estará la población inicial que vive durante todo el período. Si las defunciones, nacimientos e inmigrantes estuviesen distribuidos igualmente durante todo el período, el denominador requerido para la tasa de emigración debería ser aproximadamente

$$P_o + 1/2 (B + M_i - D) \quad (31)$$

Sin embargo, en aquellos casos en que los cambios de población han sido muy grandes una mejor aproximación al denominador lógico sería

$$P_o + \frac{P_o}{P_o + P_t} (B + M_i - D) \quad (32)$$

Así, el uso de $P_o/(P_o + P_t)$ en preferencia de un 1/2, sirve para corregir los posibles desequilibrios en la distribución de los nacimientos, defunciones e inmigrantes hacia la población mayor. La ecuación (32) se deduce simplemente como sigue:

$$P_o + 1/2 \left[\frac{(B + M_i - D)}{(P_o + P_t) 1/2} \right] P_o = P_o + \frac{P_o}{P_o + P_t} (B + M_i - D)$$

En otras palabras, el factor entre paréntesis es la razón de crecimiento debida al crecimiento natural y a la inmigración. Esta tasa se multiplica por la población inicial P_0 , a fin de estimar la cantidad esperada del crecimiento de la población entre la población inicial y la final. Entonces, en el supuesto de que el crecimiento se distribuya normalmente en el intervalo de tiempo, tomamos sólo un medio del crecimiento esperado.

En el caso de la inmigración, se sigue la misma línea general de razonamiento y se utiliza un denominador formado por $P_t - \left[\frac{P_t}{P_0 + P_t} \right] (B - D - M_0)$. En este tipo de denominador se supone que el límite superior de la inmigración queda representado por la población final menos $\frac{P_t}{P_0 + P_t}$ del cambio debido al crecimiento natural y de la emigración. Es decir, la población aproximada o la población expuesta al riesgo de emigrar. Los ajustes comprendidos en $\left[\frac{P_t}{P_0 + P_t} \right] (B - D - M_0)$ representan la parte de períodos-hombre de $(B - D - M_0)$ que no está expuesta al riesgo de inmigrar. P_t , como puede notarse, ya tiene incluido $(B - D - M_0)$ antes de hacer los ajustes; aquí nuevamente se ve la necesidad de sustraer una parte del mismo de P_t .

Para resumir: los tipos de tasas probabilísticas de inmigración y de emigración son:

$$R_{in} = \frac{M_{in}}{P_t - \frac{P_t}{P_0 + P_t} (B - D - M_0)} \quad (34)$$

$$R_{out} = \frac{M_{out}}{P_0 + \frac{P_0}{P_0 + P_t} (B - D + M_i)} \quad (35)$$

en las que los denominadores representan en forma aproximada la población expuesta al riesgo, y las tasas son tasas período. En este modelo también pueden calcularse tasas probabilísticas de migración neta. Si M_i es mayor que M_0 , la tasa lógica es:

$$R_{in} = \frac{M_i - M_0}{P_t - \frac{P_t}{P_0 + P_t} (B - D)} \quad (36)$$

Pero si M_i es menor que M_0 , será:

$$R_{out} = \frac{M_i - M_0}{P_0 + \frac{P_0}{P_0 + P_t} (B - D)} \quad (37)$$

En la ecuación (36) el denominador incluye toda la población final menos una porción del crecimiento natural; y en la ecuación (37) el denominador incluye toda la población inicial más una porción del crecimiento natural.

En las ecuaciones (34) (35) (36) y (37), en períodos cortos, se puede utilizar un 1/2 en lugar de $P_0/(P_t + P_0)$ y $P_t/(P_t + P_0)$ sin incurrir en un error significativo.

Después de todo, el supuesto de que el crecimiento natural y la migración estén igualmente distribuidas durante todo el período, introduce la posibilidad de un error mayor que el que se encuentra al usar la fracción de 1/2. Sin embargo, el supuesto de que la población esté igualmente distribuida podría evitarse si se usaran las fechas exactas de los nacimientos, defunciones y migraciones al determinar en forma precisa la población expuesta al riesgo de emigrar y de inmigrar. Evidentemente, la mayor parte de los demógrafos encontrarán que no tiene mayor importancia, el pretender medidas tan precisas de los denominadores de las tasas aun cuando se contase con todos estos datos; de cualquier manera es un caso poco usual.

SITUACION II: LA MIGRACION NETA POR EL METODO DE LAS ESTADISTICAS VITALES

En esta situación no se dispone de información directa de los movimientos migratorios brutos. La migración neta puede obtenerse sólo en forma indirecta de la información de la población inicial y final y de los nacimientos y defunciones, información que se supone esté disponible. Excepto para el caso que no exista información sobre las migraciones brutas, la situación II es similar a la del modelo básico. Esto significa que

$$M_i - M_o = (P_t - P_o) - (B - D) \quad (38)$$

Consecuentemente, para esta situación las tasas de migración neta se pueden calcular de la misma forma que en el modelo básico. Una tasa anual de migración neta, utilizando los años-hombre en el denominador, se obtiene de la siguiente manera:

$$R_{net} = \frac{M_{net}}{Y} = \frac{2M_{net}}{t(P_t + P_o)} \quad (39)$$

en donde el valor de Y está dado por las ecuaciones (12) y (15). La R_{net} de la ecuación (39) puede ser positiva o negativa. Es muy notoria la ventaja que significa tener un sólo denominador para la emigración y la inmigración netas, pero el tiempo que demanda su cálculo es mayor que el utilizado cuando se emplean las poblaciones finales e iniciales como denominadores. Si se va a utilizar una aproximación de Y , el problema de cálculo se simplifica considerablemente, pero aun en este caso el tiempo que se emplea es mayor que si se utilizase la población inicial. Las desventajas en el cálculo al usar Y como denominador de las migraciones netas, no podría ser una consideración crucial teniendo en cuenta que se dispone de $P_t - P_0$ y R , la tasa de crecimiento total en el período base. Así, de las ecuaciones (12) y (13)

$$R_{net} = \frac{M_{net} R}{t(P_t - P_0)} \quad (40)$$

ya que

$$Y = t(P_t - P_0)/R$$

Sin embargo, si $P_t = P_0$ y $R_t = 0$, la ecuación (40) no puede utilizarse. En esta situación poco usual, el número de años-hombre puede obtenerse mediante.

$$Y = P_{ot} = P_t t \quad (41)$$

y, también, en este caso la migración neta podría igualar al crecimiento natural, pero con signo contrario. Esta situación explica porqué P_{ot} se considera que sea un denominador más o menos satisfactorio para calcular la tasa de migración neta, en aquellos casos en que el crecimiento natural es positivo y la migración neta es negativa -aunque ellos puedan no estar exactamente balanceados. Una ilustración sobre este punto se encuentra en el cuadro 1. Es muy importante puntualizar que las fórmulas de migración neta (36) y (37), del modelo básico, también se aplican en la Situación II.

Ilustración. El uso de diferentes denominadores se ilustra en el cuadro 1, el cual se basa en un informe reciente del censo de población de los Estados Unidos [12]. Los datos del cuadro 1 representan dos situaciones extremas: Florida, un estado de intensa inmigración y West Virginia, estado de intensa emigración. A continuación se realizan algunos comentarios acerca de la comparación de las cifras el cuadro 1.

Cuadro 1

MIGRACION NETA DE LA POBLACION BLANCA PARA LOS ESTADOS DE FLORIDA Y WEST VIRGINIA, 1950 A 1960, QUE ILUSTRAN EL USO DE VARIOS DENOMINADORES EN EL COMPUTO DE LAS TASAS DE MIGRACION NETA ^{a/}

<u>Componentes de la población</u>	<u>Estado</u>	
	<u>Florida</u>	<u>West Virginia</u>
Población 4/1/50	2 166 051	1 890 292
Nacimientos	+ 654 000	+ 446 000
Defunciones	- 272 000	- 160 000
Crecimiento natural	+ 382 000	+ 286 000
Migración neta	+ 1 516 000	- 406 000
Cambios netos de Población	+ 1 897 830	- 120 149
Población 4/1/60	4 063 881	1 770 133
<u>Población base:</u>	<u>Tasas netas o razones decenales de migración</u>	
1. Población 1950 (P_0)	+ 70.0	- 21.5
2. Población 1960 (P_t)	+ 37.3	- 22.9
3. Población media ($(P_0 + P_t)/2$)	+ 48.7	- 22.2
4. $P_0 + (B - D)/2$...	- 20.0
4a. $P_0 + P_0(B - D)/(P_0 + P_t)$...	- 19.9
5. $P_t - (B - D)/2$	+ 39.1	...
5a. $P_t - P_t(B - D)/(P_0 + P_t)$	+ 39.7	...
6. Décadas-Hombre: $(P_t - P_0) \ln(P_t/P_0)$	+ 50.3	- 22.2
<u>Base de la tasa</u>		
P_t/P_0 (Razón de cambio de la Pob)	1 876	936
$P_n P_t/P_0 = R_t t$	0 629 235	- 0 065 667
Décadas-hombre de vida: Y/t	3 016 529	1 829 566
Media de P_t y P_0	3 076 644	1 830 208
Tasa de crecimiento natural (Base Y/t)	12.6	15.6
Tasa de crecimiento natural (Base P_0)	17.6	15.1

^{a/} Todas las tasas son por 100, y abarcan una década.

Primero, una tasa exponencial que se basa en las décadas-hombre de vida, tiene una serie de comentarios desde el punto de vista matemático. Ella se basa en el supuesto de que la población cambia continuamente a medida que intervienen las fuerzas constantes del crecimiento natural y de la migración. Esta clase de tasa tiene diferentes y útiles propiedades: a) Es divisible en fracciones de cualquier período. Para obtener una tasa anual sólo se necesita dividir la tasa decenal por 10. Por la misma propiedad, la tasa exponencial es multiplicativa. b) La tasa exponencial de la migración neta es también aditiva con la tasa del crecimiento natural a fin de obtener la tasa de cambio en la población total porque como sabemos, la migración neta es simplemente la diferencia entre el crecimiento total y el crecimiento natural. c) Finalmente, la tasa exponencial puede aproximarse al usar la población media de la década como el denominador en vez de las décadas-hombre de vida. Nótese que aun en el caso extremo de Florida, la tasa exponencial de migración neta de 50.3 es sólo 1.6 mayor que la aproximación, la que es de 48.7. En el caso de West Virginia, la tasa exponencial y su aproximación coinciden hasta en las décimas.

Segundo, el uso de la población inicial, como base para las tasas de migración neta y del crecimiento natural, produce resultados distorsionados y generalmente poco satisfactorios, en especial en el caso de Florida, estado con una alta tasa de inmigración. La tasa exponencial de la migración neta es 20 puntos más baja que la tasa basada en P_0 . Sin embargo, en el caso de West Virginia hay algo menos de un punto porcentual de diferencia entre la tasa exponencial y la tasa basada en P_0 , hecho que está estrechamente relacionado a los cambios totales, los que son relativamente pequeños en la población del estado. Como se observó anteriormente el crecimiento natural de la población del estado está justamente un poco más que balanceado por la emigración neta.

Tercero, la tasa de crecimiento natural de Florida, si se basa en P_0 es mayor que la de West Virginia -17.6, comparada con 15.1-, pero la tasa exponencial de crecimiento natural de Florida es menor que la de West Virginia -12.6, comparada con 15.6-.

Esta inversión de las tasas de crecimiento natural revela una debilidad seria en el uso de la población inicial o de la población final para el cálculo de las tasas de la migración y del crecimiento natural.

Cuarto, la tasa de migración neta de tipo probabilístico para Florida, utilizando como base (5a), es sólo 39.7; considerablemente menor que la tasa exponencial de 50.3.

La correspondiente discrepancia para West Virginia, aunque un poco menor, no deja de ser sustancial; 2.3 puntos. Las tasas de tipo probabilístico no difieren mucho de las tasas basadas en la correspondiente población inicial y final: P_t , en el caso de Florida, y P_o , en el de West Virginia.

Quinto, la diferencia que resulta empleando como base (4) y (4a), o (5) y (5a), es tan pequeña al computar la tasa de tipo probabilístico que calcular (4a) y (5a) son refinamientos de poco valor práctico.

Conclusión. Respecto a la Situación II, en su conjunto, se aprecia que la base más apropiada para las tasas de migración neta y la del crecimiento natural es el número de décadas-hombre o bien los años-hombre de vida. Las ventajas matemáticas parecen primar sobre la inconveniencia de los cálculos adicionales.

En relación a la discusión de la Situación II, debería de puntualizarse que las estimaciones de la migración neta por cohorte de edades, hechas por el método de las estadísticas vitales, pueden utilizarse también al computar las tasas de migración neta por las fórmulas utilizadas con las poblaciones totales; -como se presentó anteriormente. Sin embargo, en el caso de las cohortes ya vivas al principio del período, ninguna de las fórmulas incluirían a B, que representa los nacimientos.

SITUACION III: LA MIGRACION NETA POR EL METODO DE LAS RAZONES DE SUPERVIVENCIA

Esta situación está representada por la migración neta por cohortes de edad calculada por uno de los métodos de las razones de supervivencia (7). En esta situación no existe información sobre nacimientos, muertes, emigración e inmigración brutas. Existe, sí, información sobre la población final e inicial, y además, se dispone de ciertas tasas de supervivencia por edad (censos

o tablas de mortalidad). Las clases de razones de supervivencia disponibles son ajenas al problema de la selección y formulación de las tasas.

La migración neta puede estimarse bien por el método "hacia atrás" o por el método /7/"hacia adelante", pero el uso de uno u otro de estos métodos es también ajeno al problema de la formulación de las tasas. La prueba de este punto aparece en la formulación de las tasas basadas en las mismas clases de denominadores discutidos en las situaciones I y II.

El método "hacia adelante" proporciona una estimación de la migración neta que vive al final del período, usualmente, en los Estados Unidos, un período censal de 10 años; esto es

$$M_f = P_t - sP_o \quad (42)$$

En la que s representa la razón de supervivencia. El lado derecho de la ecuación (42) representa simplemente la diferencia entre la población efectiva y la población esperada al final del período censal.

Una tasa exponencial de migración neta puede ser determinada como sigue:

$$R_e = \frac{1}{t} \ln (P_t / sP_o) \quad (43)$$

en la que \ln es el logaritmo natural; R_e es la tasa que, cuando se computa en forma continua por intervalos infinitesimales de tiempo y se aplica a sP_o , dará P_t , para el fin del período. Esta aproximación representa un método de pasar por alto el problema de determinar la migración neta de la población que muere durante el período. Dada la información disponible, la migración neta entre la población que muere durante el período no puede determinarse. El método "hacia atrás" nos proporciona una estimación de la migración neta que vive al principio del período. Dicho método produce una estimación más alta de la migración neta absoluta que la que se obtiene por el método "hacia adelante"; esto es:

$$M_r = P_t / s - P_o = \frac{P_t - sP_o}{s} \quad (44)$$

La tasa exponencial anual en este caso debe lógica y más o menos evidentemente, ser

$$R_e = \frac{1}{t} \ln \frac{P_t/s}{P_o} = \frac{1}{t} \ln P_t/sP_o \quad (45)$$

la que es idéntica a la del método "hacia adelante" de la ecuación (43). Esta es la tasa que cuando se aplica a P_o por unidades infinitesimales de tiempo, producirá P_t/s al final del período.

Siguiendo la línea de razonamiento utilizado en otros casos, una aproximación a la tasa exponencial del período se obtiene al utilizar la población media como denominador. Así

$$R_e \doteq \frac{2M_f}{(sP_o + P_t)t} = \frac{2sM_r}{(sP_o + P_t)t} \quad (46)$$

En la estimación de la migración neta por el método "hacia adelante", (M_f) es igual a la estimada por el método "hacia atrás" (M_r), multiplicada por la razón de supervivencia; esto es $M_f = sM_r$. Ahora, si deseamos o necesitamos tasas de migración neta de tipo probabilístico, éstas pueden computarse de las estimaciones de migración neta hechas por los métodos "hacia adelante" y "hacia atrás". Si la migración neta debería ser negativa, esto es, si $P_t \leq sP_o$, entonces la cantidad de emigración neta puede variar de 0 a sP_o ; y la tasa probabilística debería lógicamente ser

$$R_p = \frac{P_t - sP_o}{sP_o} \quad (48)$$

Puede observarse también que, ya que la migración neta es igual a la diferencia entre la población efectiva y la población final esperada, las tasas computadas sobre una base podrán estar perfectamente, pero no linealmente correlacionadas con tasas basadas sobre bases alternativas, y aquellas tasas computadas en una base pueden transformarse a tasas de base alternativa usando las fórmulas (19), (20) y (21).

La desventaja de usar diferentes fórmulas para la emigración e inmigración netas es evidente; pero, no obstante, esta aproximación no evita la posibilidad de que las tasas puedan remontarse a alturas absurdas, aun hasta el infinito. Las tasas de migración neta tienen límites de 0 y ± 1 , de acuerdo con las ecuaciones (47) y (48).

Como en el caso de la tasa exponencial de migración neta, la selección entre los métodos "hacia atrás" y "hacia adelante" de estimación es ajena al problema de formulación de la tasa. La ecuación (47) está escrita en términos del método de estimación "hacia adelante", pero en términos del método "hacia atrás" ésta sería:

$$R_p = \frac{P_t/s - P_o}{P_o} = \frac{P_t - sP_o}{sP_o} \quad (49)$$

que implica lo evidente: que la emigración neta, estimada por el método "hacia atrás" no puede exceder a P_o . Similarmente, en el caso de la inmigración neta estimada por el método "hacia atrás":

$$R_p = \frac{P_t/s - P_o}{P_t/s} = \frac{P_t - P_o}{P_t} \quad (50)$$

la cual es idéntica a la ecuación (48).

Las fórmulas (42) a la (50) son aplicables a las cohortes por edad que tengan t o más años de edad al final del período. Para cohortes por edad menor de t años al final del período, la población esperada al final del período consiste totalmente de los supervivientes de las personas nacidas en el área, cuyo número puede estimarse con el uso de razones de supervivencia censales o de una tabla de mortalidad. Por otro lado, las fórmulas de las tasas del período para las cohortes de edades jóvenes son idénticas a las de las cohortes de edades más adultas. Las tasas anuales, sin embargo deberían necesariamente basarse en el número efectivo de años vividos por la población a partir de la fecha de nacimiento hasta el final del período. Este cálculo tedioso, sin embargo, no es necesario, porque las tasas de la década o del período son usual y generalmente satisfactorias.

SITUACION IV: DETERMINACION DE LA MIGRACION A PARTIR DE DATOS SOBRE RESIDENCIA ANTERIOR

Esta situación abarca principalmente los datos censales basados sobre el lugar de residencia previa t años antes a la fecha del censo, usualmente de uno a cinco años. Tales datos no incluyen, por supuesto, información sobre mortalidad y de los nacimientos de la población nacidos durante el período abarcado. Sin embargo, los datos pueden usarse y son usados para determinar la emigración e inmigración bruta, y, por lo tanto, la migración

neta. La definición comunmente aceptada de la inmigración y la emigración no incluye en este caso ni a M_{io} y M_{oi} , o M_{id} y M_{ob} , o M_{od} y M_{ib} . M_{od} representa los migrantes que murieron después de abandonar el área, y M_{ib} representa los inmigrantes que nacieron durante el período. En otras palabras, los migrantes, por definición, son las personas que están vivas en ambas fechas y que vivieron en un área en una fecha, y en otra área en otra fecha.

El problema de la formulación de la tasa con los datos de esta situación es fundamentalmente el mismo que en las otras situaciones, pero algo menos complejo. Una tasa exponencial anual de la migración neta es, por ejemplo:

$$R_e = \frac{1}{t} \ln (P_t / sP_o) \approx \frac{2 M_i - M_o}{t (P_t + sP_o)} \quad (51)$$

en la que P_t es igual a la población enumerada en el censo al final del período igual o mayor que t años de edad, y sP_o es igual a la población al principio del período, la que sobrevive hasta el final del período; ésta queda determinada al restar la migración neta de P_t , esto es,

$$sP_o = P_t - (M_i - M_o) \quad (52)$$

Las tasas de tipo exponencial de la inmigración y la emigración brutas deberían basarse en los años-hombre o años-período vividos. Así, las tasas anuales de migración bruta y también las tasas de migración neta se basan en el denominador de años-hombre.

$$R_i = \frac{M_i}{Y} \approx \frac{2M_i}{t(P_t + sP_o)} \quad (53)$$

$$R_o = \frac{M_o}{Y} \approx \frac{2M_o}{t(P_t + sP_o)} \quad (54)$$

y siguiendo la línea de razonamiento de la Situación III, las tasas de tipo probabilístico para la Situación IV, pueden escribirse de la siguiente manera:

$$R_i = M_i / P_t \quad (55)$$

y

$$R_o = M_o / sP_o \quad (56)$$

en las que los denominadores representan en forma aproximada los límites superiores de la inmigración y la emigración brutas. Se observa nuevamente que desde que la migración neta en esta situación es igual a la diferencia entre P_t y sP_o (por definición de sP_o), las tasas de migración neta computada sobre una base podrá correlacionarse, pero no linealmente, con las tasas computadas sobre una base alternativa y que las tasas de migración neta pueden transformarse de una base a otra mediante las fórmulas (19), (20), y (21). Después de considerar todas las ventajas y desventajas de estos diferentes tipos de tasas, parece que la tasa de tipo exponencial o su aproximación que se basa en la simple media de la población P_t y sP_o , debería ser usualmente satisfactoria para los datos de la Situación IV. Incidentalmente, la media requerida de P_t y sP_o puede computarse rápidamente de

$$\text{Media} = P_t - \frac{1}{2} (M_i - M_o) \quad (57)$$

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el análisis de la migración, como en el análisis demográfico general, tanto las consideraciones prácticas como las matemáticas están implicadas en el uso y selección de las tasas de migración. Las consideraciones lógicas y matemáticas son: la relación lógica entre el numerador y el denominador, que sean compatibles con las fórmulas de la tasa del crecimiento natural, adecuadas para su uso en el análisis estadístico, un procedimiento para manejar el factor tiempo y la adaptación a los tipos de datos disponibles sobre migración. Las principales consideraciones prácticas son, que estas fórmulas sean de uso convencional, de comprensión general, y de cálculo simple y fácil.

El uso de la población inicial (P_o), como base para uno o todos los componentes de cambio de la población, incluyendo la migración bruta y neta, es simplemente convencional, popularmente entendible, y fácil de calcular. Por otro lado, tienen algunas inconsistencias lógicas y matemáticas. La población inicial no representa la verdadera población expuesta al riesgo de la migración ni del crecimiento natural. Su uso, en el caso de una fuerte corriente de inmigrantes, es particularmente engañoso y no totalmente satisfactorio en el caso de la emigración.

Similarmente el uso de la población final como base para calcular las tasas de emigración es muy pobre y poco satisfactoria para una tasa de inmigración, porque en ninguno de los casos representa la población expuesta al riesgo de migrar.

A fin de evitar el uso de una base para la emigración y otra base para la inmigración, es considerado de sentido común usar la media de la población inicial y final, ya sea en la emigración, en la inmigración o en la migración neta. Afortunadamente, esto también se aproxima a una base más sólida desde el punto de vista lógico y matemático, porque tiende a representar los años-hombre vividos por la población durante el intervalo de tiempo considerado. El número de años-hombre vivido por la población durante un período de tiempo es

$$\frac{(P_t - P_o)t}{\ln (P_t/P_o)} = Y \quad (12)$$

en que "Y" es una base adecuada para usarse tanto en las tasas de migración anual como de crecimiento natural anual. En la misma forma que el balance de los nacimientos, defunciones, inmigración y emigración es igual a los cambios netos de población durante un período, del mismo modo las tasas de crecimiento y las tasas de migración se añaden a las tasas del cambio general de población. "El crecimiento natural entre los migrantes" es igual a "la migración entre el crecimiento natural," pero con signos contrarios; luego, estos dos componentes del cambio de población se compensan uno a otro. Así, R , la tasa de cambio de la población, es:

$$\frac{P_t - P_o}{Y} = \frac{B}{Y} = -\frac{D}{Y} + \frac{M_i}{Y} - \frac{M_o}{Y} = \ln (P_t/P_o)$$

Otro tipo de tasa válido, lógica y matemáticamente, está basado en la población inicial o bien en la población final ajustadas para todos los otros cambios de población, exceptuando el que está representado en el numerador. Por ejemplo, en el caso de la emigración o inmigración brutas, tenemos

$$R_o = \frac{M_o}{P_o + P_o / (P_o + P_1)} (B - D + M_1) \quad (34)$$

$$R_i = \frac{M_i}{P_t - P_t / (P_o + P_t) (B - D - M_o)} \quad (35)$$

y para la inmigración y la emigración netas:

$$R_o = \frac{M_i - M_o}{P_o + P_o / (P_o + P_t) (B - D)} \quad (36)$$

$$R_i = \frac{M_i - M_o}{P_t - P_t / (P_o + P_t) (B - D)} \quad (37)$$

Las ventajas de las fórmulas (34), (35), (36) y (37) es que los denominadores establecen límites superiores prácticos a los numeradores; y por lo tanto, las tasas pueden variar de 0 a 1; una importante propiedad de las tasas de tipo probabilístico. La desventaja de estas fórmulas es que se usan dos bases; una para la emigración y otra para la inmigración. Incidentalmente, estas fórmulas son aplicables cuando se dispone de toda la información sobre inmigración y emigración tanto para la población total como para la cohorte por edades; pero las fórmulas (36) y (37) se aplican particularmente a las estimaciones hechas de la migración neta por el método de las estadísticas vitales.

En el caso de la estimación de la migración neta por el método de las tasas de supervivencia, las siguientes fórmulas nos proporcionan tasas anuales útiles y válidas matemáticamente:

$$R_e = \frac{\ln (P_t / sP_o)}{t} \quad (43) \text{ y } (45)$$

o aproximadamente

$$R_e = \frac{2M_f}{(sP_o + P_t)t} \quad (46)$$

En el caso de la emigración neta una tasa de tipo probable es

$$R_o = \frac{P_t - sP_o}{sP_o} \quad (47)$$

y en el caso de la inmigración neta

$$R_i = \frac{P_t - sP_o}{P_t} \quad (48)$$

En las ecuaciones (47) y (48) los numeradores representan solo migrantes que viven todo el período; consecuentemente, no son necesarios ajustes en el denominador por el crecimiento natural. Incidentalmente, las fórmulas (43), (46), (47) y (48) proporcionan, exactamente las mismas tasas para estimar la migración mediante los métodos "hacia adelante", "hacia atrás" o del promedio.

En el caso en que los datos de migración se basen en la información sobre el lugar de residencia previa, las siguientes fórmulas son válidas tanto lógicamente como matemáticamente

$$R_e = \frac{1}{t} \ln (P_t / sP_o) \approx \frac{2(M_i - M_o)}{t(P_t + sP_o)} \quad (51)$$

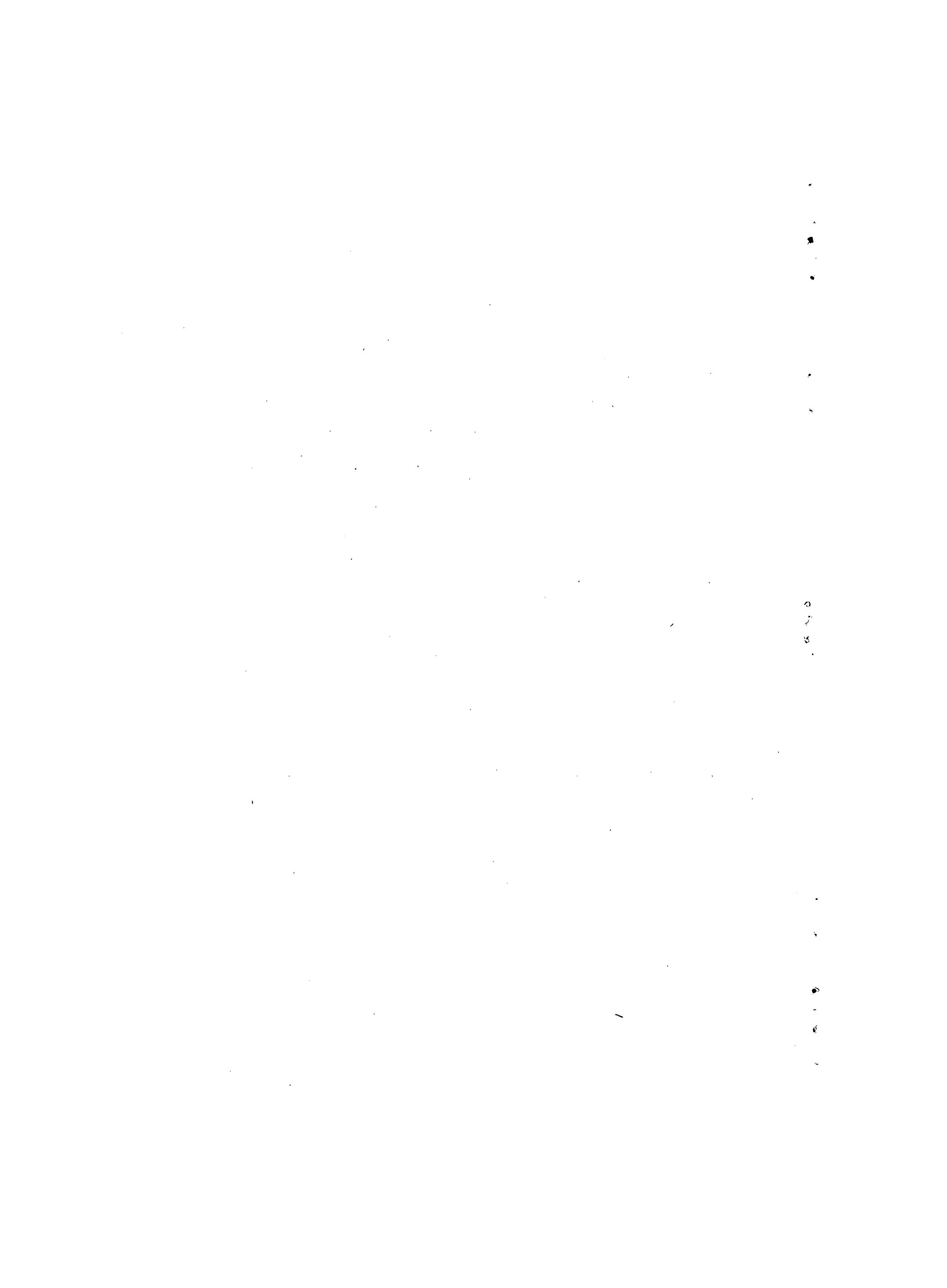
$$R_i = \frac{M_i}{Y} \approx \frac{2M_i}{t(P_t + sP_o)} \quad (53)$$

$$R_o = \frac{M_o}{Y} \approx \frac{2M_o}{t(P_t + sP_o)} \quad (54)$$

$$R_i = M_i / P_t \quad (55)$$

$$R_o = M_o / sP_o \quad (56)$$

las fórmulas (55) y (56) se ajustan al modelo de probabilidad.



BIBLIOGRAFIA

- /1/ Barclay, George: "Técnicas de análisis de la población. Nueva York: John Wiley and Sons, Inc., 1958.
- /2/ Hagood, Margaret J., y Emmit F. Sharp "Rural-Urban Migration in Wisconsin." Wisconsin Agricultural Experiment Station Research Bulletin N° 176, agosto, 1951.
- /3/ Hamilton, C. Horace, y F. M. Henderson. "Use of the Survival Rate Method in Measuring Net Migration," Journal of the American Statistical Association, XXXIX, junio, 1944, 197-206.
- /4/ Hamilton, C. Horace. Net Migration to and From North Carolina and North Carolina Counties from 1940 to 1950." North Carolina Agricultural Experiment Station Progress Report RS -18, septiembre, 1953.
- /5/ Hamilton, C. Horace. "Educational Selectivity in Net Migration from the South," Social Forces, XXXVIII, octubre, 1959, 33-42.
- /6/ Shryock, Henry S., Jr. "Population Mobility within the United States." Chicago: Community and Family Study Center, Universidad de Chicago, 1964 (Véase Pág. 31-33)
- /7/ Siegel, Jacob S., y C. Horace Hamilton. "Some Considerations in the Use of the Residual Method of Estimating Net Migration," Journal of the American Statistical Association, XLVII (septiembre, 1952), 475-500.
- /8/ Siegel, Jacob S., Helen White, y Beatrice Rosen. "Short Cuts in Computing Ratio Projections of Population," Agricultural Economics Research. Enero, 1953.
- /9/ Siegel, Jacob S. The Population of Hungary: International Population Statistics Reports. (Ser. P-90, N° 9), p. 54.
- /10/ Spiegelman, Mortimer. Introduction to Demography. Chicago: Society of Actuaries, 1955.
- /11/ Thomlinson, Ralph. "The Determination of a Base Population for Computing Migration Rates," The Milbank Memorial Fund Quarterly, XV. Oct. 1962, 356-366.
- /12/ United States Department of Commerce, Bureau of the Census. "Estimates of the Components of Population Change by Color for States: 1950 to 1960," Current Population Reports (Ser. P-25, N° 247, 2 de abril de 1962).

