




UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO DE CIENCIAS MEDICAS
ESCUELA GRADUADA DE SALUD
PUBLICA

PROGRAMA GRADUADO DE
DEMOGRAFIA

Two large, overlapping red symbols representing the female and male genders. The female symbol is a circle with a vertical line and a crossbar at the bottom. The male symbol is a circle with an arrow pointing up and to the right. The text is centered within the overlapping area of these symbols.

**METODOS
PARA EL ANALISIS
DE LA
REPRODUCCION HUMANA**

Por: Zoraida Morales, Ph.D.

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO DE CIENCIAS MEDICAS
FACULTAD DE CIENCIAS BIOSOCIALES Y
ESCUELA GRADUADA DE SALUD PUBLICA
PROGRAMA GRADUADO DE DEMOGRAFIA



METODOS PARA EL ANALISIS DE LA
REPRODUCCION HUMANA

ZORAIDA MORALES DEL VALLE, PH.D.
CATEDRATICA ASOCIADA

NOVIEMBRE, 1985

VERSION PRELIMINAR MIMEOGRAFIADA

INDICE DE MATERIAS

		<u>PAGINAS</u>
LISTA DE TABLAS Y GRAFICOS		iii
CAPITULOS		
1	INTRODUCCION.....	1
1.1	Importancia y Complejidad en el Análisis de la Fecundidad.....	1
1.2	Definición de Conceptos.....	4
1.2.1	Fecundidad.....	4
1.2.2	Natalidad.....	5
1.2.3	Fertilidad.....	5
2	FUENTES DE DATOS SOBRE LA FECUNDIDAD.....	7
2.1	Introducción.....	7
2.2	Los Censos de Población.....	8
2.3	Los Censos en Puerto Rico.....	9
2.4	Sistema de Registro de Estadísticas Vitales.....	10
2.5	Sistema de Registro de Estadísticas Vitales en Puerto Rico.....	14
2.6	Las Encuestas.....	15
2.7	Tipos de Análisis que se Derivan de las Distintas Fuentes de Datos.....	16
3	ANALISIS DE LA FECUNDIDAD BASADO EN EL REGISTRO DE NACIMIENTOS.....	19
3.1	Limitaciones y Problemas del Registro de Nacimientos.....	19
3.1.1	Exactitud de la Definición Usada y Su Aplicación....	19
3.1.2	Cobertura de la Inscripción o del Registro del Nacimiento.....	20
3.1.3	Exactitud en la Ubicación del Año de Nacimiento.....	25
3.1.4	Exactitud en la Ubicación del Sitio de Nacimiento...	25
3.1.5	Exactitud en la Clasificación por Características Socioeconómicas.....	26
3.2	Concepto de Tasa.....	27
3.3	Métodos de Análisis de la Fecundidad Basados en los Datos del Registro de Nacimientos.....	29
3.3.1	La Tasa Bruta o Cruda de Natalidad.....	29
3.3.2	Tasa de Fecundidad General.....	37
3.3.3	Tasas de Fecundidad Específicas.....	39
3.3.4	Tasas Ajustadas.....	50
3.3.4.1	Método Directo de Ajuste de Tasas.....	50
3.3.4.2	Método Indirecto de Ajuste de Tasas.....	57
3.3.5	Tasa Total de Fecundidad.....	63
3.3.6	Tasa Bruta de Reproducción.....	65

4	METODOS DE ANALISIS DE LA FECUNDIDAD PROVENIENTES DE LOS CENSOS Y LAS ENCUESTAS.....	67
4.1	Introducción.....	67
4.2	Razón Niños-Mujeres.....	67
4.3	Número de Niños por Edad de la Madre.....	71
4.4	Niños Tenidos (Children Ever Born).....	72
5	ANALISIS LONGITUDINAL O DE COHORTES DE LA FECUNDIDAD	76
5.1	Conceptos.....	
5.2	Fuente de Información de los Datos para el Análisis o de Cohorte.....	78
5.3	Limitaciones del Análisis Longitudinal o de Cohor- tes.....	79
5.4	Medidas Longitudinales de la Fecundidad.....	80
6	REPRODUCCION.....	85
6.1	Introducción.....	85
6.2	Medidas Transversales.....	86
6.2.1	Tasa de Incremento Natural.....	86
6.2.2	Índice Vital.....	87
6.3	Medidas Longitudinales.....	87
6.4	Modelos de Población Estable de Lotka.....	93
6.4.1	Procedimiento para Calcular la Tasa Intrínseca de Crecimiento Natural.....	97
6.4.2	Distribución por Edad de la Población Estable y Tasas Intrínsecas Vitales.....	98
6.4.3	Métodos Natural Proximados para Obtener la Tasa In- trínseca de Crecimiento.....	101
6.4.4	Uso de la Población Estable y de las Tasas Intrínse- cas.....	103
6.4.5	Diferencia entre Población Estacionaria y Población Estable.....	104
	APENDICE	111

LISTA DE TABLAS Y GRAFICOS

<u>Tabla</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
1	Tasas Bruta de Natalidad, Tasas de Fecundidad General y Proporción de Población Femenina de 15-44 años para Chile y Puerto Rico, 1963.	39
2	Algunos Indicadores de Fecundidad para Puerto Rico: 1940 y 1970.	41
3	Distribución Porcentual de los Nacimientos por Orden, Países y Años Seleccionados.	46
4	Cálculo para el Ajuste de la Tasa Bruta de Natalidad y de la Tasa de Fecundidad General para Puerto Rico: 1940.	54
5	Tasas Brutas de Natalidad, Tasas Ajustadas de Natalidad y Tasas de Fecundidad General, Puerto Rico: 1940 y 1960.	56
6	Ajuste de las Tasas Brutas de Natalidad y General de Fecundidad 1940, Utilizando las Tasas Específicas de 1960 (Métodos Indirecto).	61
7	Tasas Brutas de Natalidad, Tasas Ajustadas de Natalidad por el Método Indirecto y Tasas de Fecundidad General, Puerto Rico, 1940 y 1960.	62
8	Cálculo de la Tasa Total de Fecundidad para Puerto Rico, 1940 y 1970.	65
9	Razón Niños-Mujeres para Puerto Rico: 1940 y 1960.	68
10	Número de Hijos Nacidos Vivos por 1,000 Mujeres que están o han Estado Casadas, Puerto Rico: 1960 y 1970.	73
11	Tasas de Fecundidad Específicas por Edad, Estados Unidos, Años Seleccionados.	83
12	Cálculo de la Tasa Neta de Reproducción para Puerto Rico: 1970.	91
13	Cálculo de la Tasa Neta de Reproducción por el Método Aproximado, Puerto Rico: 1970.	92
14	Cálculo de la Tasa Intrínseca de Crecimiento Natural, Puerto Rico: 1980.	106
15	Tasas Intrínsecas de Natalidad y Mortalidad y la Distribución de la Población por Edad, Puerto Rico: 1980.	107
16	Tasas Brutas e Intrínsecas de Crecimiento Natural, de Natalidad y de Mortalidad, Puerto Rico: 1980.	110

Gráfico

1

Tasas de Fecundidad por Grupos de Edad, Países y Años
Seleccionados.

43

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 Importancia y Complejidad en el Análisis de la Fecundidad

El componente demográfico de la fecundidad constituye hoy día el elemento más determinante de los cambios poblacionales ya que la mortalidad está prácticamente controlada y que la migración internacional es de muy poca importancia en el crecimiento poblacional de la mayoría de los países del mundo. Sin embargo, la fecundidad es uno de los aspectos poblacionales de mayor complejidad analítica en la ciencia de la demografía. La complejidad que caracteriza el estudio de la fecundidad es una resultante de los aspectos siguientes:

1. sus factores causales
2. las características inherentes al proceso de procrear
(limitaciones fisiológicas).
3. dificultades metodológicas

Con relación a los factores causales se encuentra que la fecundidad es uno de los aspectos del comportamiento humano más regulado por las normas y valores socio-culturales y más condicionado por el proceso de idealización. Es por ésto que la explicación de cualquier estado del proceso de la fecundidad hay que buscarla en las condiciones culturales, ideológicas, sociales y económicas en las cuales ellas ocurren. Será entonces mediante la modificación de estas condiciones que se podrá conseguir la modificación deseada en la fecundidad y por consiguiente en el crecimiento poblacional. Debido a ésto, aspectos tales como, el tipo de familia (nuclear o extendida), normas relacionadas al casamiento, normas relacionadas al acto sexual, entre otras, se deben estudiar. El estudio de éstos puede arrojar luz sobre el tipo de crianza de los niños, sobre las

diferencias que existen por sexo relacionadas a las normas y costumbres sexuales y sobre las diferencias en roles que tienen los sexos.

A diferencia de los otros dos componentes demográficos, la fecundidad tiene limitaciones de naturaleza fisiológica¹ que dan la impresión de que el análisis de la misma no tiene mayores complejidades. Estas establecen límites en las tasas de natalidad potencial y determinan el que la tasa de natalidad sea más estable que la tasa de mortalidad y que no sufra grandes fluctuaciones. Estas limitaciones son las siguientes:

1. Existen unos límites biológicos de edad para procrear tanto para los hombres como para las mujeres. Estos límites están claramente establecidos para la población femenina (desde los 15 hasta los 49 años) y es por ésto que los análisis de fecundidad se hacen casi siempre utilizando estas mujeres.
2. El embarazo dura alrededor de 9 meses (36 a 40 semanas).
3. Normalmente sólo se tiene 1 niño de cada embarazo.
4. Existen ciertos períodos de infertilidad después del parto.
5. Los riesgos de concebir dentro del período reproductivo varían con la edad.

Sin embargo, estas limitaciones biológicas pueden operar en forma distinta de una sociedad a otra y ésto le añade complejidad al análisis de la fecundidad. Los límites del período reproductivo pueden variar dependiendo de los

¹En la mortalidad no hay límites biológicos, ya que pueden haber 1000 muertes/1000 habitantes. Esta le ocurre una sola vez al individuo, mientras que los padres siguen expuestos a riesgos de tener más hijos mientras dure su período de reproducción.

niveles nutricionales existentes¹, mientras que el período de infertilidad post partum, puede variar entre otras cosas, con la práctica de la lactancia.² El largo del embarazo va a depender de si el mismo resulta en un nacido vivo, un natimuerto o un aborto, mientras que la ocurrencia de nacimientos múltiples y su magnitud puede variar de una sociedad a otro.

Por otro lado, los riesgos de concebir dentro del período reproductivo están condicionados por una serie de factores. La probabilidad de que dos mujeres de la misma edad tengan su décimo o tercer hijo es diferente, mientras que el orden de nacimiento condiciona la probabilidad de que una mujer vaya a tener otro hijo.³

Existen dificultades también de naturaleza metodológica que le dan complejidad al análisis de la fecundidad. Estas son:

1. En la mayoría de los países los datos sobre fecundidad son sumamente incompletos y poco confiables.
2. Hay dificultades en aplicar las medidas que se tienen debido a lo deficiente de la data.
3. El estudio de la fecundidad no indica el nivel de la fertilidad para la cual no hay medición directa.

Lo señalado anteriormente hace necesario que en cualquier estudio sobre

¹W. Henry Mosley, "The Effects of Nutrition on Natural Fertility", en Henri Leridon y Jane Menken, Natural Fertility, International Union for the Scientific Study of the Population: 1979.

²Anrudh K. Jain, Albert I. Hermalin y Te-Hsiung Sun, "Lactation and Natural Fertility", en Henri Leridon y Jane Merken, op.cit.

³Donald Bogue, Principles of Demography, John Wiley and Sons, Inc., 1969 p. 730.

cambios en la fecundidad se realicen análisis críticos y profundos para poder identificar cuáles son los factores causales de estos cambios. De esta manera será posible poder esbozar un marco teórico lo suficientemente general y abarcador como para que sirva de fundamento para predecir con alguna exactitud el futuro curso de la fecundidad en los distintos países. Partiendo de ese marco teórico, se podrá establecer una política adecuada para manejar esta variable demográfica.

Como primer paso en este análisis crítico e integrado de la fecundidad, es necesario conocer las fuentes de datos sobre la fecundidad y los métodos de análisis demográfico para así poder medir los cambios en una forma científica y rigurosa.

La presente monografía tiene como propósito el introducir al estudioso de la demografía y ciencias afines a los distintos métodos y técnicas de análisis de la fecundidad así como las distintas fuentes de datos existentes en el campo para que les sirva de base en la realización de análisis críticos y abarcadores sobre la fecundidad.

1.2 Definición de Conceptos

En el análisis de la fecundidad, es importante diferenciar entre tres conceptos que en muchas ocasiones se utilizan como sinónimos. Estos son los conceptos de fecundidad, natalidad y fertilidad.

1.2.1 Fecundidad

Se define como el comportamiento reproductivo real de las personas expuestas al riesgo de tener hijos, y dicho riesgo, es una función de tres (3) cosas: de la capacidad biológica

para procrear, de la existencia de un cónyuge, y del uso de métodos contraceptivos. Bajo el nombre de fecundidad se estudian en su aspecto cuantitativo y cualitativo todos aquellos fenómenos asociados a los niveles y cambios en la procreación humana.

1.2.2 Natalidad

Este concepto se refiere a los nacimientos vivos¹ que ocurren en una área geográfica determinada en un tiempo específico (usualmente un año) entre la población de esa área y multiplicado por una constante (generalmente 1,000). Se conoce dicho indicador como la tasa bruta de natalidad y se interpreta como el número de nacimientos que se añade a una población por cada 1,000 habitantes que había en un año dado y por consiguiente es un indicador de la fecundidad. Debido a su interpretación, el concepto de natalidad indica también el rol de los nacimientos en el cambio poblacional y la reproducción humana.

1.2.3 Fertilidad

Se define fertilidad como la capacidad biológica para procrear. El período fértil de la mujer es de alrededor de 30 años. La fertilidad varía con la edad ya que es casi nula a los 13 años, alcanza sus valores máximos alrededor de los 18-20 años y después

¹Nacimiento vivo es la expulsión completa del producto de la concepción irrespectivo de la duración del embarazo que muestra alguna señal de vida como respiración, latidos del corazón, pulsación del cordón umbilical y movimientos de los músculos voluntarios. United Nations, Handbook of Vital Statistics Methods, Studies in Methods, Series F, No.7, 1955, p. 46.

disminuye progresivamente con la edad hasta ser nulo después de los 50 años. Además, algunas enfermedades, una nutrición inadecuada por deficiencia de minerales y vitaminas, y la tensión nerviosa, entre otras, pueden afectar esos límites reproductivos.

La diferenciación entre fecundidad y fertilidad establecida anteriormente indica que una mujer infértil será infecunda pero que una mujer fértil puede ser infecunda (si no tiene relaciones o si se evita la concepción). Por otro lado, si una mujer procrea es fecunda, si no procrea es infecunda.

Aunque los conceptos de natalidad y fecundidad se utilizan como sinónimos, este último se usa más en referencia a las medidas más refinadas como las tasas específicas de fecundidad, la tasa total de fecundidad y la tasa general de fecundidad, entre otras.

CAPITULO 2

FUENTES DE DATOS SOBRE LA FECUNDIDAD

2.1 Introducción:

El advenimiento de procedimientos para recopilar datos con propósitos demográficos y que se efectuaran con cierta regularidad bajo las órdenes de una autoridad central y con una asignación de recursos humanos y fiscales se inició en el Siglo 17. Desde esa época, la aceptación y uso de estos procedimientos ha ido en continuo aumento. En general, sin embargo, la recopilación de datos básicos fidedignos sobre los cambios demográficos en Europa y América ha sido una conquista del Siglo XIX.¹

La inaccesibilidad de los datos históricos sobre la fecundidad, al igual que en otros aspectos de la demografía, ha sido un gran obstáculo para el análisis de los niveles y las tendencias de la fecundidad en épocas anteriores a la era moderna.² Esta inaccesibilidad se debe, en gran medida, a que los datos utilizados en el campo de la demografía se obtienen mediante la observación de sucesos que ocurren en forma espontánea en el Mundo, y la confiabilidad de estos datos va a depender de que los hechos hayan sido observados y anotados adecuadamente. Debido a esto, los datos utilizados en el campo de la demografía varían en cuanto a su comparabilidad, confiabilidad y exactitud.

¹United Nations, The Determinants and Consequences of Population Trends, Vol. 1, New York: 1973 y United Nations, Manual de Métodos de Censos de Población, Vol. 1, 1958.

²Los historiadores sitúan la Era Moderna como comenzando a mediados del Siglo 17.

En la actualidad, existen tres procedimientos o métodos de recolección de información demográfica:

1. el Censo de Población
2. los Registros de Estadísticas Vitales
3. las Encuestas

2.2 Los Censos de Población

Se define un censo como una enumeración total o parcial o recuento de la población de un país que se efectúa en una fecha dada. Los orígenes de los censos poblacionales se remontan al año 4,000 A.C. fecha en la cual se efectuó un censo en Babilonia. Existe evidencia de que en China se hacían enumeraciones de la población para el año 3,000 A.C. y en Egipto se efectuaron para el año 2,500 A.C. También se ha señalado que los antiguos griegos y romanos realizaron recuentos poblacionales y que durante la Edad Media en muchos países se obtuvieron datos para algunos sectores de la población. Además, en el libro de Exodus de la Biblia (1491 A.C.) se hace referencia a una enumeración poblacional donde se dice que Moisés "fue ordenado dirigir los hijos de Israel e imponerles un impuesto".¹

El propósito de estos censos, sin embargo, fue con fines militares y contributivos y para determinar la magnitud de la fuerza obrera. Como resultado, los mismos fueron enumeraciones parciales que cubrían sólo algunos sectores de la población tales como, los jefes de familia que pagaban impuesto, el clero, la nobleza y los varones, entre otros.

¹ Hugh H. Wolfenden, Population Statistics and Their Compilation, University of Chicago Press, 1954, p. 4.

Durante el Siglo 19, se registró una proliferación en la toma de censos y en la actualidad la mayoría de los países del Mundo efectúan censos aunque la fecha y periodicidad de los mismos varía de un país a otro.

Los censos constituyen tanto una fuente directa como indirecta para el análisis de la fecundidad. Son fuentes directas ya que contienen información sobre el número total de hijos por mujer en cada grupo de edad y al término de su período reproductivo. Son una fuente indirecta ya que proveen información sobre la composición por edad y sexo de la población lo cual se utiliza para calcular la razón niños-mujeres que es un indicador de los niveles de fecundidad. Además, esta distribución de la población por edad y sexo provee el denominador para calcular otros indicadores de fecundidad. Los censos también contienen datos sobre otras variables relacionadas a la fecundidad y que se utilizan para ampliar su análisis.

2.3 Los Censos en Puerto Rico:

La historia censal de Puerto Rico se remonta al 1765, fecha en la cual se realizó el primer censo bajo el gobierno español. Este censo se realizó por orden de Alejandro O'Reylley, quien fue comisionado por las autoridades españolas para que realizara un estudio de las necesidades de la Isla. En el mismo, la población se clasificó por edad, sexo, estado marital, estado civil (libre o esclavo), color y residencia.¹

El próximo censo bajo el gobierno español se realizó en 1776 y desde esa fecha hasta 1834 no se sabe cuántos censos se realizaron. Aunque distintas

¹José L. Vázquez Calzada, La Población de Puerto Rico y su Trayectoria Histórica, Julio, 1978, pgs. 6-9.

fuentes históricas ofrecen estimados poblacionales para este período no se sabe cuántos de éstos provienen de censos de población.

En 1845, se creó la Comisión Central de Estadísticas y bajo la supervisión de esta organización se efectuó un censo en el 1846. Otras enumeraciones censales se realizaron en 1860, 1887 y 1897.¹

Bajo el Gobierno Norteamericano, que comenzó su dominación en Puerto Rico desde 1898, se han realizado censos con mucho más regularidad. El primero se llevó a cabo en 1899 y desde 1910 se han hecho censos cada 10 años debido a la inclusión de Puerto Rico en el área de censos de los Estados Unidos desde esa fecha. El último censo fue realizado en 1980.

2.4 Sistema de Registro de Estadísticas Vitales:

Este es un sistema de inscripción continuo, obligatorio y permanente de los hechos vitales. El mismo consiste en la inscripción legal y anotación del hecho ocurrido y de sus características. Se incluyen, como hechos vitales, todos los eventos relacionados con el comienzo y el fin de la vida del individuo y con los cambios en su estado civil (matrimonio, divorcio, viudéz). Esto incluye, el registro de los nacimientos vivos y muertos, las defunciones, las defunciones fetales, los matrimonios, las disoluciones (divorcios y viudéz), las adopciones y las anulaciones.² A diferencia del censo, que ofrece un cuadro estático de la población en un momento dado, las estadísticas vitales proveen los elementos para medir la dinámica del cambio poblacional. La continuidad que, debe ser característica del sistema de estadísticas vitales, sirve para actualizar las mismas asegurando que éstas se mantengan al día dándole así carácter de permanencia

¹ José L. Vázquez Calzada, op.cit.

² United Nations, Handbook of Vital Statistics Methods, New York, 1955, pags. 12-14.

al sistema. Por otro lado, el que el sistema sea obligatorio asegura su continuidad y su permanencia ya que establece disposiciones legales que hacen obligatoria y necesaria la inscripción.

Al igual que los censos, el origen de las estadísticas vitales se remonta a la era precristiana ya que en Egipto, Grecia y Roma se hicieron algunos intentos de llevar récords vitales para propósitos militares y contributivos. Ya para 720 A.C. parece haber existido un sistema de registro de nacimientos, defunciones y matrimonios en algunas partes de Japón.

Los comienzos del registro de los hechos vitales se iniciaron bajo los auspicios de la Iglesia y se remonta al Siglo 15 en España donde al Arzobispo de Toledo ordenó a los párrocos mantener registros de estos eventos. En 1532, por otro lado, se emitió una orden en Inglaterra donde se le exigía a todos los párrocos en Londres que preparasen unos documentos sobre la mortalidad (Bills of Mortality). En 1538, la Iglesia Anglicana le requirió a cada uno de sus ministros el hacer anotaciones semanales de los eventos vitales (bautismos, matrimonios y defunciones. En el Concilio de Trento¹ celebrado entre 1545 y 1563, la Iglesia Católica estableció normas que hicieron compulsorio la anotación de los hechos vitales en los países europeos y sus colonias. En 1608, el primer registro parroquial se estableció en Suecia y posteriormente otros se establecieron en Quebec (1610), Finlandia (1628) y Dinamarca (1646).²

La información anotada en estos registros parroquiales, sin embargo, no constituye un buen indicador del número de eventos ocurridos en un año ya que estaba subestimada debido a que lo que se registraba era la ceremonia (bautismo,

¹ Este fue un Concilio convocado por el Papa Pablo III a fines de su pontificado y el cual se reunía en varias sesiones entre 1545 y 1563.

² United Nations, op.cit., 1955, p. 3-5.

defunción, etc.) y no el evento. Es decir, estos datos excluían a todos los nacidos vivos que murieran antes de bautizarse o que no se bautizaran e incluían a los bautizados nacidos en años diferentes. La evidencia existente parece indicar que no fue hasta los comienzos del siglo 19 que los registros parroquiales alcanzaron un alto grado de cobertura y confiabilidad.¹

La secularización de los registros parroquiales, se originó con el Código de Napoleón establecido en Francia en 1804. En este código, se establecieron disposiciones civiles que asignaban al Estado la responsabilidad de registrar los hechos vitales. En Inglaterra y Gales, el sistema nacional de estadísticas vitales se estableció en 1839.

Actualmente, en la mayoría de los países no se registran todos los hechos vitales. Sin embargo, el aumento en el uso legal de estos registros ha hecho que aumente el número y la diversidad de los mismos. A continuación se enumeran algunos de los usos legales que tienen los distintos documentos del registro de los hechos vitales (certificados).

1. Certificado de Nacimiento

Sirve como una prueba legal del nacimiento para establecer relaciones de familia, parentesco, legitimidad, dependencia, ascendencia, lo cual sirve para fundamentar peticiones de herencia o seguros. También se utiliza como evidencia para reclamar derechos que se establecen al alcanzar una edad, e.g.,

¹El registro de nacimientos y defunciones existía en el Nuevo Mundo para 1554 ya que el mismo fue establecido por los Incas del Perú en esa fecha. Ellos usaban guípús (cordones trenzados de colores y nudos para anotar hechos).

la matrícula escolar, para evidenciar la ciudadanía de origen y para adquirir el derecho al voto, entre otras cosas.

2. Certificado de Defunción

Se requiere para obtener el permiso de enterramiento y para reclamar herencias o seguros y para efectuar cambios en el estado civil.

3. Certificado de Matrimonio

Sirve para establecer la responsabilidad legal en cuanto a sostén de familia, para la creación de sociedad de bienes gananciales y para establecer derechos a una herencia.

4. Certificado de Divorcio

Es necesario para poder contraer nuevas nupcias y para reclamar los bienes gananciales.

Además de los usos especificados anteriormente, estos documentos tiene una enorme importancia estadística ya que proveen información para llevar a cabo investigaciones demográficas, epidemiológicas y de otra índole con propósitos de planeación y establecimiento de política pública socio-económica.

La información que se recopila en estos documentos varía de país en país aunque las Naciones Unidas han hecho recomendaciones específicas para estandarizar cada documento para propósitos de estudios estadísticos comparativos. En el certificado de nacimiento, por ejemplo, se requiere usualmente que se incluya el nombre, el lugar de ocurrencia, las características del nacido (peso, tamaño, etc.), la nacionalidad, e información demográfica y socio-económica de los padres.

2.5 Sistema de Registro de Estadísticas Vitales en Puerto Rico,

El registro civil de nacimientos, defunciones y matrimonios se estableció en Puerto Rico en 1885, y los registros parroquiales existían desde 1625. El bautismo, según las disposiciones eclesiásticas de la época, debía celebrarse durante los primeros ocho días a partir de la fecha del nacimiento, aunque esta práctica jamás logró implantarse a cabalidad.¹ El registro civil según establecido en 1885, era una entidad autónoma estableciéndose una oficina en los juzgados de todos los municipios a cargo de los jueces asistidos por sus secretarías. En 1911, la Legislatura de Puerto Rico transfirió el Registro Civil a la a la rama ejecutiva poniendo los registros locales en manos de las secretarías municipales (Alcaldías) bajo la supervisión del alcalde. El Procurador General de Puerto Rico supervisaba el sistema a nivel nacional. Dicha ley disponía que un duplicado de los libros del registro se enviara a la corte de justicia del distrito. Esto representaba una garantía para la preservación del documento. En 1931, se aprobó la Ley del Registro Demográfico que centralizó el sistema y puso en manos del Departamento de Salud la ejecución, dirección y supervisión de éste. Se creó, en este Departamento, el Negociado de Registro Demográfico y Estadísticas Vitales con la responsabilidad de la recopilación, archivo y procesamiento de estos hechos vitales. Esta ley, aprobada en 1931 con ligeras modificaciones, es la que prevalece hoy día.

¹ Esta información fue obtenida de José D. Vázquez Calzada, op cit. págs. 131-132.

² Ver Viñente Gabela, Aspectos Históricos de los Registros de Hechos Vitales en Puerto Rico, Tesis de Maestría, Programa Graduado de Demografía, Escuela Graduada de Salud Pública, 1971.

Ver Viñente Gabela, Aspectos Históricos de los Registros de Hechos Vitales en Puerto Rico, Tesis de Maestría, Programa Graduado de Demografía, Escuela Graduada de Salud Pública, 1971.

Este sistema tiene las ventajas de que limita las influencias políticas, evitándose así el nombramiento de funcionarios incompetentes, de que centraliza el sistema y dispone que todos los documentos originales, registrados a nivel local (municipio) durante el mes calendario, sean remitidos al Departamento de Salud dentro de los primeros 5 días del mes siguiente y exige que un duplicado se archive a nivel municipal. Esta centralización facilita el uso de técnicas modernas de tabulación, análisis y publicación nacional de los hechos vitales de Puerto Rico.

2.6 Las Encuestas:

Las encuestas son recuentos de la población de un país y sus características que se obtienen mediante el uso de muestras representativas de la población.¹ La información que se obtiene en una encuesta por muestreo va a depender de los intereses específicos del investigador y de los objetivos que éste defina. Esto le provee mayor flexibilidad a este método en comparación con el censo y las estadísticas vitales para obtener información más específica en relación a la fecundidad. Además, debido a que se utiliza una muestra el costo de la misma es menor. Sin embargo, debido a que se efectúa en un punto específico en el tiempo, no tiene la continuidad y actualización que caracteriza el Registro de Estadísticas Vitales a menos que la encuesta se realice periódicamente.

En 1972, se empezó a nivel internacional lo que se conoció como la Encuesta Mundial de Fecundidad. Esta encuesta es un programa de investigación a nivel mundial que tiene como propósito el asistir a los países interesados,

¹Muestreo es un procedimiento estadístico mediante el cual se selecciona para el análisis una parte representativa del universo.

especialmente los países subdesarrollados a diseñar y efectuar encuestas sobre la fecundidad y a analizar en forma científica los resultados de las mismas. Este programa está auspiciado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INS) en colaboración con las Naciones Unidas y la Unión Internacional para el Estudio Científico de la Población (IUSSP). En la actualidad se ha terminado la recopilación de datos en todos los países que participaron en este programa y se han publicado los hallazgos de la mayoría de ellos.

2.7 Tipos de Análisis que se Derivan de las Distintas Fuentes de Datos:

En el análisis de la fecundidad, al igual que en el análisis de cualquier otro aspecto demográfico, se distinguen dos tipos de análisis o metodología analítica; a saber: el análisis longitudinal o de cohorte y el análisis transversal o de período. Se utiliza el análisis longitudinal cuando se analiza a través de todo un período el riesgo de ocurrencia de un evento a el mismo grupo de personas o cohorte. Un cohorte se define como un grupo de personas que experimentarían un mismo evento en un mismo período. Por ejemplo, se realiza un análisis longitudinal sobre la experiencia del evento morir del cohorte de nacidos vivos en el 1936, cuando se analiza a través del tiempo el grupo de personas que nacieron en 1936 hasta que muere el último de ellos. Este análisis longitudinal o de cohorte puede ser real o hipotético. En el primer caso, se analiza un cohorte real de personas y en el segundo caso se analiza un grupo hipotético de personas (Ejemplo: cohorte de la tabla de vida). El análisis longitudinal puede hacerse para parte de un período de la vida del cohorte y continúa siendo un análisis longitudinal.

El análisis transversal se refiere a la observación de los eventos que le ocurren a diferentes cohortes de una población en un período específico

de tiempo: e.g. en el 1980. Mediante este análisis se toma una "fotografía" de diferentes cohortes de la población en un momento específico de tiempo. Los datos que se obtienen del censo en una fecha específica sirven para hacer un análisis de período, mientras que los datos de las estadísticas vitales y los datos de varios censos consecutivos se pueden utilizar para hacer análisis de cohorte. Ambos tipos de análisis son útiles y se complementan en su aplicación a la fecundidad según se verá más adelante.

La existencia de distintas fuentes de datos para el estudio de la fecundidad hace posible dividir los métodos para su análisis en dos grupos:

1. aquellos métodos basados en las estadísticas vitales, y
2. aquellos métodos basados en los censos y las encuestas por muestreo.

Los indicadores de fecundidad basados en los datos obtenidos de las estadísticas vitales que se discutirán en este trabajo son los siguientes:

1. la tasa bruta de natalidad
2. la tasa general de fecundidad
3. las tasas específicas de fecundidad
4. las tasas ajustadas de natalidad
5. la tasa total o global de fecundidad
6. la tasa bruta de reproducción

Los indicadores de fecundidad que se puedan obtener utilizando los datos censales son los siguientes:

1. la razón niños mujeres

2. el número de hijos tenidos a las distintas edades

3. el promedio de hijos por mujer

En los próximos capítulos se discutirán estos indicadores tanto en su aplicación al análisis longitudinal como en su aplicación al análisis transversal. Se discutirán, además, distintos métodos que se utilizan en el análisis de la reproducción.

CAPITULO 3

ANALISIS DE LA FECUNDIDAD BASADO EN EL REGISTRO DE NACIMIENTOS

3.1 Limitaciones y Problemas del Registro de Nacimientos:

Las estadísticas vitales sobre nacimientos exhiben una serie de deficiencias las cuales de acuerdo con Shryock están relacionadas con cinco aspectos:¹

1. las definiciones usadas y su aplicación
2. la cobertura de la inscripción
3. la exactitud en la ubicación del año en que ocurrió el nacimiento.
4. la exactitud en la ubicación del lugar o institución de ocurrencia del nacimiento, y
5. la exactitud en la clasificación del nacimiento por características socioeconómicas del padre y la madre.

Las estadísticas vitales de los países subdesarrollados se caracterizan de deficiencias en los cinco aspectos señalados anteriormente mientras que las de los países desarrollados sólo tienen problemas en relación a los aspectos (3), (4) y (5).

3.1.1 Exactitud de la Definición Usada y su Aplicación:

Según la definición de las Naciones Unidas que se señalara en el Capítulo I, se deben inscribir como nacimientos todos aquellos productos del embarazo que nacen vivos al momento

¹Henry S. Shryock y Jacob S. Siegel, The Methods and Materials of Demography, U.S. Department of Commerce, 1975, pages 462-465.

del parto. No siempre esta definición se aplica verbatim. En algunos sitios los nacidos vivos que se mueren antes de las 24 horas de nacidos no se registran como nacimiento (Ejemplo: Guyana Ecuatorial).

Otro problema relacionado a la exactitud de la definición tiene que ver con el período establecido por las autoridades para registrar el nacimiento. Este período puede ser de varios días a varios años. En algunos países no se requiere que se inscriba el niño si éste muere antes de que se cumpla el período de registro establecido (Ejemplo: Algeria, Guyana Francesa).

3.1.2 Cobertura de la Inscripción o del Registro del Nacimiento:

Existen dos aspectos relacionados a una cobertura incompleta en la inscripción de los nacimientos. El primero tiene que ver con una ausencia total de información referente a ciertos grupos de población (ejemplo: nómadas), o en unas áreas inaccesibles (la selva). El segundo se refiere al subregistro o la omisión del registro del evento en el área de inscripción. Este subregistro de los nacimientos es común en la mayoría de los países del Mundo, especialmente en los subdesarrollados. Estimados efectuados por las Naciones Unidas indican que en la mayoría de estos últimos el por ciento de cobertura de este registro es inferior a 90.¹

Las Naciones Unidas recomiendan que para mejorar la cobertura

¹Henry S. Shryock, Jacob S. Siegel, et al, op.cit., p. 463.

de los registros se determine el por ciento de cobertura del registro y que se corrijan los nacimientos utilizando este por ciento. Se han desarrollado varios métodos para determinar la insuficiencia en la inscripción del registro de nacimientos. Entre estos métodos, se encuentran el método del pareo y los métodos donde se compara una población registrada con una población enumerada.

El método del pareo consiste en comparar los formularios de enumeración correspondientes a los niños de 3 a 4 meses de edad enumerados en el censo con los certificados de nacimientos registrados durante los 3 a 4 meses anteriores a la fecha censal. La división de la cantidad de los nacimientos registrados entre la cantidad de niños enumerados en el censo va a dar el por ciento de cobertura el registro, Ejemplo:

1. nacimientos registrados durante los 3 meses antes de la fecha censal: 16,500.
2. niños de 3 meses o menos enumerados en el censo: 17,624.
3. por ciento de cobertura del registro de nacimientos (C_n): $\frac{16500}{17625} = .936 \times 100 = 93.6\%$

Este resultado indica que el registro de nacimientos bajo estudio fue 93.6 por ciento completo, y que por lo tanto, hubo una subinscripción de nacimientos de 6.4 por ciento (100.0-93.6). La corrección por subinscripción se hace dividiendo el número de nacimiento registrados (Nr) por el por ciento de cobertura del registro (Cn).

Se han señalado las limitaciones siguientes en relación a este método:

1. puede existir dificultad en parear el récord censal y el certificado de nacimiento debido a que no se localiza este último.
2. el método del pareo parte de la premisa de que la enumeración censal es 100 por ciento completa. Sin embargo, puede que algunos infantes no fueran enumerados. El método del pareo asume que la proporción de niños enumerados cuyos nacimientos se registraron representa la proporción de nacimientos registrados de todos los niños, incluyendo aquellos que no se enumeraron pero cuyo nacimiento se registró. Si entre los niños no enumerados, la proporción de nacimientos que no se registró fue la misma que entre los enumerados este factor no afecta el estimado del por ciento de cobertura que se obtiene. Si la proporción es más alta se va a tener una sobre-estimación de por ciento de cobertura. Chandresakaran y Deming¹ han elaborado un método para obtener el por ciento de cobertura del registro de nacimientos corrigiendo esta deficiencia. La aplicación de este método a los datos del pareo hecho para los Estados Unidos en 1940 y 1950, indicó que la

¹C. Chandresakaran., W. Edward Deming. "On a Method of Estimating Birth and Death Rates and the Extent of Registration", Journal of Statistical Association, 44(245):101-115, March, 1949.

subenumeración de los infantes tiene poco efecto en los estimados del por ciento de cobertura del registro de nacimientos.¹

El otro método que se utiliza para corregir la insuficiencia en la inscripción del registro de nacimientos, es aquel donde se compara la población enumerada en las edades jóvenes (e.g. 0 a 4 años de edad) con un estimado de población (o población esperada) que se obtiene utilizando como base el cohorte o los cohortes de nacimientos donde provienen esas poblaciones jóvenes. La diferencia entre esa población esperada y esa población registrada provee un estimado de la cantidad de nacimientos que no se inscribieron asumiendo que las enumeraciones censales, el registro de las defunciones y el registro de la migración son 100 por ciento completo. La división de esa diferencia entre la población registrada resulta en el por ciento de insuficiencia en la inscripción de los nacimientos. El resultado que se obtenga va a reflejar cualquier insuficiencia de inscripción que tengan los registros antes mencionados. El por ciento de la insuficiencia en la inscripción de nacimientos se obtiene así:

$$\frac{P_e - P_r}{P_r} \times 100$$

donde: P_t representa la población esperada al final del período.

P_r representa la población registrada al final del período.

Existen dos métodos para obtener la población esperada: el método de la fórmula de componentes y el método de sobrevivencia. El

¹Henry S. Shryock y Jacob S. Siegel, The Methods and Materials of Demography, U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census, 1975.

primero de éstos hace uso de la ecuación de los componentes poblacionales:

$$P_t = P_o + N_{o-t} - D_{o-t} + I_{o-t} - E_{o-t} + e$$

donde:	P_t	población esperada a una fecha específica
	P_o	población enumerada a una fecha <u>o</u> . Esta es la población a la fecha base del estimado.
	N_{o-t}	son los nacimientos que ocurren durante el período de tiempo o-t.
	D_{o-t}	son las defunciones que ocurren durante el período de tiempo o-t.
	E_{o-t}	representa la cantidad de emigrantes durante el período de tiempo o-t.
	I_{o-t}	representa la cantidad de inmigrantes durante el período de tiempo o-t.
	e	representa el error en la cobertura de los registros y los censos que se utilizan.

Esta ecuación se puede utilizar para obtener estimaciones poblacionales totales o para los distintos grupos de edad y sexo. En esta última aplicación, la ecuación sufre unas modificaciones dependiendo de la edad y el sexo para la cual se quiere hacer la estimación.¹ El otro método para obtener la población esperada es aquel basado en el método de sobrevivencia. En este método, al igual que en el anterior se asume que la población enumerada en un censo representa los sobrevivientes de determinados cohortes poblacionales por edad. Se sobreviven prospectivamente estos cohortes mediante el uso de factores de sobrevivencia y se obtiene una población esperada a una

¹Una explicación de estos métodos de estimación se encuentra en Henry S. Shryock, Jacob S. Siegel et al, op.cit, Cap. 23.

fecha específica. Se compara esta población esperada con la población enumerada a esa misma fecha. Cualquier diferencia entre estas dos poblaciones, si los datos censales y de mortalidad que se utilizaran en el cálculo de la población esperada están completos, refleja el déficit no registrado de nacimientos. También se puede utilizar el método de sobrevivencia retrospectivo. Mediante este método se reviven los nacimientos correspondientes a cada cohorte de edad obteniéndose así unos nacimientos esperados y éstos se compararan con los nacimientos registrados. Cualquier diferencia entre estos dos valores indica el déficit en el subregistro de nacimientos.

3.1.3 Exactitud en la Ubicación del Año de Nacimiento:

Este problema surge debido a que algunos nacimientos no se registran en la fecha de ocurrencia del mismo. Muchos nacimientos se registran al año o varios años después de haber ocurrido el mismo. Esto resulta en una sub o sobreenumeración de los nacimientos dependiendo de como ocurra este fenómeno. Para manejar este problema, las Naciones Unidas recomiendan tabular los nacimientos por año de ocurrencia.

3.1.4 Exactitud en la Ubicación del Sitio de Nacimiento:

Hay muchos nacimientos que ocurren fuera del sitio de residencia de la madre debido a que en muchas localidades no existen hospitales que ofrecen los servicios de parto. Esto puede resultar en el registro de una gran cantidad de nacimientos en las ciudades importantes debido a la concentración de hospitales en éstas. Las Naciones Unidas recomiendan que los datos se tabulen por sitio de residencia de la madre y por sitio de ocurrencia del parto. Las primeras proveen información para medir en forma más adecuada la fecundidad de la población

residente en un área específica y su relación con las características socioeconómicas. Las tabulaciones por sitio de ocurrencia dan una idea de la carga por servicios de salud de la madre y el niño demandado en esa área.

3.1.5 Exactitud en la Clasificación por Características Socioeconómicas

La confiabilidad de la información sobre las características que se utilizan en el análisis de la fecundidad va a depender de cuan bien se recogió o se informaron los datos sobre las mismas. Hay algunos datos, como los relacionados al ingreso, los cuales no se informan con la veracidad adecuada. En la mayoría de los casos, estos datos no se pueden corregir ya que se desconoce el por ciento de subenumeración de los mismos.

3.2 Concepto de Tasa:

En el campo de la demografía, así como en muchas otras ciencias, el uso de números absolutos es, generalmente, de poco valor analítico. En el estudio de la fecundidad tiene muy poca importancia el saber que el país A ocurrieron 50,000 nacimientos. ¿Es acaso el nivel de fecundidad más bajo en este país que en el país B donde se registraron 75,000 nacimientos? No puede saberse; todo habrá de depender de la relación entre el número de nacimientos y el número de habitantes en estos dos países.

Es por ello, que para poder contestar ésta y otras muchas interrogantes, como esa, es necesario convertir estos números absolutos a números relativos.¹ A estos números o cifras relativas se les denominan "razones". El número relativo más usado en la demografía en el análisis de fecundidad, es el concepto de tasa.

La tasa es la relación entre dos números donde el primero, numerador, representa el número total de eventos que han ocurrido en una comunidad en un período de tiempo determinado mientras que el segundo, el denominador, expresa el número de personas que estuvo expuesto al riesgo de sufrir ese evento en la comunidad durante ese período de tiempo. La fórmula general para el cómputo de una tasa es la siguiente:

$$t = \frac{e}{p} \cdot k \quad \text{donde:}$$

t = tasa del evento e

e = número total de eventos ocurridos en la comunidad durante el período de estudio.

p = población de la comunidad expuesta al riesgo de sufrir el evento durante el período de estudio.

k = constante, usualmente 1,000

¹Un número relativo expresa una relación entre dos o más cantidades.

Las tasas indican la frecuencia con que ocurre un determinado evento en el país y a la fecha para la cual se computa. Una tasa bruta de mortalidad de 6 para Puerto Rico para 1986, por ejemplo, indica que en ese país y en ese año ocurrieran 6 defunciones por cada 1,000 habitantes. Las tasas también se pueden interpretar como el riesgo, de que ocurra ese evento en una comunidad específica.

Una particularidad importante de la tasa es el hecho de que ésta se refiere a períodos de tiempo claramente delimitados. Se pueden calcular tasas para un año calendario o natural, para un mes o para un período más amplio de tiempo como un trienio o un quinquenio.

Otra particularidad importante en el cómputo de la tasa es determinar la población que estuvo expuesta al riesgo de sufrir el evento. Debido a que la población de un país está cambiando continuamente, como resultado de la adición de nacimientos e inmigrantes y la disminución por muertes y emigración, es sumamente difícil poder determinar la población exacta que ha estado expuesta a riesgo durante un período de tiempo. Teóricamente el concepto que se utiliza para representar esta población expuesta a riesgo, es el concepto de años-personas vividos. Se calculan estos años sumando el total de años vividos por las personas que viven durante el período completo más los segmentos o proporción del período vividos por aquellas personas que nacen, mueren, emigran e inmigran durante el período. Resulta bastante laborioso y complicado el poder obtener esa población expuesta a riesgo con este método de contabilidad continua. Es por ello, que se utiliza como una aproximación de la misma, la población que corresponde a la mitad del período bajo análisis ya que se ha encontrado que ésta es el mejor estimado de la población expuesta. Por ejemplo, si se desea computar la tasa de natalidad para el año natural 1980, se puede utilizar la población a julio 1^{ro} de 1980 como

la población expuesta a riesgo de que le ocurra el evento de nacer ya que representa la población a mitad del período del 1^{ro} de enero al 31 de diciembre. Si la tasa se quiere calcular para el año fiscal 1980-81 (1^{ro} julio al 30 de junio de 1980) se utiliza entonces la población a enero 1^{ro} de 1981 como la población expuesta.¹

Luego de las consideraciones limitantes y conceptuales de la metodología del análisis de fecundidad, se continuará con la definición de las tasas utilizadas más comúnmente en dicha área. Además, se discutirán las ventajas y desventajas de dichas tasas.

3.3 Métodos de Análisis de la Fecundidad Basados en los Datos del Registro de Nacimientos:

3.3.1 La Tasa Bruta o Cruda de Natalidad

La tasa bruta o cruda de natalidad es la relación total de nacimientos vivos que ocurren en una comunidad sobre la población a mitad del período expresada por 1,000 habitantes. También se le llama tasa bruta de natalidad efectiva. Su fórmula es la siguiente:

$$TBN = \frac{NV}{P} \times k \text{ donde:}$$

TBN = tasa bruta de natalidad

NV = nacimientos vivos ocurridos en la comunidad durante el período bajo estudio.

P = población total a mitad del período

K = una constante usualmente 1,000

Si se quiere calcular la tasa bruta de natalidad de Puerto Rico para el año natural 1970, la misma se obtendría de la siguiente forma:

$$NV_{1970}^{PR} = 67,438$$

¹Se ha encontrado también que el uso de la población tres meses anteriores o posteriores a la mitad del período no afecta grandemente los resultados.

$$\begin{aligned}
 P^{PR} &= 2,716,000 \text{ (1}^{\text{ro}} \text{ de julio de 1970)} \\
 1970 & \\
 TBN &= \frac{67438 \times 1,000}{2,716,000} \\
 TBN &= 24.8 \text{ NAC/1000}
 \end{aligned}$$

La tasa cruda de natalidad puede utilizarse como un indicador de la fecundidad, esto es, del comportamiento reproductivo de la población. Debido a limitaciones que se discutirán más adelante, es preferible interpretarla como el número de personas que se añaden anualmente a la población de una comunidad debido a los nacimientos por cada 1,000 personas que había en la comunidad.¹

Las tasas brutas de natalidad se pueden calcular para distintos períodos de tiempo (1 año, 1 mes, 3 años, etc.). El propósito de calcular estas tasas para períodos mayores de 1 año es describir un período más largo de tiempo o eliminar fluctuaciones debidas al azar y así darle más estabilidad a la tasa. El cálculo de las tasas brutas para períodos de tres años, por ejemplo, se puede hacer de tres formas:

1. Promediando los nacimientos y dividiendo el resultado por la población a mitad de período:

$$TBN = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\frac{3}{P_2}} \times 1,000$$

Con el numerador de esta fórmula se obtiene un promedio para el período de los nacimientos ocurridos en los tres años. La población a mitad de período sería P_2 ya que ésta representa la población

¹ Antes de calcular esta tasa, se deben corregir los nacimientos por el porcentaje de insuficiencia que tenga la inscripción de nacimientos si la misma se conoce. La forma de hacer esta corrección se explicó en la parte 3.1.2 del capítulo 3.

promedio expuesta a riesgo de concebir. Al usar P_2 como denominador, se está asumiendo que la población ha crecido en forma aritmética durante el período. Esta es la forma más conveniente y la más usada para calcular la tasa bruta de natalidad para períodos mayores de 1 año.

2. Promediando las tasas brutas de natalidad de cada uno de los años:

$$TBN = \frac{1}{3} \left(\frac{N_1}{P_1} \times 1,000 + \frac{N_2}{P_2} \times 1,000 + \frac{N_3}{P_3} \times 1,000 \right)$$

Con esta fórmula se le da igual peso a las tasas para los 3 años. Se puede usar cuando las estimaciones intercensales utilizadas para cada año son bastante fidedignas.

3. Dividiendo el promedio de los nacimientos entre el promedio de las poblaciones:

$$TBN = \frac{\frac{1}{3} (N_1 + N_2 + N_3)}{\frac{1}{3} (P_1 + P_2 + P_3)} \times 1,000$$

Cuando la población está creciendo en forma acelerada, el empleo de la población en un año censal en lugar del promedio de los tres años tiene el efecto de subestimar la población y exagerar la tasa bruta de natalidad. El calcular la tasa utilizando un promedio de las tres poblaciones provee una conexión a esto.

La tasa bruta de natalidad también (e.g. mensual) se puede calcular. Sin embargo, las tasas mensuales no son directamente comparables debido a las diferencias en el número de días que tienen los meses. Para corregir estas diferencias se calculan estas tasas en una base anual. Esto se hace inflando el número de nacimientos para un mes dado por la razón del número total de días en el año al número de días en el mes particular. La tasa mensual se calcula entonces

dividiendo esos nacimientos por la población ajustada a una base anual entre la población correspondiente a ese mes. Al calcular las tasas mensuales de esta forma, se pueden comparar las tasas correspondientes a un mismo mes en años sucesivos sin temor a que cualquier diferencia entre ellos, se deba al tamaño del mes. La fórmula para calcular estas tasas mensuales es la siguiente:

$$TBN_m = \frac{\frac{365}{D_m} \times N_m}{P_m} \times 1,000$$

donde: m = mes

N_m = nacimientos en el mes

D_m = número de días en el mes

P_m = Población en el mes

Si se quiere calcular la tasa bruta de natalidad para Puerto Rico junio de 1965, (j) por ejemplo, se aplicaría la fórmula como se ilustra a continuación:

$$TBN_{\text{junio, 1965}} = \frac{\frac{365}{D_j} \times N_j}{P_j}$$

$$TBN_{\text{junio, 1965}} = \frac{\frac{365 \times 5735}{30}}{3152400} = \frac{12.1667 \times 5735}{3152400} = \frac{69776}{3152400} = .0221 \times 1000 = 22.1$$

La tasa bruta de natalidad tiene algunas ventajas como indicador de los niveles de fecundidad entre las que se pueden mencionar las siguientes:

1. Se puede emplear en todos los casos en los que requiere una medida resumen ya que es fácil calcularla y entenderla y su análisis puede complementarse con medidas más refinadas.
2. Es la única medida de fecundidad que se puede comparar con las otras medidas crudas de la dinámica de la población como las tasas brutas de mortalidad y de migración y así poder determinar el crecimiento poblacional de cualquier país.

3. Debido a que los datos para cálculo se pueden obtener fácilmente, estas tasas se pueden calcular para la mayoría de los países y esto permite hacer comparaciones internacionales de los niveles de natalidad.

Aún cuando esta tasa es fácil de computar, tiene una serie de limitaciones o defectos que la hace inadecuada, en muchas ocasiones en estudios comparativos. Una de estas limitaciones es que en el cálculo de la tasa cruda de natalidad, se incluye como denominador a toda la población aún cuando se sabe que no toda la población de una comunidad está expuesta al riesgo de tener hijos (niños, viejos, solteros, etc.). Debido a esto, esta tasa puede estar afectada por la adición o la eliminación de ciertos grupos que no participan en el proceso de reproducción. Un ejemplo de esto sería si el país x , en el año y tiene una TBN de 25.0 nacimientos por 1,000 habitantes y durante el próximo año llegan a este país, 2,000 personas mientras que el número de nacimientos durante ese año, se mantiene igual, la tasa bruta de natalidad para ese año va a ser menor que la del año anterior debido a que el denominador de la tasa se aumentó por la llegada de los inmigrantes. Este efecto puede darse, por ejemplo, cuando los inmigrantes están mayormente concentrados en grupos no expuestos a riesgo de concebir como niños, solteros, etc. Aunque la comparación de las TBN para los dos años indica un descenso, esto no es indicativo de un descenso en los niveles de fecundidad de la comunidad ya que esta disminución se debió al aumento que ocasionó la adición de la población inmigrante en la población total (denominador). También puede ocurrir que haya aumento en los nacimientos y también en la población, pero que el mismo haya sido proporcionalmente mayor en los habitantes y entonces la tasa va a disminuir sin que esto necesariamente implique que haya habido una disminución real en la fecundidad. En resumen, la tasa cruda de natalidad no es una buena medida del comportamiento reproductivo (fecundidad) de una población, ya que

puede estar afectada por cambios en la proporción de personas no expuestas a riesgo. Si la proporción de niños aumenta o disminuye, por ejemplo, ésto afectará la tasa bruta de natalidad de la comunidad bajo estudio aún cuando no haya ocurrido ningún cambio real en la fecundidad.

Una segunda limitación de las tasas crudas es que éstas están afectadas por la composición por edad de la población femenina existente y por consiguiente su uso como indicador de los niveles de fecundidad puede llevar a conclusiones erróneas especialmente al comparar estos niveles en el tiempo o al compararlos con los niveles de otras comunidades. Hay dos factores relacionados a la composición por edad que afectan las tasas crudas de natalidad. Estos son:

1. la proporción de mujeres en edad de reproducción con respecto a la población total.
2. la distribución de las mujeres en las edades reproductivas en relación a la población total en edades reproductivas.

El hecho de que la TBN de una comunidad sea mayor que la de otra comunidad podría deberse a que en la primera existe una mayor proporción de mujeres en las edades reproductivas y una mayor proporción de mujeres en las edades de mayor reproducción (20-29 años) que en la segunda, y no necesariamente, a que la fecundidad en una comunidad sea mayor que en otra. En otras palabras, se esperaría una mayor cantidad de nacimientos y por consiguiente, una mayor tasa bruta de natalidad en aquellas comunidades donde exista una mayor proporción de personas de alto riesgo que en aquellas comunidades donde esta proporción sea menor, si los demás factores que afectan la fecundidad se mantienen inalteradas.¹ Es debido a esta limitación que la TBN se

¹ Este efecto distorsionador de la estructura por edad y sexo no es tan grande cuando se hace comparaciones anuales de la fecundidad debido a que la composición por edad y sexo varía muy poco de un año a otro.

considera una medida muy cruda de la fecundidad.¹

El ejemplo que sigue ilustra el efecto de diferencias en la estructura de edad y sexo en el análisis de la T.B.N. Suponga que se quiere comparar los niveles de fecundidad de Chile y de Puerto Rico utilizando como indicador la Tasa Bruta de Natalidad (TBN). Estas tasas fueron de 32.8 para Puerto Rico y de 35.8 para Chile lo que llevaría a concluir que la fecundidad de Chile es mayor que la de Puerto Rico. Sin embargo, esto podría deberse a que Chile tiene una mayor proporción de mujeres en las edades de mayor reproducción (20-29). Por lo tanto, tendría más nacimientos y su tasa bruta de natalidad va a ser más alta indicando una fecundidad mayor. Sin embargo, el que la TBN de Chile sea mayor no necesariamente es reflejo de una mayor fecundidad. Para tratar de aclarar esta situación, se obtienen los datos correspondientes a ambos países que se presentan a continuación:

	<u>CHILE</u>	<u>PUERTO RICO</u>
1) TBN (por 1,000)	35.8	32.2
2) $\frac{\%P_{15-44}}{P.T.}$	24.2	21.6
3) $\frac{\%P_{20-29}}{P_{15-44}}$	32.8	30.0

El análisis de estos datos indica que, la proporción de mujeres en edad fértil de la población total es mayor para Chile que para Puerto Rico. Esto indica que la tasa bruta de natalidad de Chile sobreestima su nivel de fecundidad respecto al de Puerto Rico. Esto se debe al hecho de que el que haya mayor proporción de mujeres en edad fértil hace que haya más nacimientos y por lo

¹La tasa bruta de natalidad se considera una medida adecuada y útil en el estudio del crecimiento poblacional.

tanto, la tasa bruta de natalidad sea mayor para Chile. La distribución de las mujeres en edades reproductivas indica mayor proporción en las edades de mayor reproducción (20-29 años) para Chile. Al tener una mayor proporción de mujeres en las edades de 20-29 en donde la fecundidad es mayor, tiene una probabilidad más alta de tener una cantidad mayor de nacimientos que Puerto Rico. Esta mayor cantidad de nacimientos sobre una población total que se mantiene igual resulta en una tasa bruta de natalidad más alta para Chile que para Puerto Rico. Por consiguiente, se puede decir que la TBN de Chile sobreestima su nivel de fecundidad con respecto a la de Puerto Rico debido a este factor y que la diferencia relativa entre estas tasas está sobreestimada también. Para determinar si en realidad la fecundidad de Chile es mayor que la de Puerto Rico, se debe utilizar otras medidas en las cuales se controle por éstas diferencias en la estructura de edad.

Una tercera limitación de la tasa bruta de natalidad es que los datos para su cálculo provienen de dos fuentes distintas, el numerador se obtiene del Registro de Estadísticas Vitales, y el denominador se obtiene del censo o de estimaciones poblacionales. Si el por ciento de registro en estas dos fuentes es distinta, la TBN estaría sobre o subestimada dependiendo de la situación.

En el análisis de la fecundidad se utilizan, además de la tasa bruta de natalidad, medidas más refinadas en las cuales se controlan algunas de estas limitaciones mencionadas anteriormente. Estos indicadores son las siguientes:

1. la tasa de fecundidad general
2. las tasas de fecundidad específicas por edad
3. las tasas ajustadas de natalidad y de fecundidad general
4. la tasa total de fecundidad
5. la tasa bruta de reproducción

3.3.2 Tasa de Fecundidad General (TFG)

Esta tasa muestra la relación entre el total de nacimientos vivos¹ y la población femenina de 15-44 años de edad. Se expresa así:

$$\text{TFG} = \frac{\text{N.V.} \times 1,000}{\text{PF}_{15-44}}$$

donde: N.V. representa los nacimientos vivos ocurridos en la comunidad y en el período bajo análisis.

PF₁₅₋₄₄ representa la población femenina de 15-44 en esa comunidad y en ese período.

La tasa de fecundidad general de Puerto Rico, por ejemplo, para 1970, se calcula de la forma siguiente:

$$\begin{aligned} \text{N.V.}_{1970} &= 67,438 \\ \text{PF}_{1970} &= 528,641 \\ \text{TFG} &= \frac{67,348 \times 1,000}{528,641} = 127.6 \end{aligned}$$

Algunos demógrafos utilizan la población en las edades 15-49, 14-44, 20-44, como denominador de esta tasa.² Esta tasa es alrededor de 4.5 veces mayor que la tasa bruta de natalidad e indica los nacimientos que se le añaden a la población por cada 1,000 mujeres en las edades reproductivas. La misma se acerca más a la definición de una tasa ya que se obtiene dividiendo los nacimientos sobre una población que se acerca más a la población verdaderamente expuesta a riesgo: población femenina en las edades reproductivas. La tasa de fecundidad general, a diferencia de la tasa bruta de natalidad, no está afectada por las diferencias en la proporción de mujeres en edades reproductivas con respecto a

¹Estos nacimientos deben ser corregidos por insuficiencia de inscripción.

²Esto se debe a que en algunos países los nacimientos por debajo de los 15 años o por sobre los 44 años son bastantes frecuentes.

la población total ya que se controla por este factor al utilizar como denominador la población femenina de 15 a 44 años. Tampoco está afectada por la adición o resta de grupos bien jóvenes o viejos debido a que el denominador no incluye estos grupos. La tasa de fecundidad general, sin embargo, está afectada por diferencias en la distribución de las mujeres en las edades reproductivas con respecto al total de mujeres en esas edades. Esto quiere decir, que en el cálculo de esta tasa no se elimina por completo el efecto de las diferencias en la estructura de la población. Es debido a esta posición intermedia de la TFG que se prefiere usar la TBN en el análisis de la fecundidad y que la TFG no se le da mucho uso excepto cuando se quieren hacer comparaciones entre países y se quiere determinar si la proporción de mujeres en edades reproductivas en relación a la población total tiene un efecto mayor o menor en la tasa bruta de natalidad que la distribución de las mujeres en las edades reproductivas. La tasa de fecundidad general, también puede usarse para determinar en qué grado la diferencia de la fecundidad medida por la TBN es genuína y en qué grado representa el efecto extrínseco de la estructura por sexo y edad (sólo, con respecto a la proporción de mujeres en edad reproductiva, dentro de la población total).

El ejemplo que sigue a continuación ilustra esta aplicación de la tasa de fecundidad general en una comparación entre los niveles de fecundidad de Chile y de Puerto Rico para 1963. Los datos que aparecen en la Tabla 1 indican que según la TBN la fecundidad es 14.2 por ciento más baja en Puerto Rico que en Chile, mientras que según la TFG la fecundidad es 2.7 por ciento más baja en Puerto Rico que en Chile. La reducción en la diferencia entre un indicador y otro refleja el efecto de la proporción de mujeres en las edades reproductivas con respecto a la población total la cual se controla en la TFG. En otras palabras, un 11.5 por ciento ($14.2 - 2.7$) de la diferencia en las TBN de Chile y

Puerto Rico se debía al efecto de este factor el cual al ser mayor para Chile (según lo indica la Tabla 1) aumentaba su TBN y por consiguiente sobreestima su nivel de fecundidad con respecto al de Puerto Rico.

TABLA 1

TASAS BRUTAS DE NATALIDAD, TASAS DE FECUNDIDAD
GENERAL Y PROPORCION DE POBLACION FEMENINA DE
15-44 AÑOS PARA CHILE Y PUERTO RICO, 1963

PAIS	<u>TBN</u>	<u>TFG</u>	<u>%PF₁₅₋₄₄</u>
Chile	35.8	146.0	24.2
Puerto Rico	30.7	142.0	21.6
Diferencia Porcentual	14.2	2.7	2.7

Fuente:

3.3.3 Tasas de Fecundidad Específicas

Las tasas específicas se computan para subgrupos de la población. Se pueden computar tasas específicas por edad, por sexo, por estado marital o por las categorías de cualquier otra variable que se quiera analizar. También se pueden calcular tasas específicas para dos o más variables en forma simultánea, por ejemplo, por edad y sexo, estado marital y sexo, etc. Las tasas específicas son indicadores más refinados que la TBN en donde se elimina el efecto estructural que pueda tener una variable ajena al fenómeno bajo estudio. Si se cree que la tasa bruta puede estar siendo afectada por la estructura de edad de la población, por ejemplo, entonces se computan tasas específicas por edad. Para computar estas tasas, es necesario tener el evento bajo investigación (nacimientos, muertes, etc.), así como la población distribuida por categorías de edad. Esta última es una de las más usadas en el campo de la Demografía. Estas tasas junto con otras de uso común, se discutirán en esta sección.

Las tasas de fecundidad específicas por edad, se obtienen dividiendo los nacimientos vivos en cada grupo de edad entre la población femenina en cada grupo de edad. Su fórmula es la siguiente:

$$t_i = NV_i \times 1,000$$

donde:

t_i = tasa defecundidad para las mujeres en el grupo de edad i .

NV_i = nacimientos vivos ocurridos a las mujeres en el grupo de edad i .

p_i = población femenina (a julio 1^{ro}) en el grupo de edad i .

Así, la tasa de fecundidad para mujeres de 15-19 años de edad se obtiene al dividir los nacimientos que le ocurrieron a madres de 15-19 años de edad por la población femenina de 15-19 años de edad.

La tasa de 72.9 para las mujeres en las edades de 15-19, por ejemplo, quiere decir que ocurrieron alrededor de 73 nacimientos por cada mil mujeres de esas edades en el Puerto Rico de 1970. Mediante el análisis de estas tasas de fecundidad, se puede determinar la contribución que las mujeres en las distintas edades hacen a la fecundidad y por consiguiente, al crecimiento poblacional de un país.

En el cálculo de las tasas de fecundidad específicas por edad, se relaciona los eventos en cada grupo específico con la población expuesta a riesgo de concebir en ese mismo grupo, y por lo tanto, y a diferencia de la tasa de natalidad, en estas tasas se está controlando por el efecto que pueda tener la estructura de edad. Estas tasas miden la fuerza de la fecundidad en cada grupo de edad eliminado el efecto que pueda tener la existencia de diferencias en la proporción de mujeres en las edades reproductivas y la distribución de esas mujeres

en las edades de mayor reproducción.¹

La Tabla 2 presenta para Puerto Rico algunos de los indicadores que se utilizan en el análisis de la fecundidad. Se observa que tanto la TBN como la TFG indican que la fecundidad de los puertorriqueños ha disminuído durante el período de 1940 a 1970.

TABLA 2

ALGUNOS INDICADORES DE FECUNDIDAD PARA
PUERTO RICO: 1940 Y 1970

	<u>AÑO</u>	
	<u>1940</u>	<u>1970</u>
Tasa Bruta de Natalidad (TBN)	45.0	24.8
Tasa General de Fecundidad (TFG)	195.9	117.3
Tasas de Fecundidad Específicas por Grupos de Edad		
15-19	92.7	72.9
20-24	294.9	193.6
25-29	311.6	181.5
30-34	255.9	103.0
35-39	166.7	56.1
40-44	51.5	23.8

Sin embargo, a base de esos dos indicadores, no se puede concluir que la fecundidad en Puerto Rico ha descendido debido a que este cambio puede haberse debido a una reducción en la población femenina en las edades de mayor reproducción sin que necesariamente haya habido una disminución en la fecundidad. Por esta razón, se analizan las tasas de fecundidad por edad mediante las cuales

¹Diferencias en los patrones de edad de la reproducción también pueden medirse en términos de la edad mediana o la edad promedio de los partos. Esta medida distingue a aquellas poblaciones que tienen sus niños tempranos de aquellas que los tienen tarde: Irlanda tiene una edad mediana de partos de 31.1 y Hungría de 24.5, por ejemplo.

se puede determinar si el descenso en la fecundidad ha sido real. Efectivamente, se observa un descenso en las tasas de fecundidad de todos los grupos de edad lo que indica que el descenso en la fecundidad de los puertorriqueños durante ese período, ha sido real.

Las tasas de fecundidad específicas por edad muestran una curva peculiar independientemente del nivel de fecundidad. La fecundidad aumenta con la edad y alcanza sus valores máximos entre los 20-29 años y después desciende (Gráfico 1), Entre las edades 20-29, se producen del 50 al 60 por ciento de todos los nacimientos. Las mujeres entre los 15-39 años contribuyen con un 92 a un 98 por ciento al total de nacimientos. Las mujeres mayores contribuyen más al total de nacimientos cuando los niveles de fecundidad son altos que cuando estos son bajos.

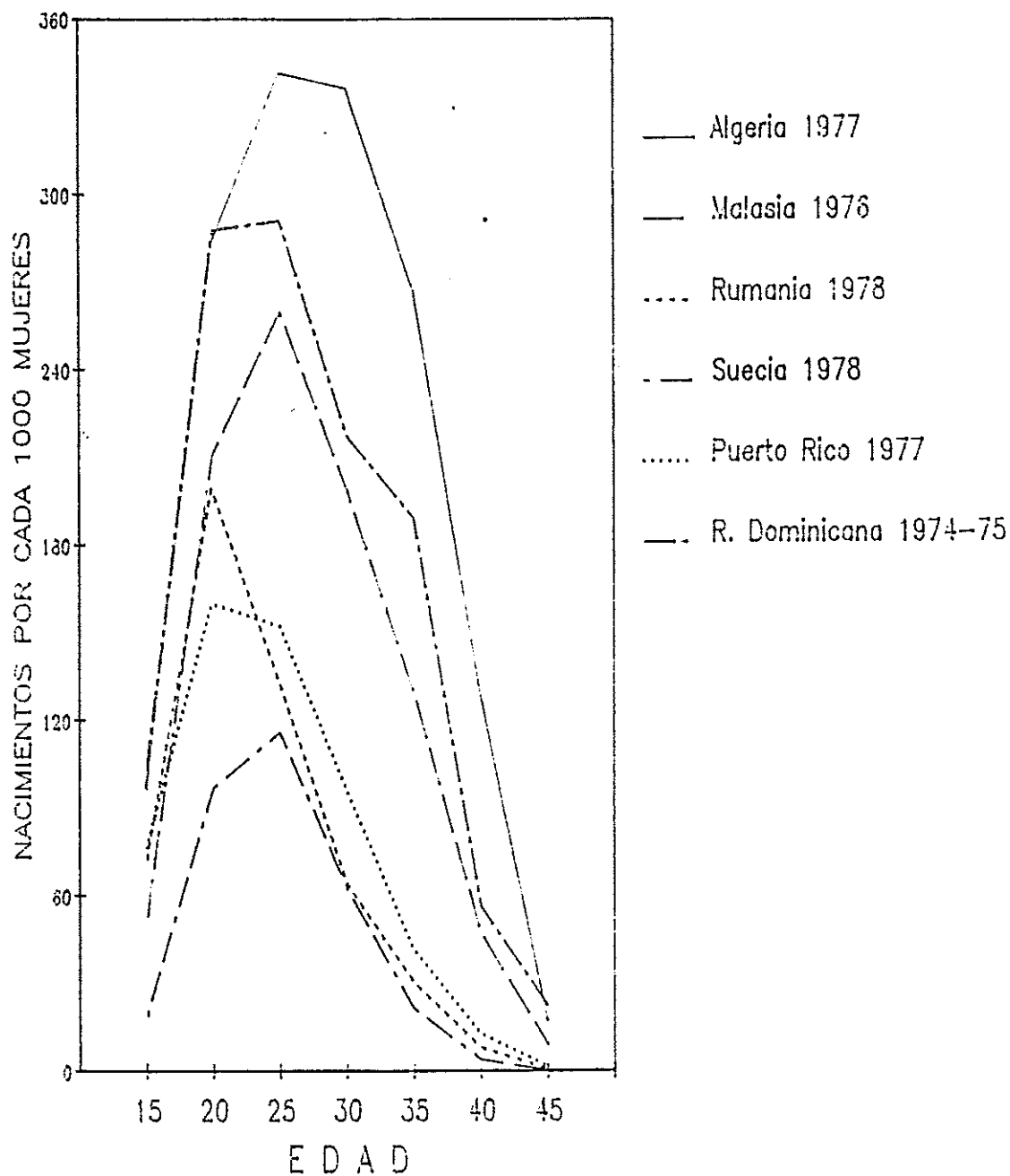
Además de servir para realizar análisis más refinados de la fecundidad, las tasas específicas de fecundidad por edad se utilizan para calcular medidas resumidas como la tasa total de fecundidad y las tasas brutas y neta de reproducción. También constituyen información básica indispensable para análisis longitudinal, de la fecundidad. Cuando se dispone de estas tasas para cierto número de períodos, es posible trazar la historia de la fecundidad en un cohorte y compararlo con otro no sólo en cierto momento sino a través de su historia reproductiva.

Las tasas de fecundidad por edad, por otro lado, tienen las siguientes desventajas:

1. los datos para su cálculo provienen de distintas fuentes, los nacimientos de los registros demográficos y la población de los censos. No siempre se tienen las dos fuentes y el grado de confiabilidad de ambos puede ser distinto.
2. la mayoría de las veces, estas tasas sólo se pueden computar para los años en que se realiza el censo debido a que no existen estimados intercensales confiables por sexo y edad.

GRAFICO 1

TASAS DE FECUNDIDAD POR GRUPOS DE EDAD,
PAISES Y AÑOS SELECCIONADOS



Fuente: U.S. Agency for International Deveopment, Demography Division of the Office of Population, Population Reference Bureau and Georgetown University's Center for Population Research World Fertility, January, 1981.

3. no provee un indicador resumen sobre los niveles de fecundidad donde se controle el efecto de la estructura de edad.
4. cada tasa provee una magnitud distinta de la fecundidad, cada una de las cuales está sujeta a una interpretación un tanto diferente al comparar los niveles de fecundidad.
5. resulta sumamente difícil y tedioso su análisis ya que hay que analizar un sinnúmero de tasas. En muchas ocasiones, las tasas en algunos grupos de edad cambian en una dirección y las correspondientes a otros grupos cambian en otra dirección. Por ejemplo, al comparar las tasas de fecundidad específicas por edad, para Puerto Rico, para los años 1960 y 1970, se podría encontrar que las tasas para los grupos de 20-29 años aumentan, mientras que las demás tasas disminuyen. Esto hace sumamente difícil el determinar si los niveles de fecundidad en ese país han aumentado o han disminuído.
6. los datos sobre nacimientos por edad de la madre y de las tasas específicas de fecundidad por edad van a estar afectadas por variaciones en el registro de estos nacimientos por edad, en la subenumeración de la población femenina por edad y en la falta de comparabilidad en la cobertura del censo y de las estadísticas de nacimiento.

Otro tipo de tasas específicas importantes en el análisis de la fecundidad son las tasas por orden de nacimiento. Orden de nacimiento se refiere al número de niños nacidos vivos a la madre incluyendo el último de éstos. La forma más simple de analizar la fecundidad por orden de nacimiento es calculando la distribución de los nacimientos para esta variable. Esto se obtiene dividiendo los

nacimientos en cada orden entre el total de nacimientos. Aunque esta es la forma más simple de analizar el orden, esta distribución está afectada por diferencias en la estructura de edad, el estado marital, etc. Existen marcadas diferencias en la distribución de los nacimientos por orden entre los distintos países del mundo como se puede ver en la Tabla 3.

TABLA 3

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS NACIMIENTOS POR
ORDEN, PAISES Y AÑOS SELECCIONADOS

<u>PAIS</u>	<u>PUERTO RICO</u>	<u>ESTADOS UNIDOS</u>	<u>EGIPTO</u>	<u>COSTA RICA</u>
ORDEN	1973	1973	1973	1974
Primero	35.1	41.6	19.2	30.8
Segundo	24.4	31.0	20.8	20.6
Tercero	15.8	13.8	18.2	12.6
Cuarto	8.7	6.0	15.3	8.3
Quinto	5.0	2.8	10.4	5.8
Sexto	3.2	1.4	7.3	4.6
Séptimo	2.2	0.8	4.3	3.6
Octavo y más	5.6	1.1	2.5	12.1
Desconocido	-	1.5	2.0	1.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Otra forma de analizar la fecundidad, por orden de nacimiento, es calculando la tasa de fecundidad general específica por orden de nacimiento. La fórmula para calcular estas tasas es la siguiente:

$$TFG^O = \frac{N_o^V}{PF_{15-44}} \times 1,000$$

donde: TFG^O = la tasa de fecundidad general por orden de nacimiento

N_o^V = nacimiento de un orden específico

PF_{15-44} = población femenina de 15-44 años del período bajo análisis.

La tasa de fecundidad general, para los nacimientos de orden uno, por ejemplo, se calcula dividiendo los nacimientos de primer orden entre la población femenina de 15-44 años multiplicado por 1,000.

Estas tasas indican el número de nacimientos de cada orden (primero, segundo, etc.) que se le añaden a la población por cada 1,000 mujeres en edades reproductivas y descienden según aumenta el orden de nacimiento.

Existen diferencias marcada entre los países en estas tasas ya que los países con niveles altos de fecundidad tienen tasas más altas en las órdenes mayores que los países con niveles bajos de fecundidad.

La suma de las tasas generales específicas por orden de nacimientos es igual a la tasa de fecundidad general. Estas tasas se pueden sumar debido a que su denominador es el mismo. Se pueden computar tasas de fecundidad específicas por orden de nacimientos y edad. La fórmula para esto es la siguiente:

$$t_i^o = \frac{NV_i^o}{P_i F_i}$$

donde: t_i^o = tasas específicas por orden de nacimiento y edad

o = orden de nacimiento

i = edad específica

NV_i^o = nacimientos de un orden a mujeres de una edad i .

PF_i = la población femenina en un grupo de edad i .

Por ejemplo, la tasa de fecundidad para el primer orden y para las mujeres en las edad 20 a 24 sería:

$$t_{20-24}^1 = \frac{N_{20-24}^1}{P_{20-24}^f} \times 1,000$$

La suma de las tasas específicas por edad y orden para todas las órdenes en un grupo de edad en particular es igual a la tasa de fecundidad específica por edad para ese grupo. Por ejemplo, la tasa de fecundidad para las mujeres en las edades de 20-24 años será igual a:

$$\frac{N_{20-24}^1}{P_{20-24}^f} + \frac{N_{20-24}^2}{P_{20-24}^f} \dots$$

Las tasas específicas por edad y orden no pueden sumarse para un orden en particular en todas las edades y obtener la tasa de fecundidad general para ese orden ya que los denominadores de estas tasas son diferentes.

Las medianas de edad de la mujer se pueden computar para cada orden de nacimientos utilizando las tasas específicas por edad y orden. Este valor indica la edad típica a que una mujer tiene su primer, segundo, etc. hijo. La mediana para el primer nacimiento sugiere la edad a que se empiezan las familias. Si se calcula el número promedio de hijos por mujer, se puede identificar la edad en que se completa la familia. Por ejemplo, para 1963, la población femenina de Costa Rica tenía una mediana de edad en el primer nacimiento de 21.6. La tasa de fecundidad total para esa misma población fue de 7.3 niños la cual corresponde a una mediana de edad de 32 años. Esta mediana representa la edad promedio en que la mujer de Costa Rica termina su familia. Las diferencias entre los valores para las medianas de edad correspondientes a órdenes consecutivos es una medida del intervalo de espaciamiento entre nacimientos.

La tasa general de fecundidad marital (TGFM) es otra medida específica de la fecundidad. Esta tasa se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

$$TGFM = \frac{NV}{PC_{15-44}} \times 1,000$$

donde: PC_{15-44} = mujeres casadas de 15-44 años

Esta es una tasa de fecundidad más refinada ya que se utiliza como denominador, una población que se acerca más a la población verdaderamente expuesta al riesgo de concepción. También se puede calcular la tasa de fecundidad legítima general la cual se obtiene dividiendo los nacimientos legítimos (NL) entre la población femenina casada de 15-44 años.

Hay diferencias internacionales importantes en la clasificación de la población por estado marital y por nacimientos ilegítimos que tienen efectos serios en

la comparabilidad internacional de las tasas de fecundidad marital. La diferencia entre la tasa de fecundidad marital y la tasa de fecundidad legítima general es una función de la proporción de nacimientos que son legítimos. En aquellos países con una alta proporción de matrimonios consensuales pueden existir grandes diferencias en estas tasas debido a que los casados consensuales no se incluyen como casados y sus nacimientos no se cuentan como legítimos.

Existen varios indicadores que se utilizan para analizar la ilegitimidad. La primera se obtiene dividiendo el número de nacimientos ilegítimos (NI) entre los nacimientos vivos totales (NV). La segunda se obtiene dividiendo los nacimientos ilegítimos entre la población no casada (solteras, viudas, divorciadas) de 15-44 años:

$$\frac{NI}{PFNC_{15-44}} \times 1,000$$

donde:

$PFNC_{15-44}$ = representa la población femenina no casada de 15-44 años.

3.3.4 Tasas Ajustadas

Como se señalara anteriormente, las tasas brutas no son los mejores indicadores para medir los niveles y cambios de fecundidad o mortalidad de los países. Esto se debe a que estos indicadores están afectados por la estructura poblacional existente. Una forma de controlar el efecto de la estructura o composición poblacional es mediante el uso de tasas específicas. Esto es así ya que en el cálculo de estas tasas se relacionan los eventos en cada grupo específico con la población expuesta en ese mismo grupo específico. Sin embargo, el uso de estas tasas en el análisis de los distintos componentes demográficos tienen varias limitaciones según se señalan en la sección anterior de este capítulo.

Para obtener una medida resumen de los niveles de fecundidad en el que se controle el efecto de la estructura de edad es que se recurre al procedimiento de ajuste de tasas. Una tasa ajustada es un indicador que mide la frecuencia de ocurrencia de un evento controlando el efecto que variables ajenas al fenómeno bajo estudio (Ejemplo: niveles de fecundidad o de mortalidad) pueden haber tenido. Estas medidas resúmenes llamadas tasas ajustadas, se pueden comparar sin temor a que las diferencias entre ellas se deban a la estructura de edad.

Existen dos métodos de ajuste de tasas que son los siguientes:

- a) método directo
- b) método indirecto

Con ambos métodos se puede ajustar más de una variable en cuyo caso sería un ajuste múltiple.

3.3.4.1 Método Directo de Ajuste de Tasas

El cálculo de una tasa ajustada está basada en la siguiente lógica matemática:

(1) una tasa bruta (t) se obtiene de la siguiente forma:

$$t = \frac{\text{eventos totales (e)}}{\text{población expuesta (p)}}$$

(2) una tasa específica (t_i) se obtiene de la siguiente forma:

$$t_i = \frac{\text{eventos específicos } (e_i)}{\text{población expuesta específica } (p_i)}$$

(3) de la relación expresada en (2) se pueden obtener los eventos específicos resolviendo matemáticamente por e_i :

$$e_i = t_i P_i$$

(4) la suma de todos los eventos específicos (e_i) daría los eventos totales (e): $e = e_i = t_i P_i$

(5) por lo tanto, en la fórmula para el cálculo de la tasa bruta (1), podemos sustituir el numerador (eventos totales) por $t_i P_i$, y ésto nos daría lo siguiente: $t = \frac{t_i P_i}{p}$

Esta relación lo que dice es que las tasas brutas son promedios ponderados de las tasas específicas ya que a cada tasa se le está dando el peso correspondiente de acuerdo a su población. Esto pesos están dados por las proporciones que representan cada población específica (P_i) de la población total (p). En otras palabras, está dado por $\frac{p_i}{p}$.

Lo que se hace en el ajuste de tasas es sustituir las poblaciones específicas reales (p_i) por otra población ajena al país bajo análisis a la cual se le llama población estándar (P_i^s) que al multiplicarla por las tasas específicas de la comunidad bajo estudio, daría los eventos esperados si se tuviese la estructura de la población estándar. Estos eventos esperados se dividen por la población estándar (P^s) y se obtiene la tasa ajustada.

En otras palabras, mientras que la tasa bruta de natalidad se calcula de la siguiente manera: $t = \frac{\text{Nacimientos vivos}}{\text{Población}} = \frac{\sum t_i P_i}{p}$, la tasa ajustada de natalidad se calcula de la siguiente forma: $t = \frac{\text{Nacimiento vivos esperados}}{\text{Población Estándard}} = \frac{\sum t_i P_i^s}{P^s}$

Al utilizar otra población ajena al estudio realizado se puede controlar el posible efecto de la estructura poblacional y se puede determinar si las diferencias entre la tasa ajustada de la comunidad bajo estudio con las tasas brutas de natalidad de esa misma comunidad o de otras se debe a diferencias en la características bajo estudio (mortalidad o fecundidad, por ejemplo) o a diferencias en la estructura de edad.

El procedimiento para ajustar por edad la tasa bruta de natalidad (t^*) por el método directo es el siguiente:

- (1) se obtienen las tasas de fecundidad específicas por edad de la comunidad que se está estudiando (t_i).
- (2) se obtiene una población específica por edad que se va a utilizar como estándar (P_i^s).
- (3) se multiplican las tasas específicas obtenidas en (1) por sus respectivas poblaciones específicas estándares obtenidas en (2) ($t_i P_i$).
- (4) mediante esta multiplicación se obtienen los nacimientos esperados si la comunidad bajo estudio estuviese la distribución poblacional por edad que se utilizó como estándar.
- (5) se suman los nacimientos esperados obtenidos en (3) y el resultado se divide entre la población total de la comunidad que se utiliza como estándar.

$$\frac{t_i P_i^s}{P^s}$$
 El resultado de esta división es la tasa de natalidad ajustada por la estructura de edad.

La población que se utiliza como estándar puede ser una de las poblaciones de las áreas bajo estudio, una población promedio de las poblaciones correspondientes a las áreas bajo análisis o una población que no pertenece a ninguna de las unidades de análisis. Cuando los dos o más países o años que se comparan tienen unas poblaciones que difieren grandemente entre sí se debe usar una población intermedia en composición entre las poblaciones de los países a compararse ya que de otra forma se efectarían los resultados y las conclusiones a obtenerse.

La diferencia entre la tasa ajustada y la tasa bruta de la comunidad bajo estudio va a diferir dependiendo de la población estándar que se utiliza. De igual forma, las diferencias entre las tasas ajustadas de dos comunidades va a variar dependiendo de la población estándar utilizada.

En el análisis de la fecundidad se puede ajustar tanto la tasa bruta de natalidad como la tasa de fecundidad general. La única diferencia entre ambos ajustes estriba en que en el ajuste de la tasa bruta de natalidad se divide por la población total estándar y en el ajuste de la tasa de fecundidad general se divide por la población femenina de 15 a 44 años. Esto se debe a que por definición en el cálculo de cada una de estas tasas se divide por estas dos poblaciones respectivamente.

En la Tabla 4, se presenta la aplicación del método de ajuste de tasas en el análisis de la fecundidad en Puerto Rico. En 1940, la tasa bruta de natalidad en Puerto Rico fue 45 nacimiento por 1,000 habitantes mientras que ya para 1960, esta tasa había descendido a 33.5.¹ Esto representa un descenso de 25.6 por ciento durante este período. De 1940 a 1960, ocurrieron cambios significativos en la estructura por edad y sexo de la población puertorriqueña debido al gran movimiento emigratorio ocurrido hacia los Estados Unidos durante ese mismo período. Esta disminución en la TBN puede ser el resultado, tanto de cambios ocurridos en la estructura poblacional como de cambios en los niveles de fecundidad. Es por esto que el análisis de la TBN no necesariamente esté indicando cambios reales en fecundidad ocurridos en Puerto Rico durante ese período. Por tal razón, se ajustó la tasa bruta de natalidad de 1940 utilizando como población estándar la población específica por edad de Puerto Rico de 1960 para controlar por la diferencias en la

¹José L. Vázquez Calzada, "Fertility Decline in Puerto Rico: Extent and Causes", *Demography*, 5:2, 1968. Estas tasas están corregidas por insuficiencia de inscripción.

TABLA 4

CALCULO PARA EL AJUSTE DE LA TASA BRUTA DE NATALIDAD Y DE LA
TASA DE FECUNDIDAD GENERAL, PUERTO RICO: 1940

	TASA DE FECUNDIDAD ESPECIFICA POR EDAD 1940 (t_i^{40})	POBLACION FEMENINA PUERTO RICO ESPE- CIFICA POR EDAD, 1960 (ESTANDAR) (P_i^{60})	NACIMIENTOS ESPERADOS $(t_i^{40} P_i^{60})$
15 - 19	92.7	124,258	11,518
20 - 24	294.9	91,873	27,093
25 - 29	311.6	74,219	23,126
30 - 34	255.9	68,006	17,402
35 - 39	166.7	69,072	11,514
40 - 44	51.5	54,266	2,794
Total		481,694	93,447

$$\text{a. Tasa Bruta de Natalidad} = \frac{\text{Nacimientos Vivos, 1940} \times 1000}{\text{Población, 1940}} = \frac{72388}{1,869,255} = 38.7/1000$$

$$\text{b. Tasa de Natalidad Ajustada} = \frac{\text{Nacimientos Esperados} \times 1000}{\text{Población St. - PR. 1960}} = \frac{93447 \times 1000}{2,349,544} = 39.8/1000$$

$$\text{c. TFG} = \frac{\text{Nacimientos Vivos, 1940} \times 1000}{\text{Población Femenina 15-49, 1940}} = \frac{72388 \times 1000}{429,722} = 168.5/1000$$

$$\text{d. TFGajustada}_{1940} = \frac{\text{Nacimientos Esperados}}{\text{Población Femenina Estándar, PR, 1960}} = \frac{93447}{481,694} = 194.0/1000$$

estructura de edad ocurrida durante el período.

Los resultados de este análisis indican, según se puede ver en la Tabla 5, que la tasa ajustada para ambos años, fue de 39.8 en 1940 y de 33.5 en 1970. Esto representa un por ciento de reducción de 15.4 durante el período. La diferencia existente entre estas dos tasas no se debe a la estructura de edad ya que se utilizó la misma estructura en el cálculo de ambas tasas. Esta diferencia puede deberse a que hubo cambios reales en la fecundidad o a que hubo cambios en cualquier otra variable no controlada.

La diferencia entre el por ciento de cambio de las tasas brutas y el por ciento de cambio de las tasas ajustada mide la magnitud del efecto de la estructura de edad. Esto es así ya que el por ciento de cambio de las tasas brutas (que fue 25 en este caso) refleja el efecto de todos los factores, mientras que el por ciento de cambio de las tasas ajustadas (16 en este ejemplo) refleja el efecto de todos los factores excepto el efecto de la edad que es el factor que se ha controlado. Se puede concluir, entonces, que un 10.2 por ciento de la reducción en la TBN durante este período se debió al efecto que tuvieron los cambios en la estructura de edad durante el período. Esto incluye cambios en la proporción de mujeres en las edades reproductivas y cambios en la distribución de las mujeres en las edades reproductivas respecto al total de mujeres en esas edades. La importancia de estos dos factores se puede determinar mediante el análisis de las tasas generales de fecundidad.

La Tabla 5 también incluye la tasa de fecundidad general de Puerto Rico y la tasa de fecundidad general ajustada para los años 1940 y 1960.

Se observa un descenso similar en ambas tasas durante el período: 16.2 y 15.4 por ciento respectivamente. Esto indica que los cambios registrados en la proporción de las mujeres en las edades reproductivas respecto al total de mujeres en esas edades, que es la variable que se controla al hacer el ajuste, tuvo muy poco efecto en el descenso que se observa en la tasa de fecundidad general.

TABLA 5

TASAS BRUTAS DE NATALIDAD, TASAS AJUSTADAS DE NATALIDAD*
Y TASAS DE FECUNDIDAD GENERAL, PUERTO RICO: 1940 Y 1960

<u>AÑO</u>	<u>TBN</u>	<u>TBNAJUSTADA</u>	<u>TGF</u>	<u>TGFAJUSTADA</u>
1940	45.0	39.8	195.9	194.0
1960	33.5	33.5	168.5	168.5
<u>POR CIENTO DE CAMBIO</u>				
1940-60	25.6	15.4	16.2	15.4

* Ajustadas utilizando como estándar la población
por edad de Puerto Rico de 1960.

Handwritten signature or initials

3.3.4.2 Métodos Indirecto de Ajuste de Tasas

El método indirecto de ajuste de tasas no se puede utilizar cuando las tasas específicas de la comunidad bajo estudio no están disponibles. En tal caso, se puede utilizar el método indirecto de ajuste de tasas. Para aplicar este método se requieren los siguientes datos:

- a. la distribución por edad de la población bajo estudio.
- b. las tasas específicas por edad (de mortalidad, fecundidad, etc.) de una población que se utilizará como estándar.

El procedimiento para el ajuste de tasas por el método directo es el siguiente:

- a. Se computa lo que se conoce como tasa índice para la comunidad o el año para el cual se quiere computar la tasa ajustada. La tasa índice (T.I.) se calcula así:

$$TI = \frac{\sum_{i=1}^{44} p_i T_i}{p}$$

donde: p_i = población de la comunidad bajo estudio en las categorías correspondientes a la variable i .

p = población total de la comunidad bajo estudio.

T_i = tasas específicas de la comunidad que se utiliza como estándar en las categorías correspondientes a la variable i .

Esta tasa índice lo que indica es cual sería, dada la distribución de su población por la variable considerada, la tasa esperada en la comunidad bajo estudio, si la fuerza de ese evento en esa comunidad o en ese año hubiese sido la

experimentada por la comunidad o el año que se utiliza como estándar. Por consiguiente, la característica de la comunidad bajo estudio, (mortalidad, fecundidad, etc.) no interviene para nada en el cálculo de la tasa índice, y ésta difiere de la tasa bruta de la comunidad que se utiliza como estándar únicamente porque la composición de ambas poblaciones por grupos de edad es diferente. Esto lleva al segundo paso.

- b. Se divide la tasa bruta de la comunidad estandar (T) por la tasa índice (T.I.) para obtener la relación de esta diferencia (indica la relación de la diferencia en la composición entre ambas poblaciones). Por consiguiente, esta razón entre ambas tasas es una medida de la dirección y el grado de desviación entre la composición poblacional de la comunidad bajo estudio y la de la comunidad estándar.

Se considera esta razón, entonces un factor de esa diferencia entre ambas composiciones y se le llama factor de estandarización (F.E.).

Factor de Estandarización (F.E.) =

$$\frac{\text{Tasa Bruta de Comunidad Estándar (T)}}{\text{Tasa Índice (T.I.)}}$$

- c. Este factor de estandarización se multiplica por la tasa bruta de la comunidad o del año bajo estudio, corrigiendo esta última, y señalando la fuerza del evento en la comunidad bajo estudio sobre la base de una distribución de grupos de edad análoga a la de la población estándar.

$$\text{Tasa Ajustada (t}^*) = \text{F.E.} \times t$$

donde:

t = tasa bruta de comunidad bajo estudio

Lo anteriormente dicho se resume de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 t^* &= F.E. \times t \\
 &= \frac{T}{T_i} \times t \\
 &= \frac{\sum P_i T_i}{P} \times \frac{\sum p_i t_i}{P}
 \end{aligned}$$

Si no hay diferencia en la estructura por edad de ambas comunidades, la tasa bruta y de la comunidad standard la tasa índice de la comunidad bajo estudio tienen que ser iguales, ya que:

$$\frac{\frac{P_i T_i}{P}}{\frac{p_i T_i}{P}} = 1 \text{ que multiplicado por la tasa bruta va a ser igual a la tasa bruta}$$

Hay una forma corta de aplicar el método indirecto que se indica a continuación:

$$t^* = \frac{\text{eventos en comunidad bajo estudio} \times T}{\text{eventos esperados si se tuvieran tasas específicas de comunidad estándar}}$$

donde: T representa la tasa bruta de la comunidad estándar.

La lógica matemática detras de esta fórmula es la siguiente

$$\begin{aligned}
 t^* &= \frac{T \times t}{\frac{\sum p_i T_i}{P_t}} \\
 &= \frac{\frac{\sum P_i T_i}{P_t}}{\frac{\sum p_i T_i}{P_t}} \times \frac{\sum p_i t_i}{P_t}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{\sum p_i t_i}{P_t} \\
 = & \frac{\sum p_i T_i}{P_t} \times \frac{P_t}{\sum p_i T_i} \\
 = & \frac{\sum p_i t_i}{\sum p_i T_i} \times T
 \end{aligned}$$

Una serie de tasas ajustadas por el método indirecto no son comparables para más de dos países o de dos años, ya que los pesos poblacionales o poblaciones estándares que se utilizan varían de una tasa a otra. Mediante este método sólo se pueden comparar un máximo de dos áreas o dos años.

En la Tabla 6, se presenta el procedimiento de ajuste de tasas por el método indirecto para las tasas brutas de natalidad y la tasa de fecundidad general y en la Tabla 7 se presenta un análisis de los resultados. En esta última, se observa que el por ciento de reducción en las tasas brutas de natalidad ajustada fue de 10 en comparación con un 25 por ciento para las tasas brutas. Esto indica que un 15 por ciento de la reducción en las tasas brutas se debió a cambios en la estructura de edad.

Por otro lado, la tasa de fecundidad general ajustada se redujo en un 10 por ciento durante el período mientras que la tasa de fecundidad general tuvo una reducción de 16 por ciento. La diferencia entre ambos por cientos de cambio fue de 6 por ciento el cual puede atribuirse a los cambios ocurridos durante el período en la distribución de las mujeres en las edades reproductivas.

Al igual que indicó el ajuste por el método directo, el ajuste por el método indirecto indica que una parte substancial de la reducción en la tasa bruta de natalidad se debió a cambios en la estructura de edad ocurridos durante el período.

TABLA 6

AJUSTE DE LAS TASAS BRUTAS DE NATALIDAD Y GENERAL DE FECUNDIDAD
1940, UTILIZANDO LAS TASAS ESPECIFICAS DE 1960 (Método Indirecto)

POBLACION FEMENINA 15-44 AÑOS	TASAS ESPECIFICAS POR EDAD	EVENTOS ESPERADOS 1940
1940 (p _i)	1960 (T _i)	(p _i T _i)
15-19	106,689	10,882
20-24	103,862	29,943
25-29	75,745	18,565
30-34	50,584	8,018
35-39	50,609	5,587
40-44	42,233	2,568
Total	429,722	76,563

Ajuste TBN

$$(1) \quad TI = \frac{\sum p_i T_i}{P_{t1940}}$$

$$TI = \frac{75,563}{1,869,255}$$

$$= .0404$$

$$(2) \quad FE = \frac{TBN_{60}}{TI}$$

$$FE = \frac{.0336}{.0404}$$

$$= .83168$$

$$(3) \quad t^* = FE \times t_{40}$$

$$= (.83168) (.0450)$$

$$= 27.4$$

Ajuste TFG

$$(1) \quad TI_{TGF} = \frac{75,563}{429,722}$$

$$= .176$$

$$(2) \quad FE = \frac{.164}{.176}$$

$$= .93239$$

$$(3) \quad t^* = (.93239) (.1959)$$

$$= 182.7$$

TABLA 7

TASAS BRUTAS DE NATALIDAD, TASAS AJUSTADAS DE NATALIDAD
POR EL METODO INDIRECTO Y TASAS DE FECUNDIDAD
GENERAL, PUERTO RICO: 1940 Y 1960

<u>AÑO</u>	<u>TBN</u>	<u>TNAJ</u>	<u>TGF</u>	<u>TGFAJ</u>
1940	45.0	37.4	195.9	182.7
1960	33.5	33.6	164.1	164.1
Por Ciento de Cambio	25.6	10.2	16.2	10.2

3.3.5 Tasa Total de Fecundidad (TTF)

La tasa total de fecundidad es otra medida resumen ajustada por edad que se utiliza en el análisis de la fecundidad. Es la suma de las tasas específicas por edades sencillas dentro del intervalo de reproducción según sea definido. Cuando las tasas específicas se calculan por un intervalo mayor de un año, se multiplica la suma por el tamaño del intervalo. Teóricamente representa el número total de hijos que tendría un cohorte de mujeres que inicia su vida reproductiva si a lo largo de toda su vida reproductiva estuviese expuesta a los riesgos de fecundidad específicos por edad existentes en la fecha para el cual se hace el cálculo. También representa el número medio de hijos nacidos vivos por mujer de un cohorte no expuesto a la mortalidad antes del término de su período reproductivo y sujeta a unas tasas específicas de fecundidad. Esta medida se obtiene de la siguiente forma:

1. Se calculan las tasas específicas de fecundidad por grupos quinquenales de edad (t_i).
2. Se suman las tasas específicas de fecundidad por grupos de edad.
3. Se multiplica la suma obtenida en (2) por el tamaño del intervalo.

Su fórmula es la siguiente:

$$TTF = \sum_{i=15}^{49} t_i$$

$i=15$

Si los intervalos de edad son desiguales, la multiplicación por el tamaño del intervalo se hace antes de la suma. La tasa total de fecundidad también se considera una tasa ajustada ya que el peso que se le asigna a cada tasa específica es el mismo (uno en el caso de que sean tasas específicas por edades sencillas y cinco en el caso de que sean tasas específicas para grupos de edad de 5 años). Por

esta razón, tampoco está afectada por diferencias en la estructura de edad.

Como se puede ver en el cálculo de esta tasa, se utilizan tasas específicas por edad para una fecha específica (o sea, tasas transversales). Cada una de estas tasas mide la experiencia de fecundidad de cohortes de edad distintos a etapas diferentes en su vida reproductiva. Es por ésto, que la suma de éstas representan la fecundidad de un cohorte sintético.¹

Por ellos también, este indicador representa el tamaño familiar completado para un cohorte sintético de mujeres. La tasa total de fecundidad tiene la desventaja de que es sensitiva a la subinscripción de nacimientos o a la subenumeración de mujeres en edades reproductivas. Sin embargo, debido a que representa una medida resumen de la fecundidad, sirve para hacer comparaciones con otros indicadores.

Generalmente, esta tasa se expresa como nacimientos por cada mujer. La tasa total de fecundidad y el número de hijos nacidos por mujer se calculan de la misma manera. Sólo una fluctuación muy grande puede hacer que las 2 medidas sean diferentes.

La Tabla 8 ilustra el cálculo de la tasa total de fecundidad utilizando las tasas específicas de fecundidad de Puerto Rico para 1940 y 1970.

¹Se le llama cohorte sintético porque se utilizan los niveles de fecundidad que tuvieran distintos cohortes de mujeres en una misma fecha como representativas de un cohorte de mujeres que entra a la vida reproductiva a los 15 años. La fecundidad de un cohorte verdadero el cual se sigue a lo largo de toda su vida reproductiva.

TABLA 8

CALCULO DE LA TASA DE FECUNDIDAD
PARA PUERTO RICO, 1940 Y 1970

<u>EDAD</u>	<u>1940</u>	<u>1970</u>
15 - 19	92.7	72.9
20 - 24	294.9	193.6
25 - 29	311.6	181.5
30 - 34	255.9	103.0
35 - 39	166.7	56.1
40 - 44	51.5	23.8
Tasas	1173.3	630.9

$$TTF = \frac{n(t_1)}{1,000}$$

$$TTF_{1940} = \frac{(117.33) (5)}{1000} = \frac{5866.5}{1000} = 5.9$$

$$TTF_{1970} = \frac{(630.9) 5}{1000} = \frac{3154.5}{1000} = 3.1$$

Los resultados de este cálculo indican que en el 1940, la TTF fue de 5.9 nacimientos por cada mujer mientras que en 1970 ésta fue de 3.1. Al igual que los otros indicadores analizados, la TTF tiende a indicar que durante este período hubo una reducción en los niveles de fecundidad de la población puertorriqueña. Esta reducción en la TTF no se explica por cambios en la estructura de edad de la población ya que en el cálculo de esta tasa se controla por este factor.

3.3.6 Tasa Bruta de Reproducción

La tasa bruta de reproducción (TBR) es un caso especial de la tasa total de fecundidad. La misma indica el número de hijas que un cohorte de mujeres no expuestas a la mortalidad antes del término de su período reproductivo tendría si

a lo largo de toda su vida estuviese expuesta a los riesgos de fecundidad por edad existente en un período específico. Al igual que la TTF, la tasa bruta de reproducción no está afectada por diferencias en la estructura de edad.

El procedimiento para obtener esta tasa es el siguiente:

- 1) Se calculan las tasas específicas por edad considerando sólo los nacimientos femeninos.
- 2) Se suman las tasas específicas para nacimientos femeninos.
- 3) Se multiplica la suma obtenida en (2) por el tamaño del intervalo de edad. Su fórmula es la siguiente:

$$TBR = n \cdot t_i^f$$

Se puede obtener una aproximación de esta tasa multiplicando la tasa total de fecundidad por la proporción de nacimientos femeninos (NF) con respecto al total de nacimientos (NT).

A continuación, se ilustra esa aproximación utilizando las TTF de Puerto Rico para 1940 y 1970:

$$\begin{aligned} TBR_{1940} &= TTF_{1940} \left(\frac{NF}{NT_{1940}} \right) \\ &= 5.9 (.48978) \\ &= 2.9 \text{ nacimientos femeninos por mujer} \\ TBR_{1970} &= TTF_{1970} \left(\frac{NF}{NT_{1970}} \right) \\ &= 3.1 (.48812) \\ &= 1.5 \text{ nacimientos femeninos por mujer} \end{aligned}$$

Los resultados indican que en 1940 las mujeres tuvieron un promedio de 2.9 nacimientos femeninos por mujer y para 1970 este promedio fue de 1.5, registrándose un descenso de un 50 por ciento durante el período.

CAPITULO 4

METODOS DE ANALISIS DE LA FECUNDIDAD PROVENIENTES
DE LOS CENSOS Y LAS ENCUESTAS

4.1 Introducción

Los censos poblacionales, además de suplir los denominadores que se necesitan para calcular las tasas vitales, pueden proveer datos directos sobre fecundidad los cuales pueden utilizarse, ya sea, como complementos de otros indicadores de fecundidad o para medir la fecundidad en aquellas áreas donde no existe o es deficiente el sistema de estadísticas vitales.

Su utilidad trasciende este aspecto ya que proveen una gran cantidad de información demográfica y socioeconómica que complementa y amplía el análisis de la fecundidad. Ejemplo de esto son los datos sobre la duración del matrimonio, sobre el primer matrimonio de la mujer o sobre la edad al primer matrimonio.

Por lo menos, tres medidas para el análisis de la fecundidad se pueden obtener de los censos y las encuestas. Estas son, la razón niños-mujeres, el número de niños viviendo con sus madres por edad de la madre y el número de niños tenidos (children ever born).

4.2 Razón Niños-Mujeres

Esta razón se obtiene dividiendo la población menor de 5 años de edad por la población femenina de 15-44 años. Su fórmula es la siguiente:

$$RNM = \frac{P_{0-4}}{P_{15-44}^f} \times 100$$

donde: P_{0-4} - representa el número de niños menores de 5 años.

P_{15-44}^f - representa la población femenina de 15-44 años.

Para calcular esta razón sólo se necesita la distribución de la población

por edad y sexo la cual es una información básica en cualquier censo de población y no se requiere una pregunta específica para obtener la misma. Debido a ésto, la razón niños-mujeres es una medida muy útil para analizar la fecundidad en aquellos sitios donde no existen sistemas de registro de estadísticas vitales o los mismos son muy deficientes. Se utiliza también en aquellos casos donde el registro de los hechos vitales es adecuado pero el efecto del lugar en que ocurre el nacimiento puede estar afectando la inscripción de los mismos y como resultado puede haber una gran cantidad de nacimientos inscritos en los lugares donde se concentran mayor cantidad de hospitales y los hospitales de mayor tamaño. La razón niños-mujeres se puede utilizar, entonces, como un indicador de la fecundidad en las distintas subregiones de aquellos países que tienen este problema.

La Tabla 9 presenta la razón niños-mujeres para la población de Puerto Rico para los años 1940 y 1970.

TABLA 9

RAZON NIÑOS-MUJERES^{a/} PARA PUERTO RICO: 1940 Y 1960

	<u>1940</u>	<u>1960</u>
Población 0 - 4 años	280440	354402
Población 15 - 44 años	429722	481694
Razón Niños-Mujeres	652.6	736.7

^{a/} Por mil habitantes.

La razón niños-mujeres tiene las siguientes debilidades como indicador de fecundidad:

1. El grupo menor de 5 años de edad que se utiliza como numerador de la razón es uno de los grupos más subenumerados.

2. Está afectada por la tendencia que tienen las personas con edades cercanas a las edades que terminan en 0 y en 5 a informar su edad en esos grupos aunque todavía no han cumplido esa edad. Como resultado una gran cantidad de personas que están cerca de los cinco años, es posible que informen haber cumplido los cinco años y por consiguiente no se clasificarían en el grupo menor de 5 años.

Existen algunos países como China donde se considera que al nacer ya el niño tiene un año de edad. Este factor puede afectar las comparaciones internacionales sobre la fecundidad si se utiliza la razón niños-mujeres como indicador de la fecundidad y si no se proveen ajustes para el mismo.

3. La razón niños-mujeres realmente es una medida cruda de la fecundidad ya que en su cálculo se utiliza la población de 0-4 años los cuales son los sobrevivientes de los nacimientos ocurridos durante los últimos cinco años. Este es un factor que, además afecta las comparaciones de la fecundidad entre distintas áreas geográficas si entre éstas existen diferencias en la mortalidad infantil y en la mortalidad materna.
4. Si la región o país que se estudia no es cerrada a migración, la razón niños-mujeres también puede afectarse si la migración es mayor entre la población femenina de 15 a 44 años de edad que entre los niños menores de 5 años o viceversa. También puede estar afectada si el movimiento migratorio se concentra entre las mujeres solteras o las recién casadas sin hijos.
5. En el cálculo de la razón niños-mujeres se utiliza como denominador

la población femenina en edad de procrear a una fecha específica mientras que como numerador se utilizan los nacimientos ocurridos en los cinco años anteriores a esa fecha. Para que el indicador sea más exacto, la población a utilizarse debía ser la población media del período de cinco años.

6. Al igual que la tasa bruta de natalidad y la tasa de fecundidad general, la relación niños-mujeres también se ve afectada por la distribución relativa de la fecundidad. En la medida en que la fecundidad de una población se concentra entre las mujeres de edad reproductiva más jóvenes comparada con otras poblaciones, los nacimientos serán más numerosos y tanto el numerador como la razón niños-mujeres serán mayores indicando una fecundidad mayor, la cual no necesariamente es real.

La razón niños-mujeres se puede ajustar por la estructura de edad por el método directo. Para hacer este ajuste, se necesitarían las razones niños-mujeres específicas que identifiquen a los niños según la edad de sus madres. Estas se calculan dividiendo la población menor de 5 años entre las madres correspondientes de esos niños en los distintos grupos de edad. Estas se multiplican por una población estándar específica y se obtiene la población menor de 5 años esperada si se tuviese la estructura de edad estándar. Se suma los nacimientos esperados específicos por edad y el resultado se divide entre la población femenina de 15-44 años.

Partiendo de la población de 0-4 se puede obtener los nacimientos tenidos 5 años antes si al primer grupo se multiplica por un factor de sobrevivencia y se reviven estos niños a sus cohortes de nacimientos y se puede calcular entonces

la tasa de fecundidad general.¹

Algunos estudios han señalado que la razón de niños menores de 1 años de edad por la población total se puede utilizar como una aproximación de la tasa cruda de natalidad. Esta razón como indicador de la fecundidad, sin embargo, tiene las siguientes limitaciones.

1. Proporcionalmente existe menos sub-enumeración de los niños menores de 5 años que de los menores de 1 año.
2. La razón que se calcula es más estable cuando se usa un numerador más grande que cuando se usa uno más pequeño.

Se ha sugerido también que se calcule la razón de niños de 5-9 años a las mujeres de 20 a 54 años y que se utilice ésta como un indicador de fecundidad en sustitución de la razón niños-mujeres. Se señala que esta razón es mejor debido a que se utiliza como numerador una población que está mejor enumerada. Sin embargo, este indicador tiene la desventaja de que tanto los niños como las mujeres han estado expuesto a morirse por un período más largo de tiempo y que el efecto en una población no contrarresta totalmente el efecto de la otra.

4.3 Número de Niños por Edad de la Madre

Un indicador equivalente a las tasas de la fecundidad específicas por edad, se puede obtener de los censos y las encuestas. Este se obtiene dividiendo el número de hijos menores de cierta edad (generalmente los cinco años de edad) por las mujeres en cada grupo de edad. El resultado es algo similar a la razón niños-mujeres específica por edad de la madre. Para calcular estas razones se

¹Ver Henry S. Shryock, Jacob Siegel, et.al., The Methods and Materials of Demography, U.S. Department of Commerce, 1975, pp. 502-504.

requiere que se codifique el número de mujeres en las distintas edades del período reproductivo según el número de hijos menores de 5 años.

Si se quiere calcular esta razón para la población femenina de 15 a 19 años, por ejemplo, se divide la población menor de 5 años entre las madres de 15-19 años de esa población.

La ventaja que tiene este indicador, sobre la razón niños-mujeres es que se controla por diferencias en la estructura de edad ya que se calculan razones específicas por esta variable. Todas las demás deficiencias que se señalaron con respecto a la razón niños-mujeres se aplican a estas razones específicas por edad. Además, estos datos son difíciles de conseguir ya que en muy pocos censos se publica esta información desglosada en la forma que se requiere para su cómputo.

4.4 Niños Tenidos (Children Ever Born)

Esta información que se obtiene de los censos y las encuestas provee un indicador directo de los niveles de fecundidad de un país. Para obtener este dato se requiere una pregunta específica en los censos sobre el número total de hijos que ha tenido la mujer a lo largo de su vida. En algunos casos, la pregunta se le hace a las mujeres alguna vez casada. En otras, se le hace a todas las mujeres.

Cuando la pregunta sólo se le hace a las mujeres alguna vez casadas, se corre el riesgo de subestimar los nacimientos ya que la mayoría de las mujeres en uniones consensuales no informan sobre nacimientos ilegítimos. Para cotejar la validéz de los datos, se recomienda que se haga una serie de preguntas relacionadas al asunto y que sirven para determinar la consistencia de las preguntas: número de niños nacidos vivos, nacidos muertos y el número de niños que están vivos todavía. Con frecuencia, se incluyen otras preguntas relacionadas al matrimonio de la mujer tales como: edad al casarse, fecha en que se casó y número

de veces que se casó. Esta información, junto con la extensa variedad de características sobre la mujer que se recopila en el censo, provee para un análisis más completo de el nivel de fecundidad de la mujer.

Los datos sobre hijos tenidos representan la fecundidad total o completada si se obtiene para las mujeres que ya han completado su período reproductivo. El número de niños tenidos por 1,000 mujeres de 50 años y más representa la tasa de fecundidad completada. Si los datos se tabulan por edad de la madre se puede obtener la fecundidad acumulada a las distintas edades.

La Tabla 10 presenta el número de hijos tenidos por 1,000 mujeres para Puerto Rico para 1940 y 1970. Se observa un descenso en el mismo durante el período en todos los grupos de edad. Como para calcular estas tasas se necesita

TABLA 10

NUMERO DE HIJOS NACIDOS VIVOS POR 1,000 MUJERES QUE ESTAN
O HAN ESTADO CASADAS, PUERTO RICO: 1960 Y 1970

<u>EDAD DE LA MADRE</u>	<u>1950</u>	<u>1970</u>
15 - 24	1884	1469
25 - 34	3661	2975
35 - 44	5269	4077

Fuente: U.S. Bureau of the Census, 1970 Census of Population, General Social and Economic Characteristics, Puerto Rico, Table 38.

tener la distribución de las mujeres por el número de hijos que han tenido, se puede obtener también la población femenina que no ha tenido hijos.

Las mujeres que mueren o emigran antes del censo en la encuesta no se incluyen y la información sobre su fecundidad se pierde. Si este grupo de mujeres que se pierde tiene una fecundidad diferente a la fecundidad de las mujeres que

se enumeran las conclusiones a que se llegan sobre los niveles de fecundidad no estarán basadas en un cuadro completo de la situación.

El número de niños tenidos no provee información sobre los niveles actuales de fecundidad de una población ya que el mismo representa la fecundidad acumulada de las mujeres y esta acumulación ha sido el resultado de los hijos que han ido teniendo esas mujeres a lo largo de su vida reproductiva. Si se puede obtener una lista de los niños nacidos a cada mujer con sus fechas de nacimiento se podría calcular información sobre la historia de fecundidad de esas mujeres. Esta lista es lo que se conoce como registro de nacimientos (birth roster). Por consiguiente, un registro de nacimientos para una mujer que haya tenido cuatro hijos incluye las fechas de nacimiento de su primero, segundo, tercero y cuarto hijo. Esta información también se utiliza en el análisis longitudinal de la fecundidad según se verá en el próximo capítulo.

La información sobre niños tenidos que se obtiene de los censos y las encuestas puede estar afectada por la memoria de las mujeres especialmente las de mayor edad que tuvieron sus hijos bastante atrás en el tiempo. Se ha encontrado que la exactitud de la información sobre los niños tenidos varía inversamente con la edad. Es posible que los niños que murieran inmediatamente después de nacer se omitan al igual que aquellos que no viven con sus padres desde hace tiempo.

Utilizando los datos de niños tenidos se pueden calcular distribuciones porcentuales y tasas. Entre las distribuciones porcentuales más usadas está la distribución de las mujeres por hijos tenidos ya que mediante ésta se obtiene el por ciento de mujeres sin hijos.

Las tasas que se pueden obtener son el número de niños por 1,000 mujeres,

por 1.000 madres, y por 1,000 mujeres casadas alguna vez. Estas tasas se pueden calcular para cualquier grupo de edad y se necesitaría los datos de niños tenidos distribuidos por estado marital.¹

¹Para un análisis más específico de esto refiérase a Henry S. Shryock y Jacob S. Siegel, op.cit., pags. 513-520.

CAPITULO 5

ANALISIS LONGITUDINAL O DE COHORTES DE LA FECUNDIDAD

5.1 Conceptos

El análisis longitudinal ha sido el adelanto más importante en la demografía de la postguerra. Se refiere a trazar el historial reproductivo de un grupo o cohorte específico de personas hasta que desaparece la última de ellas. A diferencia del análisis transversal, que estudia lo que le está pasando al total de un grupo diferente de personas en un mismo período de tiempo, el análisis longitudinal analiza lo que le pasa al mismo grupo de personas a través de diferentes períodos de tiempo. En el análisis de la fecundidad esta metodología de análisis consiste en trazar la historia reproductiva de las mujeres desde que comienzan hasta que terminan su vida reproductiva. Mediante este análisis se puede determinar para un cohorte específico la fecundidad de esas mujeres a cualquier edad de su vida y se puede comparar ésta con la fecundidad de otro cohorte a esas mismas edades y determinar si la fecundidad en unos cohortes es mayor o menor que en otros.

El análisis longitudinal es importante ya que los datos para un período (análisis transversal) no reflejan el efecto del tiempo. La historia de la fecundidad de un cohorte real está determinada por muchos factores y las fluctuaciones económicas, cíclicas y temporales, pueden producir cambios fundamentales en las actitudes hacia la fecundidad y hacia los patrones culturales. Estos factores tienden a imprimir a cada cohorte un patrón y una secuencia que no son duplicadas por otro cohorte.

La fecundidad de un cohorte en un momento dado está determinada no sólo por las condiciones del momento sino también por la experiencia acumulada hasta el presente y por las condiciones que se puedan preveer en el futuro inmediato. La

probabilidad que tiene una mujer de quedar embarazada va a depender del efecto que tengan los elementos condicionantes de su vida familiar en ese momento, y de su comportamiento procreativo pasado.

El análisis longitudinal o de cohorte complementa el análisis transversal. En términos generales, se puede decir que el análisis transversal indica la contribución que hace un grupo de individuos a los cambios en el nivel de fecundidad y por consiguiente al cambio poblacional en un período de tiempo. Una parte de esa contribución puede ser resultado de un comportamiento transitorio (Ej: posposición de los nacimientos durante la guerra) y parte puede ser resultado de una modificación real en el comportamiento (Ej: disminución en el número de hijos nacidos). El análisis por cohorte ayuda a discriminar entre estos comportamientos transitorio y permanente .

El comportamiento transitorio resulta de sucesos tales como, guerras o depresiones económicas los cuales causan fluctuaciones a corto plazo en la fecundidad transversal debido a que estos sucesos afectan a todas las edades en forma similar. Las tasas de fecundidad transversales registran estos cambios inmediatamente mientras que los cohortes muestran el efecto de estos sucesos en las edades que tenían en esa época y no se registra necesariamente un efecto en la fecundidad total de los cohortes.

El efecto que pueden tener estos componentes transitorios o fluctuaciones a corto plazo en los cohortes va a depender de cuáles edades estuvieron expuestas a esos sucesos. Por ejemplo, las personas que tenían 20 años en 1929 fueron las más afectadas por la década de la depresión ya que pasaron la mayor parte de su período reproductivo en esta época. Muchas de ellas pospusieron los nacimientos debido a la depresión y posteriormente a la guerra. Cuando la situación mejoró

ya estas mujeres tenían 37 años. Este cohorte de mujeres sólo tuvo 2.2 niños por mujer.

Las tasas totales de fecundidad para los años calendarios de este período también muestran un descenso ya que durante la década de la depresión se registraron las tasas más bajas en la fecundidad por edad.

Por el contrario, el cohorte de mujeres que tenían de 15 a 20 años en 1945 pasaron su período de mayor reproducción durante la época de prosperidad que hubo posterior a esa fecha y registró su más alta fecundidad a unas edades más tempranas. Cuando este cohorte terminó su período reproductivo había tenido 3.1 niños por mujer, o sea, un niño más que el cohorte de la depresión. Esto contribuyó al aumento que se registró en la fecundidad transversal durante el período de 1945 hasta fines de la década del 1950.

La fecundidad completada de un cohorte no se puede atribuir a ningún año calendario debido a que la fecundidad de ese cohorte va a estar distribuido a lo largo de todos los años que conforman la vida reproductiva de ese cohorte. Debido a que la mayor fecundidad de cualquier cohorte ocurre en las edades de 20-24 años, la fecundidad completada para ese cohorte puede asignarsele arbitrariamente a la edad de mayor fecundidad dentro de ese intervalo. Es por esto que la tasa de fecundidad acumulada a los 25 años puede compararse con la tasa total de fecundidad transversal para ese año.

5.2 Fuente de Información de los Datos para el Análisis Longitudinal o de Cohorte

Al igual que en el análisis transversal, los censos, las estadísticas vitales, y las encuestas constituyen las fuentes principales para el análisis longitudinal de la fecundidad.

En el censo se puede obtener información sobre el número de hijos nacidos a

cada mujer. Utilizando este dato, junto con la fecha de cada nacimiento y la edad de la mujer, datos que también se obtienen en el censo, se puede construir la historia reproductiva de un cohorte de mujeres.

Las estadísticas vitales proveen los nacimientos por edad de las madres. Estos datos, junto a la población por edad que se publica en los censos se utilizan para calcular las tasas de fecundidad específicas por edad. Estas tasas se pueden calcular para distintos años y la comparación de estas tasas para el mismo grupo de mujeres a distintas fechas provee para un análisis longitudinal de la fecundidad. Por ejemplo, las mujeres que en el año 1920 empiezan su vida reproductiva a los 15 años, tendrán 20 años en el 1925, o sea, cinco años después. En 1930, ese mismo cohorte de mujeres tendrá 25 años y en 1950 habrá prácticamente terminado su vida reproductiva, o sea, tendrá 45 años. Con los datos de las estadísticas vitales y los censos se pueden calcular las tasas específicas para ese cohorte de mujeres a las distintas edades. (Este tema se ampliará en la próxima sección de este capítulo). Para poder utilizar este método, se requiere un registro de los nacimientos y una enumeración de la población por un período de por lo menos 30 años para poder calcular las tasas específicas que se necesitan.

Mediante las encuestas se puede obtener un historial reproductivo de la población encuestada el cual provee información sobre los nacimientos que han tenido las mujeres encuestadas, y en qué fecha y a qué edades han tenido estos niños. Con esta información, se pueden calcular las tasas de fecundidad específicas por edad para los distintos cohortes de mujeres de la muestra.

5.3 Limitaciones del Análisis Longitudinal o de Cohortes

1. Requiere un período de tiempo largo y continuo de información sobre los nacimientos, e.g. 30 a 35 años.
2. Algunos de estos métodos requieren que se diseñen tablas especiales

para poder recopilar la información.

3. Parte de los miembros del cohorte original va a estar ausente por muerte y si este grupo ausente es diferente en fecundidad a los que están vivos, la historia reproductiva puede viciarse.
4. Algunas de las fechas informadas pueden estar incorrectas debido a que el evento ocurrió en una fecha transcurrida muchos años atrás.
5. Fallas en la memoria de las mujeres, especialmente mujeres añosas, (50 y más) que tienen como consecuencia que se omitan algunos de los nacimientos.
6. Existe el riesgo de que una persona provea la información sobre otros miembros del hogar y de la familia lo cual afecta la veracidad de los datos.
7. Los niños que mueren o emigran después de nacer tienden a ser omitidos.

5.4 Medidas Longitudinales de la Fecundidad

Si se tienen las tasas específicas de fecundidad por edad para un período de alrededor de 30 años, se puede construir una tabla mediante la cual se puede trazar la historia de fecundidad de varios cohortes de mujeres. Utilizando esa tabla también se puede hacer un análisis transversal de la fecundidad.

La Tabla 11 presenta las tasas específicas de fecundidad de los Estados Unidos para varios años del período de 1930 a 1975. La suma de esas tasas específicas en la diagonal escalonada de la tabla representa el historial reproductivo de 15 a 19 años durante un período de 30 años. Es decir, las tasas para el cohorte que empezó su vida reproductiva alrededor de 1930 son 57.4 cuando ese cohorte tenía 15-19 años, 125.5 cuando el cohorte tenía 20-24, 122.8 cuando el cohorte tenía 25-29 años y así sucesivamente. Si se comparan las tasas en dos diagonales sucesivas se puede determinar los cambios ocurridos en las tasas por edad de un cohorte a otro. Por ejemplo, para el cohorte que empezó su vida alrededor de 1930 su fecundidad fue de 57.4 cuando tenía entre 15 a 19 años, para el cohorte que empezó

su vida reproductiva alrededor de 1935, su fecundidad en ese mismo grupo de edad fue de 51.6 nacimiento por cada 1,000 mujeres. Es decir, si se comparan las tasas en una misma línea o fila se podrían analizar los cambios en fecundidad de distintos cohortes en un mismo grupo de edad.

Las tasas específicas en el análisis longitudinal, se representan mediante la siguiente fórmula: $t_i^L = \frac{N_i}{P_i}$

donde: N_i representa el número de niños nacidos de las mujeres del cohorte durante la edad i .

P_i representa el número de años - personas vividos por las mujeres del cohorte durante la edad i .

t_i representa la tasa de fecundidad a la edad i del cohorte bajo análisis.

La suma de las tasas específicas para cada cohorte representa la tasa de fecundidad final o completada del cohorte. Es el equivalente a la tasa total de fecundidad en el análisis transversal. Se obtiene sumando las tasas de fecundidad específicas del cohorte, multiplicando el resultado por 5 y dividiendo por mil.

$$TTF^L = \sum_{15}^{44} t_i^L \times 5$$

En el ejemplo de Estados Unidos que se presenta en la Tabla 11, la TTF para el cohorte de 1930 se obtiene de la siguiente forma¹:

$$\begin{aligned} TTF^{1930} &= (t_{15-19}^{1930} + t_{20-24}^{1935} + t_{25-29}^{1940} + t_{30-34}^{1945} \\ &\quad + t_{35-39}^{1950} + t_{40-44}^{1955} + t_{45-49}^{1960}) \times 5 \\ &= \frac{(57.4 + 125.5 + 122.8 + 100.2 + 52.9 + 15.3 + 0.9) \times 5}{1,000} \\ TTF^{1930} &= \frac{(475) \times 5}{1000} = \frac{2375}{1000} = 2.4 \end{aligned}$$

¹ En la aplicación de la fórmula en este ejemplo, se dividió entre 1000 debido a que las tasas específicas estaban expresadas por 1000 y la TTF generalmente se expresa por mujer.

También se puede obtener la fecundidad acumulada a cualquier edad para el cohorte. La fecundidad acumulada hasta la edad de 29 años para el cohorte de los Estados Unidos que empezó su vida reproductiva alrededor de 1930, se obtiene así:

$$\begin{aligned}
 t_1 \text{ acumulada, 29} &= \frac{t_{15-19}^{30} + t_{20-24}^{30} + t_{25-29}^{30}}{1000} \cdot 5 \\
 &= \frac{(57.4 + 125.5 + 135.6)}{1000} \cdot 5 \\
 &= \frac{(318.5)}{1000} \cdot 5 \\
 &= \frac{1592.5}{1000} = 1.6 \text{ niños por mujer}
 \end{aligned}$$

Las tasas totales de fecundidad transversales también se pueden obtener de esta tabla sumando las tasas específicas por edad correspondientes a cada año, o sea, las columnas de la tabla.

Los datos para Estados Unidos que aparecen en la Tabla 11 indican que hubo un aumento en las tasas específicas en las edades menores de 30 años a partir del cohorte de 1930 hasta el cohorte de 1955. Este refleja, como se señalara anteriormente, el efecto de la explosión de nacimientos que hubo en los años inmediatamente posteriores a la guerra, y de una reducción en la edad a la que las mujeres tenían su primer hijo. Este último efecto perduró hasta mediados de la década del 1950. Como resultado de estos dos factores, se observa un aumento en la TTF de 2.4 hijos por mujer para el cohorte de 1930 a 3.4 para el cohorte de 1960.¹

El análisis transversal indica un descenso en todas las tasas específicas de fecundidad de 1930 a 1935 y un aumento en estas tasas a partir de esa fecha que duró hasta 1955 o 1960 dependiendo del grupo de edad. La TTF transversal muestra

¹La TTF de los otros cohortes no se pudo calcular porque no se consiguieron las tasas específicas para fechas recientes y, por lo tanto, no se pudo completar la fecundidad de estos cohortes.

TABLA 11

TASAS DE FECUNDIDAD ESPECIFICAS POR EDAD, ESTADOS
UNIDOS, AÑOS SELECCIONADOS

EDAD DE LA MUJER	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975
15 - 19	57.4	51.6	54.1	57.8	81.6	40.7	40.0	71.2	69.2	57.5
20 - 24	141.9	125.5	135.6	138.9	196.6	237.5	258.1	196.8	166.3	114.7
25 - 29	128.6	114.7	122.8	132.2	166.1	188.6	197.4	162.5	143.5	110.3
30 - 34	93.5	81.4	83.4	100.2	103.7	114.3	112.7	95.0	73.3	53.1
35 - 39	62.8	52.0	46.3	56.9	52.9	58.4	56.2	46.4	31.6	19.4
40 - 44	24.5	19.6	15.6	16.6	15.1	15.3	15.5	12.8	8.2	4.6
45 - 49	3.4	3.2	2.3	1.6	1.2	1.1	0.9	0.8	0.5	0.3
TTF Longitudinal							2.4	2.5	2.7	3.1
Tasa Total de Fecundidad Transversal	2.6	2.2	2.3	2.5	3.1	3.3	3.4	2.9	2.5	1.8

Fuente: For year 1930 to 1950, United Nations, Recent Trends in Fertility in Industrial Countries, 1958.
 For 1955 and 1960, United Nations, Demographic Yearbook 1965.
 For 1965 and 1970, Population Reference Bureau, Inc. World Fertility Chart, January, 1981.
 For 1975, United Nations, Demographic Yearbook, Special Issue, Historical Supplement, 1979.

una tendencia similar: un descenso de 1930 a 1935 y un aumento hasta 1960. A partir de esa fecha, esta tasa desciende en forma continua hasta 1975. Estos cambios pueden explicarse por los cambios históricos registrados y descritos en relación a los distintos cohortes de mujeres que se utilizan para el cálculo de estas tasas transversales.

CAPITULO 6

REPRODUCCION

6.1 Introducción

El proceso de reproducción se refiere a la habilidad que tiene la población para crecer y mantener su número (reemplazarse) como resultado de los procesos vitales (mortalidad y fecundidad). Está íntimamente relacionada con el crecimiento poblacional ya que el grado en que una población se está reemplazando va a determinar el crecimiento poblacional ya sea este negativo o positivo. Las medidas establecidas para medir esta reproducción o reemplazo se pueden clasificar en:

- a) Medidas simples o transversales - medidas que se calculan para unos períodos específicos.
- b) Medidas longitudinales - aquellas que miden la reproducción de por vida de la población ya sea basado en un cohorte hipotético (a base de la experiencia de un año) o real. Son medidas de crecimiento natural expresadas en términos de una generación real o ficticia. Estas medidas tomaron importancia en la década del 30 cuando los demógrafos pensaban que el mundo se enfrentaba a la despoblación. Esto junto con la preocupación que siempre habían tenido los demógrafos de tratar de determinar los resultados inherentes a los procesos vitales en términos de su efecto en el crecimiento poblacional trajo como resultado un mayor énfasis en estas medidas y en la medición de la habilidad que tiene la población para reemplazarse y para reproducirse.

6.2 Medidas Transversales

6.2.1 Tasa de Incremento Natural (TIN)

La tasa de incremento natural o vegetativo es la diferencia entre la tasa cruda de natalidad y la tasa cruda de mortalidad. Se obtiene de la siguiente manera: $TIN = TBN - TBM$,

donde:

TIN es la Tasa de Incremento Natural

TBN es la Tasa Bruta de Natalidad

TBM es la Tasa Bruta de Mortalidad

Esta tasa generalmente se expresa por 100 o por 1000 habitantes y es el indicador más directo de cuan rápido crece una población como resultado de los procesos vitales en un año.

El defecto mayor de la tasa de crecimiento natural reside en el hecho de que este índice está afectado por la estructura de edad de la población. Esto es así debido a que la tasa de crecimiento natural se obtiene de la diferencia entre las tasas de natalidad y mortalidad, las cuales están afectadas por la estructura de edad. Por ejemplo, si la comunidad A tiene una población con una estructura de edad joven y la comunidad B tiene una población con una estructura de edad vieja, es de esperarse que la primera tenga una fecundidad más alta y una mortalidad más baja que la segunda, y por lo tanto, su tasa de incremento natural será más alta.

La estructura por edad de una población en un momento dado está determinada por las tendencias y fluctuaciones anteriores en su natalidad y mortalidad y por su historia migratoria anterior. Esa estructura de edad, resultante de las tendencias pasadas de los componentes demográficos mantendrá esa población en crecimiento, a menos que ocurra una estabilización en esa estructura de edad. Es por

ésto, que cualquier medida de reproducción que no toma en consideración la estructura de edad de la población es un índice inadecuado para medir el reemplazamiento a largo plazo de esa población.

Debido a lo anterior, mediante la tasa de incremento natural, no se pueden medir los resultados inherentes a los procesos de fecundidad y mortalidad en términos de su efecto en el crecimiento poblacional.

6.2.2 Índice Vital (IV)

Otra medida transversal del incremento poblacional es el índice vital. Este índice es la razón entre los nacimientos y defunciones multiplicado por 100.

$$IV = \frac{N}{D} \times 100$$

Este índice indica el grado en que la fuerza de la natalidad excede la fuerza de la mortalidad en un período de tiempo. Al igual que la tasa de incremento natural este índice está afectada por la estructura de edad y no mide el efecto real de los procesos vitales en el crecimiento poblacional.

6.3 Medidas Longitudinales

Para eliminar la influencia de la estructura de edad se recurre a las tasas de reproducción. Estas tasas miden la reproducción de por vida de un cohorte basado en la experiencia de un año u otro período corto de tiempo y se conocen como las tasas brutas y netas de reproducción. Originalmente ambas tasas se utilizaron en el análisis de la reproducción y el reemplazo de las poblaciones, pero posteriormente, según se explica más adelante, sólo la tasa neta de reproducción se utiliza en este tipo de análisis mientras que la tasa bruta de reproducción (la cual se explicó en el Capítulo III) se utiliza como un indicador de la fecundidad.

La tasa neta de reproducción (TNR) representa el número promedio de hijos

vivos por mujer que tiene un cohorte original de mujeres si a lo largo de su vida reproductiva está expuesta a los riesgos de fecundidad y mortalidad específicos por edad de un período de tiempo. A diferencia de la tasa bruta de reproducción (TBR) donde se asume que la mortalidad es nula hasta el final del período reproductivo, la TNR incorpora la probabilidad de morir que tienen esas mujeres según pasan de una edad a otra. En otras palabras, la TNR considera el hecho de que algunas mujeres morirán antes de concluídos su años de reproducción. Debido a ésto, la TNR va a ser siempre menor que la TBR y la diferencia entre ambas se debe al efecto de la mortalidad. La razón entre la TNR y la TBR, $\frac{(TNR)}{(TBR)}$, se conoce como la razón de sobrevivencia de la reproducción y representa el potencial de reproducción que sobrevive los efectos de la mortalidad.

Los riesgos de fecundidad en el cálculo de la tasa neta de reproducción se miden utilizando las tasas de fecundidad específicas por edad para los nacimientos femeninos mientras que la mortalidad se mide utilizando la población estacionaria (${}_n L_x^F$) de una tabla de vida femenina¹. La fórmula de la TNR es la siguiente:

$$TNR = \sum_{x=15}^{44} t_1^F \times \frac{{}_n L_x^F}{{}_1 l_0^F}$$

donde: ${}_n L_x^F$ se refiere a la población femenina estacionaria en las edades x a x+n, ${}_1 l_0^F$ es el cohorte original de la tabla de vida para la población femenina o el número anual de nacimientos femeninos en la población estacionaria, y t_1^F son las tasas de fecundidad específicas por edad correspondiente a los nacimientos

¹Para la explicación del concepto de tabla de vida ver Henry S. Shryock and Jacob S. Siegel, The Methods and Materials of Demography, Cap. 15 o Zoraida Morales Del Valle y Judith Carnivalli, Cambios de la Mortalidad de Puerto Rico Mediante el Análisis de las Tablas de Vida 1765 a 1980, Centro de Estudios Demográficos (CIDE), Núm. 5, 1985.

femeninos.

Se utilizan las n^L_x en la fórmula porque estas representan la población sobreviviente entre las edades x a $x+n$ de un cohorte original de 100,000 nacimientos femeninos que están sujetos a una probabilidad de muerte (${}_nq_x$) en cada edad o grupo de edad. Si estos sobrevivientes en cada edad están expuestos a unas tasas específicas de fecundidad por edad, entonces para calcular su reproducción tomando en cuenta tanto su exposición a la fecundidad y a la mortalidad, se requiere multiplicar esa población femenina sobreviviente por las tasas de fecundidad específicas por edad. Mediante esta multiplicación, se obtienen los nacimientos que se espera tenga esa población sobreviviente en cada edad si estuviese expuesta a unas tasas de fecundidad específicas por edad. La división de estos nacimientos esperados por 100,000 es lo que constituye la TNR. Se divide por 100,000 porque ésta es la población o cohorte hipotético que da origen a la población sobreviviente en las distintas edades. En otras palabras, es la población expuesta a riesgo. Por definición cualquier tasa se calcula dividiendo los eventos por la población expuesta a riesgo por lo tanto, para obtener la TNR hay que dividir los eventos esperados por lo que es la población expuesta a riesgo.

* El hecho de que la TNR representa la relación entre nacimientos femeninos esperados y la población expuesta le da una segunda interpretación a la TNR, además, de la que se señala anteriormente. Esta representa la razón de nacimientos femeninos en dos generaciones sucesivas bajo condiciones de mortalidad y fecundidad que se mantienen constantes. Una tasa de 1 significa reemplazo exacto de una generación de mujeres por otra, sobre 1 indica que hay sobre-reemplazamiento y menor de 1 significa que la población no se está reemplazando. Una tasa neta de reproducción de 0.85 indica un descenso de 15 por ciento en una generación con respecto a la generación anterior. Aunque esto no quiere decir que la población esté

disminuyendo, implica que la población disminuirá si las tasas de fecundidad y mortalidad que se utilizaron en el cálculo de la tasa se mantuviesen inalteradas en el tiempo.

La Tabla 12 presenta el cálculo de la TNR para Puerto Rico en el 1970. El resultado indica que en esa fecha hubo en el país 1.3 niños por cada mujer en edad reproductivas, y que si se mantuviesen constantes los niveles de fecundidad y mortalidad por edad de 1970, cada mujer que empezó su vida reproductiva ese año tendría en promedio 1.3 hijas que la reemplazaría. Esto es poco menos de la mitad del valor correspondiente a la tasa total de fecundidad que fue ^{2.7} 2.7 niños por mujer para esa misma fecha.

Si no se tienen nacimientos femeninos para calcular las tasas específicas por edad, se puede obtener una estimación de la TNR utilizando las tasas de fecundidad específicas por edad para todos los nacimientos (varones y mujeres). Estas tasas se multiplican por la población estacionaria femenina (${}_nL_x^F$) de una tabla de vida femenina y se obtienen los nacimientos esperados totales en cada grupo de edad. Estos se suman obteniéndose los nacimientos esperados totales los cuales se dividen entre 100,000. El resultado se multiplica por la proporción de nacimientos totales que son femeninos ($\frac{N^F}{N^T}$). La fórmula es la siguiente:

$$TNR = \frac{N^F}{N^T} \left[\sum_{x=15}^{44} t_x^T \left(\frac{{}_5L_x^F}{I_0^F} \right) \right]$$

donde: n^T representa las tasas de fecundidad específicas por edad para todos los nacimientos.

N^F representa los nacimientos femeninos

N^T representa los nacimientos totales

La Tabla 13 presenta el cálculo de la TNR utilizando esta aproximación y el resultado fue 1.5 nacimientos por mujer.

TABLA 12

CALCULO DE LA TASA NETA DE REPRODUCCION PARA
PUERTO RICO: 1970

	NACIMIENTOS FEMENINOS	POBLACION FEMENINA	TASAS ^a $\frac{t^F}{n \times}$ (3)	$\frac{L^F}{n \times}$ 100000 (4)	NACIMIENTOS ESPERADOS/POR MUJER (5)=(3)x(4)
15-19	5208	170780	30.5	4.84063	. 14764
20-24	11870	147220	80.6	4.82469	.388870
25-29	8709	117060	74.4	4.80473	.357472
30-34	4227	97360	43.4	4.78040	.207469
35-39	2071	88380	23.4	4.74708	.111082
40-44	682	78240	8.7	4.69841	.040876
45-49	112	71630	1.6	4.63222	.007411
Total	32918	770670	339.6		1.260820

$$TBR = \sum_{15}^{44} \frac{t^F}{n \times} = \text{Col. 3} = \frac{271.2}{100000} = 2.7 \text{ nacimientos por mujer}$$

$$TNR = \sum_{15}^{44} \frac{t^F}{n \times} \cdot \frac{L^F}{l_0^F} = (\text{Col. 3}) (\text{Col. 4}) = \text{col. 5} = 1.3 \text{ nacimientos por mujer}$$

^{a/} Tasas multiplicadas por mil.

TABLA 13
 CALCULO DE LA TASA NETA DE REPRODUCCION POR EL
 METODO APROXIMADO, PUERTO RICO: 1970

EDAD	t_x^T	$\frac{L_x}{l_0}$	NACIMIENTOS ESPERADOS (3) = (1)x(2)
	(1)	(2)	
15-19	72.9	4.84063	.35288
20-24	193.6	4.82469	.93406
25-29	181.5	4.89473	.87206
30-34	103.0	4.78040	.49238
35-39	56.1	4.74708	.26631
40-44	23.8	4.69841	.11182
45-49	2.8	4.63222	.01297
Total			3.04248

$$TNR = \frac{N^F}{NT} \sum_{15}^{44} 5^{t_x^T} \left(\frac{5^{L_x^F}}{1^F} \right)$$

$$= \frac{32918}{67438} \times 3.04248$$

$$= .48812 \times 3.04248$$

$$= 1.5$$

6.4 Modelo de Población Estable de Lotka

Como se señalara anteriormente, ha sido una preocupación de los demógrafos el tratar de determinar el efecto real de los procesos de fecundidad y mortalidad en el crecimiento poblacional. Esta inquietud tomó importancia en la década del 30 cuando los demógrafos pensaban que el mundo se enfrentaba a la despoblación. Como resultado de esta preocupación, se le dió mucho énfasis al uso combinado de la TBR y la TNR y a la medición de la habilidad que tiene la población para reemplazarse y reproducirse.

Las tasas netas de reproducción se usaban como una medida de reemplazo de la población. Indicaban en qué medida una generación femenina se reemplazaría a sí misma asumiendo la continuación de niveles corrientes de fecundidad y de mortalidad. El hecho de que la fecundidad pudiera retornar a un nivel un poco más alto como resultado de un programa planeado de política de población parecía muy remota en esos días. La mayor esperanza de impedir el inminente decrecimiento de la población residía en un mayor descenso de la mortalidad. En este contexto la diferencia entre la TBR y la TNR indicaba en qué medida la declinación de la mortalidad podría contribuir al crecimiento de la población.

Alrededor de 1940, los demógrafos se dieron cuenta de que estas tasas sintéticas no eran medidas confiables de reproducción. El uso de tasas transversales de fecundidad por edad pueden proporcionar una descripción seriamente deformada de la realidad. Un descenso o un aumento de todas las tasas por edad en un momento dado, produce un fuerte impacto en la TBR^R y TNR y dá la impresión de que este cambio será experimentado por las mismas mujeres a través de todas esas edades (o sea, por un cohorte real).

Otras limitaciones que tienen las tasas de reproducción son las siguientes:

- 1) Se utiliza en su cómputo alrededor de 35 generaciones de mujeres que han tenido una fecundidad diferente a lo largo de su vida. Por ejemplo, las mujeres de 35 años de edad pueden haber tenido a lo largo de su vida una fecundidad diferente de las que tienen 25 años de edad por haber sufrido el impacto de sucesos diferentes.
- 2) No se consideran variaciones en la nupcialidad y su incidencia en la fecundidad. Si la frecuencia de la nupcialidad aumenta, la fecundidad es de esperarse que aumente pues se sabe que los recién casados tienen una fecundidad más alta.
- 3) No toma en cuenta la influencia que puede tener el número de hijos ya nacidos en la fecundidad.
- 4) Esta medida expresa la tasa de crecimiento a base a una generación y no a base de un año diferente.

Como respuestas a estas limitaciones, que tienen las tasas de reproducción para medir reemplazo, el interés por las mismas disminuye y sugieran otros enfoques analíticos entre estos, el análisis longitudinal que se presentó en el Capítulo IV y la aplicación del modelo de la población estable de Lotka.

Hoy en día la TBR se usa como una medida de fecundidad que controla el efecto de factores estructurales externos como la edad. Por otro lado, el supuesto que define lo que es la tasa neta de reproducción (la fecundidad y la mortalidad se mantienen constantes), define también las condiciones teóricas que están detrás de un sistema de análisis donde se controla por factores externos, se mide el efecto real de los componentes vitales y se puede medir el crecimiento natural anual y generacional. Este sistema es el modelo de la población estable de Lotka. Mediante

este modelo se define la composición por edad que está implícita en las tasas vitales y se expresa la reproducción en una base anual y generacional.

Según Lotka demostrará, en 1907, una población sometida a leyes invariables de mortalidad y fecundidad según la edad, evoluciona hacia un estado estable que no depende de su composición inicial por edades, sino de los niveles de mortalidad y fecundidad existentes. Esta población tenderá a desarrollarse de acuerdo a una tasa de crecimiento constante, y a adquirir al mismo tiempo una estructura invariable por edades. Una vez existan estas condiciones, se calcula la tasa de crecimiento natural la que corresponde al "estado estable". Esta tasa que caracteriza a la población denominada población estable se llama la tasa intrínseca de crecimiento natural o tasa de Lotka.¹

Este modelo establece que si una comunidad está sujeta a unas tasas específicas de mortalidad y fecundidad por un período indefinido de tiempo y si no hay migración la composición por edad de la población adquirirá una distribución fija, y por consiguiente, las tasas de natalidad, mortalidad y crecimiento natural que se obtengan de esa población no estarán afectadas por la estructura de edad. En otras palabras, este modelo intenta desarrollar una medida pura de reproducción que dependerá sólo de los patrones de mortalidad y fecundidad que estaban en efecto en una fecha determinada. Es por esta razón, que las tasas de crecimiento, que se obtienen de esta población se les llama tasas intrínsecas o verdaderas.

Tanto la distribución por edad estable de Lotka como la tasa neta de reproducción son producto del mismo "grupo" de condiciones: una existencia prolongada

¹Alfred J. Lotka, "Relation Between Birth Rates and Death Rates," Science, New Series 26(653):21-22, Julio 5, 1907.

de unas mismas tasas específicas de mortalidad y fecundidad. Bajo estas condiciones, la TNR (tasa de cambio poblacional por generación) también permanecerá constante de generación en generación ya que las tasas se le seguirán aplicando a una población que tiene una composición no cambiante. Esto sólo resultará en tasas de natalidad, mortalidad e incremento natural constantes.

Lotka computó la tasa intrínseca de crecimiento natural resolviendo por la ecuación: $\int_0^{\infty} e^{-rx} f(x) p(x) dx = 1$

donde: \int_0^{∞} representa el integral de una ecuación desde 0 hasta infinito (∞)

e = logaritmos a la base e o logaritmos naturales

$p(x)$ = probabilidad de sobrevivir del nacimiento a la edad x

r = tasa intrínseca de crecimiento por persona por año

$f(x)$ = es el número de nacimientos vivos femeninos por año a cada mujer de edad x .

x = período de tiempo sobre el cual ocurre el crecimiento

En la práctica una aproximación real de la raíz de la ecuación anterior se obtiene con la ecuación:

$$1/2 \beta r^2 + \alpha r - \log_e R_0 = 0$$

Resolviendo esta ecuación por r se obtiene:

$$r = \frac{-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 2\beta \log_e R_0}}{\beta}$$

donde: $\alpha = \frac{R_1}{R_0}$

$$\beta = \alpha^2 - R_2 = \frac{R_1^2}{R_0^2} - R_2$$

R_0 representa los nacimientos esperados mientras que R_1 y R_2 son el primer y el segundo momento de la curva que representa las tasas de fecundidad específicas por edad. El primer momento alrededor del origen de una variable es el promedio de la variable y el segundo momento es la varianza de la variable.

Sustituyendo en la ecuación anterior los valores x y B en términos de R_0 , R_1 y R_2 se obtiene:

$$r = \frac{R_1}{R_0} - \sqrt{\frac{\frac{R_1^2}{R_0} - 2 \frac{R_2}{R_0} - \frac{R_1^2}{R_0} \log e^{R_0}}{\frac{R_2}{R_0} - \frac{R_1^2}{R_0}}}$$

6.4.1 Procedimiento para Calcular la Tasa Intrínseca de Crecimiento Natural

Los pasos detallados para calcular la tasa intrínseca de crecimiento natural utilizando la fórmula anterior se desglosan a continuación y se presentan en la Tabla 14 en su aplicación a Puerto Rico.

1. Se obtienen las tasas de fecundidad específicas por edad para los nacimientos femeninos de la comunidad bajo estudio (columna 1).
2. Se obtiene el punto medio de cada grupo de edad (columna 2).
3. Se obtiene el número de años vividos en cada edad por la población estacionaria de una tabla de vida femenina. Esto es, los valores $n^L x$ de la Tabla de Vida (columna 3).
4. Se calculan los nacimientos esperados de la población femenina estacionaria. Estos se obtienen multiplicando las cifras en la columna 1 por las cifras correspondientes en la columna 3 (columna 4).
5. Se multiplica el punto medio del intervalo de edad (columna 2) por los nacimientos esperados en cada grupo de edad (columna 4). El resultado (columna 5) significa el promedio de años en cada grupo de edad que tardaron esas mujeres en tener esas hijas.
6. Se multiplica el punto medio del intervalo de edad (columna 2) por el número de años en promedio que tardaron esas mujeres en tener esos hijos, (columna 5) y se obtiene la columna 6.

7. Se suma la columna 1 y el resultado se multiplica por 5 obteniéndose la tasa bruta de reproducción.

8. Se suma la columna 4 y se divide por 100,000. El resultado es la tasa neta de reproducción (R_0).

9. Se calculan los valores R_1 y R_2 dividiendo las sumas de las columnas 5 y 6 respectivamente entre 100,000. Estos son el primer y el segundo momento respectivamente de la curva que representa la reproducción neta por edad.

10. Se calcula los valores α y β como sigue:

$$\alpha = \frac{R_1}{R_0} \quad \text{y} \quad \beta = \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2 - \frac{R_2}{R_0}$$

11. Se calcula la expresión logarítmica $\log_e R_0$ ya sea utilizando los logaritmos naturales o la fórmula $R = 2.3026 \log_{10} R_0$ mediante la cual se cambia un logaritmo común a uno natural.

13. Se sustituyen los valores calculados anteriormente en las fórmulas correspondientes.

6.4.2 Distribución por Edad de la Población Estable y Tasas Intrínsecas Vitales

La distribución estable por edades y las tasas intrínsecas que finalmente debe alcanzar una población con patrón fijo de fecundidad y mortalidad por edades, está dada por este sistema de ecuaciones:

$$c(x) = be^{-rx} p(x)$$

$$1/b = \int_0^{\infty} e^{-rx} p(x) dx$$

$$1 = \int_0^{\infty} e^{-rx} p(x)m(x) dx$$

donde:

$c(x)$ = es la proporción de la población femenina o masculina en el intervalo $x+n$.

b = es la tasa de natalidad por persona por edad

- r = es la tasa natural de crecimiento, el exceso de la tasa de natalidad b sobre la tasa de mortalidad.
- $p(x)$ = es la probabilidad al nacer de que un individuo tomado al azar alcance la edad x .
- $m(x)$ = es la tasa de fecundidad anual de las mujeres de edad x .

El procedimiento para calcular las tasas intrínsecas de natalidad y de mortalidad y la distribución por edad de una población estable, se desglosa a continuación y se presenta en la Tabla ¹⁵ 14 en su aplicación a Puerto Rico.

1. Se seleccionan los grupos de edad a utilizarse.
2. Se calcula el punto medio de cada grupo de edad (columna 1).
3. Se multiplica el punto medio del intervalo (x) por r (tasa intrínseca de crecimiento) (columna 2).
4. Se calcula el valor $e^{-r \frac{(x+n)}{2}}$ la cual expresa el efecto de la tasa de crecimiento en cada intervalo de edad de la población estable (columna 3). Otra fórmula que expresa este valor es:
$$\frac{1}{e^{r \frac{(x+n)}{2}}}$$
5. Se obtiene el número promedio de años de vida de cada mujer durante cada intervalo de edad. Esto se obtiene dividiendo $L_{n x}$ entre 100,000 (columna 4). Mediante esta operación se cambia la raíz de la tabla de vida femenina de 100 000 personas a 1 persona. Esto quiere decir que en esa población hipotética hubo 1 nacimiento femenino.
6. Se multiplican las cifras en la columna 4 por las cifras correspondientes en la columna 3 y se obtiene la derivada de la población femenina estable (columna 5).
7. Se obtiene de la tabla de vida el número promedio de años de vida que ha vivido cada varón en cada edad, y se multiplican estas cifras por la razón de masculinidad al nacer y se divide el resultado por 100,000 (columna 6). Mediante esta operación se asume que el número de nacimientos masculinos ocurridos está dado por la razón de masculinidad.
8. Se multiplica cada cifra en la columna 6 por la cifra correspondiente en la columna 3 (columna 7) y se obtiene la derivada de la población estable masculina.
9. Se calcula la población estable femenina multiplicando cada entrada en la columna 5 por $\frac{100,000}{\sum \text{col. 5} + \sum \text{col. 7}}$

10. Se calcula la población estable masculina multiplicando las cifras en la columna 7 por $\frac{1000,000}{\sum \text{col. 5} + \sum \text{col. 7}}$

La multiplicación de cada valor en las columnas 5 y 7 por $\frac{1000,000}{\sum \text{col. 5} + \sum \text{col. 7}}$

infla cada uno de estos valores de tal forma que la suma de éstos, tanto para la población femenina como para la masculina sea 100,000. En otras palabras, al hacer este cálculo lo que se hace es prorratear o distribuir proporcionalmente la diferencia entre 100,000 y la suma de las columnas 5 y 7 entre los distintos grupos de edad tanto para los varones como para las hembras. Los resultados que se obtienen dan una población estable que consiste de cierto número de varones y mujeres distribuidas según la razón de sexo al nacer (columnas 8 y 9).

11. El número total de años-personas femeninos es el total de la columna 5. Hay un nacimiento femenino, por lo tanto, para obtener los nacimientos femeninos por persona o la tasa intrínseca de natalidad femenina (TIN_f)

se divide: $\frac{1}{\sum \text{col. 5.}}$

12. La tasa intrínseca de natalidad masculina se obtiene así:

$$\begin{aligned} TIN_m &= \frac{\text{razón de masculinidad al nacer}}{e^{-r(x+n)} \frac{2}{2}} \frac{\text{Razón de Masculinidad}}{\text{al Nacer}} \\ &= \frac{\text{Razón de Masculinidad al Nacer}}{\sum \text{Columna 7}} \end{aligned}$$

13. Las tasas intrínsecas de mortalidad femenina y masculina se obtiene así:

$$\begin{aligned} TIM_f &= TIN_f - r \\ TIM_m &= TIN_m - r \end{aligned}$$

14. Las tasas intrínsecas totales se obtienen mediante esta fórmula:

$$TIN_t = \frac{1 + \text{Razón de Masculinidad al Nacer}}{(\sum \text{columna 5} + \sum \text{columna 7})}$$

$$TIM_t = TIN_t = r$$

6.4.3 Métodos Natural Proximados para Obtener la Tasa Intrínseca de Crecimiento

Se han desarrollado métodos que proveen una aproximación de la tasa intrínseca de crecimiento poblacional.¹ Uno de estos métodos está basado en la fórmula de crecimiento continuo que se utiliza para calcular las estimaciones de población y para la tasa anual de crecimiento poblacional. Esta fórmula es la siguiente:

$$P_t = P_o e^{rt}$$

Si se resuelve por e^{rt} esta fórmula se transforma así: $e^{rt} = \frac{P_t}{P_o}$

donde:

e representa la base de los logaritmos naturales

t representa el intervalo de tiempo para el cual se quiere hacer la estimación.

r representa la tasa promedio de crecimiento para el período

P_o representa la población inicial del período

P_t representa la población al finalizar el período

Si se asume en esta fórmula que t representa el intervalo de tiempo promedio que requiere una madre para ser reemplazada por su hija (o el intervalo de tiempo de una generación) como es el caso de una población estable y de la tasa neta de reproducción (TNR), el término P_t va a ser igual a la TNR. La fórmula se podría representar entonces así: $TNR = e^{rt}$.

¹Ver Henry S. Shryock y Jacob S. Siegel, op cit.

Este supuesto se puede establecer ya que la TNR también se define como la razón de dos generaciones sucesivas en la población femenina. Si se asume que t representa el intervalo de tiempo de una generación entonces r se define como la tasa anual a la cual una población crecerá si sus tasas específicas permanecen en efecto el tiempo suficiente como para permitir que la población desarrolle una composición por edad estable. Si el valor de t se puede establecer; se podría resolver la fórmula anterior por r y se podría calcular así la tasa anual de incremento natural en la población estable. El valor de t se puede obtener estableciendo una relación entre la razón de la TNR y la TBR y la razón de los valores correspondientes a l_t y a l_0 .

$$\frac{TNR}{TBR} = \frac{l_t}{l_0}$$

La racional detrás de esta proporción se basa en lo que representa cada uno de estos símbolos. Los valores l se derivan en la construcción de la Tabla de Vida y representan la población sobreviviente a edades exactas de una población hipotética de 100,000 individuos que están sujetas a tasas de mortalidad en edad de una fecha específica. La razón $\frac{l_t}{l_0}$ representa entonces la probabilidad de la población femenina a la edad 0 de sobrevivir hasta la edad t . La razón $\frac{TNR}{TBR}$ representa, como se había señalado anteriormente, el potencial de reproducción que sobrevive los efectos de la mortalidad. Es decir, ambas razones representan una relación de sobrevivencia entre dos poblaciones.

Se puede obtener T de la relación anterior resolviendo por l :

$$l_t = l_0 \frac{TNR}{TBR}$$

Utilizando la tabla de vida correspondiente se busca la edad correspondiente al valor l_t que se obtiene al resolver la ecuación con los valores asignados a las otras variables. Esta edad representa el valor t de una generación. Una vez se obtiene el valor t , se resuelve por logaritmos la fórmula de crecimiento continuo

por r y se obtiene así la tasa intrínseca de crecimiento poblacional.

$$\begin{aligned} \text{TNR} &= e^{rt} \\ \log \text{NRR} &= rt \log e \\ r &= \frac{\log \text{TNR}}{t \log e} \\ &= \frac{\log \text{TNR}}{t} \end{aligned}$$

Se puede obtener también una aproximación de la tasa intrínseca de crecimiento natural calculando el tiempo de una generación mediante la siguiente fórmula $T = \frac{1}{r} + \frac{1}{2BR}$. En esta fórmula cuando r tiene un valor bajo el segundo término de esa fórmula se puede eliminar y entonces:

$$t = \frac{1}{r} = \frac{R_1}{R_0}$$

Una vez se tiene el valor t se puede obtener el valor de r (tasa de crecimiento intrínseco) utilizando la fórmula de crecimiento continuo.

6.4.4 Uso de la Población Estable y de las Tasas Intrínsecas

La población estable no representa una proyección poblacional, ni posee valores predictivos. Sin embargo, es una medida real de las condiciones específicas de mortalidad y fecundidad existentes en un momento dado. Si esta tasa intrínseca de crecimiento natural tuviese un valor negativo se puede inferir que las condiciones actuales deben mejorarse para evitar la extinción de esa población. Las tasas intrínsecas, por lo tanto, miden la capacidad actual de reproducción de la población para la fecha o período cuyas tasas se utilizaron en el cálculo de la población estable. Es por esto, que la población estable se utiliza para analizar las implicaciones de las tasas vitales actuales.

La población estable sirve también para estimar tasas vitales de países con registros de estadísticas vitales deficientes pero que se cree tienen un crecimiento

poblacional estable. Además, se utiliza para evaluar, estimar o corregir la distribución por edad en aquellos países donde estos datos no existen o son deficientes si se cree que estos países tienen un crecimiento estable. Tanto la estimación de las tasas vitales como la corrección o estimación de la estructura de edad se puede hacer utilizando unos modelos de población estable ya construídos.

6.4.5 Diferencia entre Población Estacionaria y Población Estable

Una población estacionaria es aquella que no cambia, no crece o tiene un crecimiento poblacional de cero y una estructura de edad relativa que se mantiene constante. De tomarse censos periódicos en una población semejante, se encontraría que éstas siempre arrojarían el mismo número de individuos en cada grupo de edad y en consecuencia, el tamaño de la población total se mantendrían constante. Esto ocurriría así porque en una población estacionaria de este tipo, cuando un individuo es desplazado de un grupo de edad bien por muerte o por envejecimiento (más no por migración) el sitio que deja no queda vacante porque pasa a ser inmediatamente ocupado por un individuo procedente del grupo anterior mediante un proceso de desplazamiento cuyo origen puede trazarse hasta la edad cero. Un ejemplo de población estacionaria lo es la de la tabla de vida.

La población estable difiere de la estacionaria en que puede o no cambiar; puede o no crecer. Lo que no varía en la población estable es la distribución relativa por edad y sexo, o sea, que la composición de la población asume una características fija: la distribución relativa por edad y sexo no cambia.

Una población estacionaria es un tipo de población estable la que resulta de tener una tasa intrínseca de natalidad y una tasa intrínseca de mortalidad que

son iguales (y ésto ha persistido por un tiempo prolongado).

Las tablas 14 y 15 presentan los cálculos de la población estable para Puerto Rico si las condiciones de natalidad y mortalidad del 1980, se mantuviesen un tiempo lo suficientemente largo como para que su población se estabilize. Los resultados de estos cálculos se resumen en la Tabla 16 . Los mismos indican que los niveles de la natalidad existentes en Puerto Rico en el 1980, aún después de haberse estabilizado su estructura de edad, representan unos niveles todavía altos de la fecundidad (una tasa de 19.1). La estabilización de la estructura de edad sólo logra reducir la tasa bruta de natalidad en un 16 por ciento. La estabilización de una estructura de edad todavía joven resultó en una mayor tasa bruta de mortalidad. Esto se debe a que la existencia de una población con una estructura de edad joven como la existente en 1980 se reflejaba en la TBM reduciéndola por debajo de el verdadero valor de la mortalidad. A pesar de que el efecto de las tasas vitales resulta en una tasa menor de crecimiento natural que la registrada para 1980, esta tasa de .97 por ciento aún representa un crecimiento poblacional moderadamente alto ya que si la población mantuviese ese crecimiento, se duplicará en alrededor de 68 años.

Las diferencias en las estructuras de edad de la población de 1980 y de la población estable bajo las condiciones de natalidad y mortalidad de 1980 también indican los efectos de la estabilización. La pirámide de la población registrada para 1980 todavía mantiene una base bastante ancha pero en reducción reflejando así los efectos de la reducción en la natalidad. También se observa el efecto de los movimientos migratorios en algunos grupo de edad (mayores de 25 años).

La pirámide de la población estable, por otro lado, presenta su parte más ancha en la base y una forma característica de aquellos países cuya población en las distintas edades se reduce sólo debido a la mortalidad.

TABLA 14

CALCULO DE LA TASA INTRINSECA DE CRECIMIENTO NATURAL
PUERTO RICO: 1980

Edad	NACIMIENTO FEMENINO POR MUJER	PUNTO MEDIO	$5L_x^F$	R_0	R_1	R_2
	$5x^F$ (1)	$(x+2.5)$ (2)	l_o (3)	$(1x3)$ (4)	$(2x4)$ (5)	$(2x5)$ (6)
15 - 19	.03811	17.5	4.89732	.18664	3.26620	57.15850
20 - 24	.08463	22.5	4.88727	.41361	9.30623	209.39018
25 - 29	.07514	27.5	4.87385	.36622	10.07105	276.95388
30 - 34	.04187	32.5	4.85401	.20324	6.60530	214.67225
35 - 39	.01841	37.5	4.82539	.02749	3.33150	124.93125
40 - 44	.00574	42.5	4.78994	.02749	1.16833	49.65403
Total	.2639	(x)	(x)	1.28604	33.74861	932.76009

$TBR = 5 \sum \text{col. (1)} = 5 (.2639) = 1.3195$
 $TNR = R_0 = \sum \text{col. (4)} = 1.28604$
 $R_1 = \sum \text{col. (5)} = 33.74861$
 $R_2 = \sum \text{col. (6)} = 932.76009$
 $\alpha = R_1/R_0 = 33.74861/1.28604 = 26.242271$
 $\beta = \alpha^2 - R_2/R_0 = 688.65579 - 725.29633$
 $\beta = -36.63954$
 $\log_e R_0 = 0.251568$

$$r = \frac{-\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 2B(\log_e R_0)}}{B}$$

$$= \frac{-26.24227 + \sqrt{(26.24227)^2 + 2(-36.63954)(.252568)}}{-36.63954}$$

$$= \frac{-26.24227 + \sqrt{688.65679 + (-18.434672)}}{-36.63954}$$

$$= \frac{-26.24227 + \sqrt{25.888618}}{-36.63954}$$

$$r = .0096514 = 0.97\%$$

TASAS INTRINSECAS DE NATALIDAD Y MORTALIDAD Y LA
DISTRIBUCION DE LA POBLACION POR EDAD
PUERTO RICO: 1980

INTERVALO DE EDAD	PUNTO MEDIO (x+2.5) (1)	$r(x+25)$ o $r(\text{col.1})$ (2)	$1/e^r(x+2.5)$ (3)	$\frac{5L^F}{10^F}$ (4)	POBLACION FEME- NINA ESTABLE DERIVADA (3) x (4) (5)	$\frac{5L^m}{10^m} \times$ (6)	RAZON DE MASCULINI- DAD AL NA- CER
0 - 4	2.5	.02413	.976159	4.92172	4.804381	4.89477	
5 - 9	7.5	.07239	.930168	4.90917	4.566353	4.87983	
10 - 14	12.5	.12064	.886353	4.90409	4.346755	4.87372	
15 - 19	17.5	.16889	.844602	4.89732	4.136286	4.85530	
20 - 24	22.5	.21716	.804801	4.88727	3.933280	4.81630	
25 - 29	27.5	.26541	.766892	4.87385	3.737717	4.75664	
30 - 34	32.5	.31367	.730760	4.85401	3.547116	4.68669	
35 - 39	37.5	.36193	.696331	4.82539	3.360069	4.61245	
40 - 44	42.5	.41018	.663531	4.78994	3.178274	4.52707	
45 - 49	47.5	.45844	.632269	4.74220	2.998346	4.41246	
50 - 54	52.5	.50670	.602481	4.66622	2.811309	4.24907	
55 - 59	57.5	.55496	.574095	4.54869	2.611380	4.02767	
60 - 64	62.5	.60321	.547053	4.37187	2.391645	3.72765	
65 - 69	67.5	.65147	.521279	4.09267	2.133423	3.33026	
70 - 74	72.5	.69973	.496719	3.68703	1.831418	2.81922	
75 - 79	77.5	.74798	.473322	3.15353	1.492635	2.22625	
80 - 84	82.5	.79624	.451022	2.47245	1.115129	1.58323	
85 - 90	87.5	.84450	.429772	1.68189	.722829	0.94442	
90 - 94	92.5	.89275	.409568	.90212	.369443	0.43424	
95 - 100	97.5	.94101	.390234	.37770	.147391	0.13679	
100 - 105	102.5	.98927	.371848	.08945	.033262	0.02971	
	(x)	(x)	(x)	(x)	54.26844		

POBLACION MASCULINA ESTABLE DERIVADA (3) x (6) (7)	POBLACION ESTABLE FEMENINA (5) x $\frac{100,000}{\sum (5) + \sum (7)}$ (8)	POBLACION ESTABLE MASCULINA (7) x $\frac{100,000}{\sum (5) + \sum (7)}$ (9)
5.06242	4481	4722
4.80918	4259	4486
4.57691	4054	4269
4.34483	3858	4052
4.10683	3669	3831
3.86491	3486	3605
3.62866	3308	3385
3.40293	3134	3174
3.18261	2964	2968
2.95589	2797	2757
2.71233	2622	2530
2.44987	2436	2285
2.13869	2231	1995
1.83939	1990	1716
1.48370	1708	1384
1.11644	1392	1041
0.75657	1040	706
0.43004	674	401
0.05935	345	55
0.01228	137	12
0.01171	31	11
52.93545	50616	49385

$$\begin{aligned}
 \text{TIN}_f &= \frac{1}{54.26844} \\
 &= \frac{1}{107.8909} \\
 &= .018426 \times 1000 \\
 &= 18.4 \text{nac} / 1000 \text{ personas}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{TIN}_T &= \frac{1+1.05951}{54.26844+52.94545} \\
 &= \frac{2.05951}{107.21389} \\
 &= .01909 \times 1000 \\
 &= 19.1 \text{nac} / 1000 \text{ personas}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{TIM}_f &= 18.4 - 9.7 \\
 &= 8.7 \text{def} / 1000 \text{ personas}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{TIM}_T &= 19.1 - 9.7 \\
 &= 9.4 \text{def} / 1000 \text{ personas}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{TIN}_m &= \frac{1.05951}{52.94545} \\
 &= .02001 \times 1000 \\
 &= 20.0 \text{nac} / 1000 \text{ personas}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{TIM}_m &= 20.0 - 8.7 \\
 &= 11.3 \text{def} / 1000 \text{ personas}
 \end{aligned}$$

TABLA 16
 TASAS BRUTAS E INTRINSECAS^{a/} DE CRECIMIENTO NATURAL,
 DE NATALIDAD Y DE MORTALIDAD, PUERTO RICO, 1980

	<u>BRUTAS</u>	<u>INTRINSECAS</u>	<u>DIFERENCIA PORCENTUAL</u>
Tasa de Crecimiento Natural	16.4	9.7	40.9
Tasa de Natalidad	22.8	19.1	16.2
Tasa de Mortalidad	6.4	9.4	-46.9

^{a/} Expresadas por 1,000.

APENDICE

APENDICE

Cálculo de la Tasa Intrínseca y de la Población Estable

I. Derivación de la Fórmula

1. En una población estable, el crecimiento es sólo el resultado de los nacimientos y las defunciones. Por consiguiente, su tasa de crecimiento natural se obtiene así:

$$r(t) = \frac{\Delta P(t)}{\Delta t P(t)} - \frac{B(t)}{P(t)} - \frac{D(t)}{P(t)} = b(t) - d(t)$$

donde:

$B(t)$ y $D(t)$ representa los nacimientos y defunciones en el tiempo t .

$b(t)$ y $d(t)$ expresan las tasas de natalidad y mortalidad respectivamente.

$r(t)$ expresa la tasa de crecimiento natural.

2. A cualquier fecha futura (t) , el número de nacimientos en el tiempo t es igual al número de niños nacidos a aquellos que estaban vivos en el tiempo 0 adicionado al número de niños nacidos a los descendientes de la población inicial.

Lo anterior se expresa en forma matemática así:

$$B(t) = G(t) + \int_0^t B(t-x) p(x) m(x) dx \quad (1)$$

donde:

$B(t)$ = número de nacimientos en el tiempo t

$G(t)$ = nacimientos a la población original que estaba viva en $t = 0$.

$p(x)$ = probabilidad de sobrevivencia a la edad exacta x (desde el nacimiento hasta la edad x).

$m(x) dx$ = probabilidad de un nacimiento femenino a las mujeres en las edades x a $x+dx$.

$B(t-x)$ = nacimientos en intervalo $t-x$.

Esta ecuación se puede utilizar para derivar la tasa de crecimiento intrínseca si t es lo suficientemente largo como para que $B(t)$ represente nacimientos de

una población estable.

3. En la ecuación (1), $m(x)dx$ será cero por debajo y por encima de ciertas edades; por debajo de 10 y sobre 50 años respectivamente. Si se representan esos límites inferiores y superiores del período reproductivo por a y B respectivamente, y se asume que $t = B$ cuando se alcanza estabilidad en la población, entonces la ecuación (1) se puede reescribir de la siguiente forma:

$$B(t) = \int_a^B B(t-x)p(x)m(x) dx \quad (2)$$

4. Si se sustituye en (2), e^{rt} por $B(t)$ y $e^{r(t-x)}$ por $B(t-x)$, entonces la ecuación (2) se puede reescribir así:

$$e^{rt} = \int_a^B e^{r(t-x)} p(x)m(x)dx \quad (3)$$

5. La sustitución anterior se puede hacer debido a lo siguiente:

Como se dijera anteriormente

$$r(t) = \frac{\Delta P(t)}{\Delta t P(t)}$$

Lo anterior se puede escribir de la siguiente forma:

$$r(t) = \frac{\Delta P(t)}{\Delta t P(t)} = \frac{dP(t)}{P(t)dt} = \frac{d \log P(t)}{dt}$$

Si se supone una población estable, es decir una población donde d y b son constantes, entonces, $r(t) = d \frac{\log P(t)}{dt}$ es constante.

En este caso la población crece o decrece según una ley exponencial y por lo tanto:

$$a) \text{ Volumen de población } = P(t) = P(0) \cdot e^{rt}$$

$$\begin{aligned} b) \text{ Los nacimientos } B(t) &= b \cdot P(t) \\ &= b \cdot P(0) \cdot e^{rt} \\ &= B(0) \cdot e^{rt} \end{aligned}$$

6. Si se escribe $e^{r(t-x)}$ como $(e^{rt})(e^{-rx})$, entonces la ecuación (3)

se transforma así:

$$e^{rt} = \int_a^B e^{r(tx)} p(x)m(x)dx$$

$$e^{rt} = \int_a^B (e^{rt})(e^{-rx})p(x)m(x)dx$$

$$1 = \int_a^B e^{-rx}p(x)m(x)dx \quad (4)$$

7. En la práctica una aproximación de la raíz real de (4) es:

$$1/2Br^2 + \alpha r - \log e R_0 = 0 \quad (5)$$

donde:

$$\alpha = R_1 \text{ y } \beta = \frac{R_2}{R_0} = \left(\frac{R_1}{R_0}\right) - \frac{R_2}{R_0}$$

donde:

R_0 = tasa de reproducción neta

R_1 y R_2 son el primer y segundo momento respectivamente

8. Si se resuelve la ecuación (5) por r , entonces

$$r = -\alpha + \frac{\sqrt{\alpha^2 + 2 \log e R_0}}{\beta}$$

y si se sustituye por α y β en términos de R_0 , R_1 y R_2

entonces:

$$r = \frac{\frac{R_1}{R_0} - \sqrt{\left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2 - \left[\frac{R_2}{R_0} - \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2\right] \log e R_0}}{\frac{R_2}{R_0} - \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2}$$

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Barcley, George W. "Techniques of Population Analysis", John Wiley and Sons, Inc., 1958.
- Bogue, Donald. "Principles of Demography", John Wiley and Sons., Inc., 1969.
- Carleton, Robert O. Aspectos Metodológicos y Sociológicos de la Fecundidad Humana, Centro Latinoamericano de Demografía, Chile, 1970.
- Chandrasekar, C. y W. Edwards Deming. "On a Method of Estimating Birth and Death Rates and the Extent of Registration", Journal of Statistical Association, 44(245):101-115, March, 1949.
- Gabela, Vicente. Aspectos Históricos de los Registros de Hechos Vitales en Puerto Rico, Tesis de Maestría, Programa de Demografía, Escuela de Salud Pública, 1971.
- Leridon, Henri y Jane Merken. "Natural Fertility", International Union for the Scientific Study of the Population, 1979.
- Mattelart, Armand. Manual de Análisis Demográfico, Santiago de Chile, 1964.
- Morales Del Valle, Zoraida y Judith Carnivali. Cambios en la Mortalidad de Puerto Rico Mediante el Análisis de las Tablas de Vida, 1765 a 1980. Centro de Investigaciones Demográficas (CIDE), Programa Graduado de Demografía, Escuela Graduada de Salud Pública, Universidad de Puerto Rico, No. V, 1985.
- Pressat, Rolando. El Análisis Demográfico, Fondo de Cultura Económica, Mexico, 1967.
- Shryock, Henry S. y Jacob S. Siegel. "The Methods and Materials of Demography", United States Department of Commerce, 1975.
- Spiegelmen, Mortimer. Introducción a la Demografía, Fondo de Cultura Económica, Mexico, 1972.
- United Nations. Handbook of Vital Statistics Methods, Studies in Methods, Series F, Núm. 7, New York, 1953.
- _____. Manual de Métodos de Censos de Población, Vol. 1, 1958.
- _____. The Determinants and Consequences of Population Trends, Vol. 1, New York, 1973.
- Vázquez Calzada, José L. La Población de Puerto Rico y su Trayectoria Histórica, 1978.
- Wolfenden, Hugh H. Population Statistics and their Compilation, University of Chicago Press, 1954.

