

48
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

USO DE LA MEDIDA DE ENTROPIA
A LA EXPERIENCIA DE LA MORTALIDAD
EN MEXICO, 1940-1960

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
A C T U A R I O
P R E S E N T A:
EULOGIO GERARDO POLO NIETO

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1991.



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

| | |
|--|----|
| INTRODUCCION | 1 |
| I LA ESTRUCTURA DE LA MORTALIDAD EN MEXICO, 1940-1960 | |
| 1. Introducci3n | 5 |
| 2. El Marco Te3rico | 8 |
| 3. e_x y n^m_x en la descripci3n de la mortalidad | 12 |
| 4. Conclusiones | 16 |
| II LA MEDIDA DE ENTROPIA | |
| 1. Introducci3n | 19 |
| 2. La funci3n de Heterogeneidad | 20 |
| 3. Indicaciones | 27 |
| III HETEROGENEIDAD DE LA MORTALIDAD EN MEXICO, 1940-1960 | |
| 1. Introducci3n | 30 |
| 2. Potencial de salvar a3os de vida y Medida de Entropia | 31 |
| 3. Conclusiones | 34 |
| ANEXO A | 38 |
| BIBLIOGRAFIA | 52 |

INTRODUCCION

En el campo demográfico de la Mortalidad, el uso de la esperanza de vida y la tasa de mortalidad es imprescindible para la ubicación del impacto (general o por causa), nivel y tendencia de dicho fenómeno en una Población, así como para caracterizar los eventos en grupos particulares; por raza, edad, localidad, grupo social, etc. Sin embargo, en su aplicación padece limitaciones, tal como la potencialidad de incremento en la esperanza de vida dado un cambio en los niveles de la mortalidad.

En México, dicha utilización ha sido bastante considerada, sobre todo para explicar el comportamiento de la mortalidad en el período 1940-1960, donde se pudo apreciar un gran desplazamiento en los niveles (Ver por ejemplo, CEED, 1981, cap. II). Y aunque para tal período existen variados estudios para explicar el descenso de la mortalidad, pocos lo han descrito con un detallado

análisis de la esperanza de vida y la tasa de mortalidad (Ver por ejemplo, Camposortega y, Arriaga, 1988), y al parecer, nadie a través de la Medida de Entropía o Heterogeneidad, en donde es esencial el uso de ambos indicadores (James W. Vaupel y Nathan Keyfitz, son dos de los principales exponentes de la Medida de Entropía).

Entonces, la intención del presente trabajo es realizar la aplicación de la Función de Entropía¹ al caso de México en 1940-1960, que de tener sentido, podría permitir una alternativa en el estudio de la mortalidad en México, como la expresada por Arriaga (1988) con las esperanzas de vida temporarias.

La Función de Heterogeneidad presenta dos aspectos principales; (1), la potencialidad de incremento en la esperanza de vida por edad (o potencial de salvar años de vida), y (2), la medida de entropía. Ambos permiten la valorización del impacto, nivel y tendencia de la mortalidad en una población heterogenea; el primero en forma particular (por edad), y el segundo en forma general. Esto es, la heterogeneidad de la población ante la muerte, la cuál, puede referirse a una población total, por grupo étnico, por edad, por causa, etc.

¹. Es equivalente señalar la Medida como de Entropía o de Heterogeneidad, asimismo la Función matemática, sólo que la Medida se refiere al resultado de la aplicación de la Función. De esta forma, son tratados por sus aplicólogos.

La importancia del uso de la Medida de Heterogeneidad en la experiencia mexicana, es dar una versión que explique la declinación de la mortalidad en 1940-1960, y que sirva de complemento al expuesto a través del análisis en la esperanza de vida y la tasa de mortalidad, no sin antes haber probado la efectividad de la función al respecto. Por lo tanto la finalidad de la tesis, es "el uso de la Medida de Heterogeneidad a la información de la población de ambos sexos de la República Mexicana en 1940-1960, respecto a la mortalidad en diferentes edades".

El contenido de la tesis, básicamente estará compuesto de tres capítulos: (1), "La Estructura de la Mortalidad en México, 1940-1960"; (2), "La Medida de Entropía", y; (3), "Heterogeneidad de la Mortalidad en México, 1940-1960".

En el primer capítulo se tratará de exponer un análisis global de la mortalidad por edad de 1940 a 1960, por medio del "progreso" en la esperanza de vida y en la tasa de mortalidad, señalando las deficiencias en la medición de ambos. En el segundo, se definirán los aspectos de la Función de Heterogeneidad, donde se tratará la expresión utilizada por James Vaupel. Y en el tercero, se abordarán las deficiencias surgidas en el primer capítulo en base a la función, con lo que se intentará evaluar la aplicación a México en 1940-1960, y quién finalmente, estimará la adecuación de dicha función para el país.

Cabe advertir de los resultados del "ajuste", que la finalidad última del tema, es valorar la adecuación de la Función de Heterogeneidad (o Medida de Entropía, como normalmente se conoce) a la experiencia de la mortalidad en México, por lo que las conclusiones realizadas al respecto, sólo intentarán estimular la utilización de dicha Función en tal contexto.

I

LA ESTRUCTURA DE LA MORTALIDAD EN MEXICO, 1940-1960

1. INTRODUCCION

Un primer acercamiento para el conocimiento de la mortalidad en México de 1940 a 1960, sería a través del análisis en la esperanza de vida y en la tasa de mortalidad; la primera mostrando el nivel de vida de la población, y la segunda el nivel de muerte de la misma.

Como en México para dicho período existen tablas de mortalidad suficientemente confiables, un análisis adecuado sobre ambos indicadores, se podría limitar a la interpretación del cálculo de las ganancias en años de la esperanza de vida y, de las pérdidas en puntos porcentuales de la tasa de mortalidad, esto es, del progreso sobre el tiempo de ambos indicadores. De los cuadros

estadísticos antes mencionados, destacan los construidos por Sergio Camposortega¹ para 1940, 1950 y 1960.

Conveniendo con lo anterior descrito, entonces, se intentará dar un marco global de la evolución de la mortalidad sobre las estructuras por edad de la población de ambos sexos, para la República Mexicana de 1940 a 1960.

Sin embargo, y para propósitos de la presente tesis, en adelante, los cuadros estadísticos no serán utilizados tal y como los presenta el autor, sino que, la descripción que de ellos resulte. Esto es. Dado que se requiere de los datos desplegados en edades individuales (todas aquellas con valor entero positivo, incluido el cero), ante la información de los cuadros originales que se muestra en grupos de edad quinquenal (excepto el último y los dos primeros), se permitió el ajuste descriptivo a éstos por medio del Modelo Gompertz-Makeham². Resultando así, la función de distribución de la información ajustada, quien permite la desagregación, y para la cuál, fue requisito indispensable una máxima correlación.

¹. Camposortega Cruz, Sergio: "Tablas de mortalidad para México; 1940, 1950, 1960, 1970 y 1980", en Metodología de Construcción de las Tablas de mortalidad nacionales, Ponencia presentada en el Seminario sobre evaluación del Censo de 1990, INEGI, Enero de 1990.

². Para aplicación del Modelo Gompertz-Makeham, referirse a Mina Valdez, Alejandro; "Consideraciones sobre Modelos de ajuste empleados en la Demografía Matemática", en Revista de Economía y Demografía, Vol. XVI, No. 2 (50), págs. 189-199, El Colegio de México, 1982.

De las tablas de vida consideradas, se utilizó únicamente el patrón por edad de sobrevivientes (l_x) y el de la esperanza de vida. A ambos se les aplicó el ajuste descriptivo a partir del grupo quinquenal 5-9 (dado que fue la forma que presentó mejor correlación entre todas las posibles)³, con lo cual resultó, la función de distribución de sobrevivencia y de la esperanza de vida a partir de los 5 años de edad.

La columna l_x fue elegida porque permitió una buena aproximación a la tasa de mortalidad por edad⁴, la que para un instante de edad se define como tasa instantánea o fuerza de mortalidad (μ_x) -ver Mina Váidez, 1982, págs. 190-191. Ello además, porque el ajuste sobre las tasas de mortalidad no fue aceptable, y no así el correspondiente a l_x que resultó con muy buena correlación. Entonces, y en base a la descripción obtenida, se supondrá que las distribuciones resultantes (de l_x , e_x y μ_x), son las que muestran el efecto de la mortalidad sobre la población de México en 1940-1960 (Ver parte II del Anexo A).

³. Para apreciar la calidad del ajuste, observese las graficas correspondientes en el Anexo A (parte I). Así también, como la buena correlación entre las tasas de mortalidad originales y la aproximada por medio de la función de sobrevivientes, esto es, el "ajuste indirecto" al patrón por edad de la tasa de mortalidad.

⁴. La aproximación a m_x por medio de l_x , está dada por Nathan Keyfitz en; Introducción a las Matemáticas de Población, página 227, cap. 10, CELADE, 1979.

2. EL MARCO TEORICO

Para cualquier población humana en un momento dado del tiempo (año t): la esperanza de vida por edad (e_x), indicaría los años que en promedio transcurrirán antes de que un individuo de edad exacta ' x ' sea afectado por el evento muerte, ello de permanecer constantes las condiciones de vida del momento, y; la tasa de mortalidad por edad (m_x), representaría el impacto de la mortalidad en una subpoblación de edad (entre ' x ' y ' $x+n$ ' exactos) en dicho año. Esto es, ambos indicadores presentarían una misma finalidad sobre la población: el nivel de la mortalidad correspondiente (por edad) en un año determinado.

Tales indicadores en la descripción de la tendencia de la mortalidad, aunque con la misma finalidad, tienen una diferencia importante de considerar: cuando la estructura por edad de la población cambia significativamente en un corto tiempo, la tasa de mortalidad se complica en la interpretación, y no así la esperanza de vida que no depende de ello.

Por lo tanto, la e_x sería el indicador más confiable en la interpretación de la evolución de la mortalidad, y la m_x el elemento que lo reforzaría. Además de que el primero, permitiría la comparación con otras poblaciones diferentes a la considerada.

Revisando la distribución por edad de ambos indicadores para la República Mexicana de 1940 a 1960 (Ver gráficos 1-1 y 1-2), se notará, por un lado, que los grandes cambios en los niveles de la Esperanza de vida se dan antes de los 15 años, los cuales declinan suavemente al correr de las edades, y por otro lado; los cambios en los niveles de la Tasa de mortalidad, se dan notablemente en las edades extremas de la población. Y considerando que, para el mismo período anterior, la estructura por edad joven (de cero a quince años) es mucho mayor que la del grupo anciano (de sesenta y cinco años y más)⁵, resulta que, es menos sensible la primera a los grandes cambios en su estructura que la segunda.

Entonces, ante la importancia de considerar la estructura por edad anciana en la interpretación de los cambios en su tasa de mortalidad y, de notar asimismo, que la estructura por edad joven fue la que más aportó en la reducción de la mortalidad, se ofrece una forma distinta a cada indicador para apreciar su progreso dentro el período de estudio. Para la esperanza de vida por edad, simplemente es necesario obtener la diferencia absoluta en dos momentos continuos. Para la tasa de mortalidad, al obtener la diferencia absoluta entre dos momentos consecutivos, es requerible ponderarlo por el recíproco del momento inicial.

⁵. Ver "Población total por grandes grupos de edad y relación de dependencia, 1885-1980", en Estadísticas Históricas de México, página 39, México, INEGI, 1985.

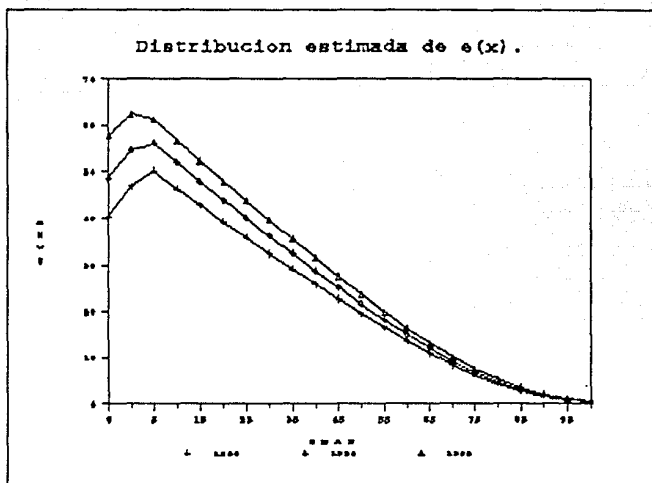


Gráfico 1-1. Esperanza de vida por edad, México 1940-1960.

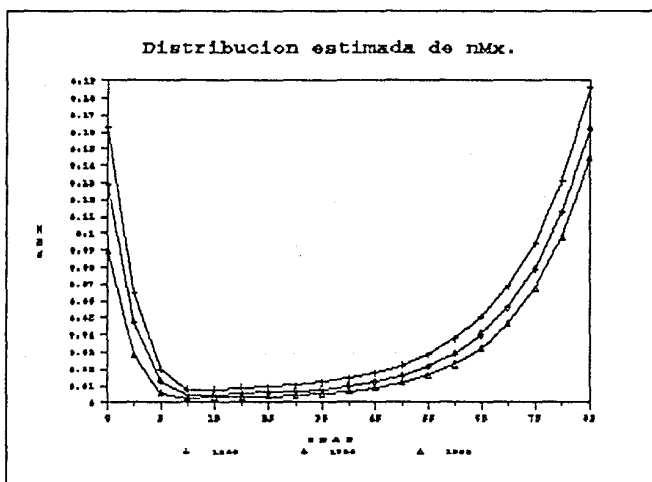


Gráfico 1-2. Tasa específica de mortalidad, México 1940-1960.

Por sus características físico-biológicas, los grupos de personas más expuestas al evento muerte, son los ancianos y los Infantes (menores de 5 años de edad). Pero ante lo esencial para cualquier sociedad, de la salud y la sobrevivencia humana, la segunda población adquiere mayor atención, siendo primordial de esta última, el correspondiente al primer año de vida. Y considerando, entonces, la estructura por edad predominantemente joven que presenta México entre 1940 y 1960, la mortalidad en el primer año de vida reviste de particular importancia.

Por lo tanto, para el siguiente análisis de la evolución de la mortalidad en México sobre sus estructuras por edad, la esperanza de vida al nacimiento (a edad cero) y la tasa de mortalidad infantil tendrán mayor aplicación. Siendo además para muchos estudiosos del tema, de manera general aceptados, como buenos indicadores del nivel de salud y, sobre todo, del nivel de vida, esto es, de las condiciones socioeconómicas imperantes en un tiempo y en un lugar determinado.

La tasa de mortalidad infantil (${}_1m_0$) se refiere al impacto de defunciones habidas sobre un grupo de recién nacidos, en un año y hasta antes de alcanzar el primer aniversario de vida. La esperanza de vida al nacimiento (0e_0), marca la expectativa de sobrevivencia que tendría un recién nacido de mantenerse constante la mortalidad de ese momento.

3. e_x y $n m_x$ EN LA DESCRIPCION DE LA MORTALIDAD

El avance observado en la esperanza de vida de 1940 a 1960, fue muy significativo hasta antes de los 45 años de edad: más de 10 años de vida para las primeras diez edades, y; entre 10 y 5 años de vida para las edades de 10 a 45. Destacando que conforme la edad es más alta, a partir del nacimiento, las ganancias respectivas en la esperanza de vida van disminuyendo (Ver gráfico 1-3).

Cuadro 1-1. Progreso del nivel de vida en México, 1940-1960.

| EDAD | Ganancias en años de e_x | | | Pérdidas anuales (%) de $n m_x$ | | |
|------|----------------------------|---------|---------|---------------------------------|---------|---------|
| | 1940-50 | 1950-60 | 1940-60 | 1940-50 | 1950-60 | 1940-60 |
| 0 | 8.3100 | 9.1500 | 17.4600 | 2.0657 | 3.0196 | 5.0852 |
| 1 | 7.6900 | 7.6900 | 15.3800 | 2.6506 | 4.0100 | 6.6706 |
| 5 | 6.0763 | 5.0702 | 11.1465 | 3.5091 | 5.3381 | 8.8472 |
| 10 | 5.6216 | 4.7332 | 10.3547 | 3.8095 | 3.9373 | 7.7468 |
| 15 | 5.1700 | 4.3907 | 9.5607 | 3.7696 | 3.8907 | 7.6603 |
| 20 | 4.7215 | 4.0437 | 8.7652 | 3.7094 | 3.8194 | 7.5288 |
| 25 | 4.2763 | 3.6935 | 7.9698 | 3.6233 | 3.7166 | 7.3399 |
| 30 | 3.8354 | 3.3419 | 7.1774 | 3.5064 | 3.5773 | 7.0837 |
| 35 | 3.4005 | 2.9915 | 6.3921 | 3.3565 | 3.4002 | 6.7567 |
| 40 | 2.9743 | 2.6454 | 5.6196 | 3.1750 | 3.1889 | 6.3638 |
| 45 | 2.5603 | 2.3072 | 4.8675 | 2.9669 | 2.9512 | 5.9181 |
| 50 | 2.1631 | 1.9814 | 4.1445 | 2.7401 | 2.6971 | 5.4372 |
| 55 | 1.7682 | 1.6724 | 3.4605 | 2.5033 | 2.4363 | 4.9396 |
| 60 | 1.4414 | 1.3847 | 2.8261 | 2.2645 | 2.1764 | 4.4409 |
| 65 | 1.1286 | 1.1225 | 2.2511 | 2.0308 | 1.9229 | 3.9537 |
| 70 | 0.8548 | 0.8688 | 1.7436 | 1.8086 | 1.6803 | 3.4889 |
| 75 | 0.6235 | 0.6853 | 1.3089 | 1.6052 | 1.4539 | 3.0592 |
| 80 | 0.4360 | 0.5124 | 0.9483 | 1.4308 | 1.2514 | 2.6822 |
| 85 | 0.2905 | 0.3689 | 0.6595 | 1.2386 | 1.0831 | 2.3817 |
| 90 | 0.1833 | 0.2532 | 0.4365 | 1.2212 | 0.9573 | 2.1784 |
| 95 | 0.1083 | 0.1632 | 0.2715 | 1.1971 | 0.8630 | 2.0602 |
| 100 | 0.0590 | 0.0967 | 0.1557 | 1.1696 | 0.7264 | 1.8930 |
| Suma | 63.713 | 59.187 | | 55.419 | 58.097 | |

Según las áreas que forman los patrones por edad de la esperanza de vida (gráfico 1-1), aunque no se distinga la mayor, se muestra claramente la reducción de la mortalidad de 1940 a 1960; más de 17 años de progreso para la edad inicial en 20 años de tiempo, lo que significa, una ganancia anual en más de 10 meses de vida para el nivel de la e_0 . Mediante el cuadro 1-1, al sumar las ganancias habidas por edad individual sobre cada década, da un total que podría ser útil para ubicar, en general, a cada período respecto al de mayor progreso en la esperanza de vida. La cantidad mayor resultante correspondió al decenio de 1940-1950.

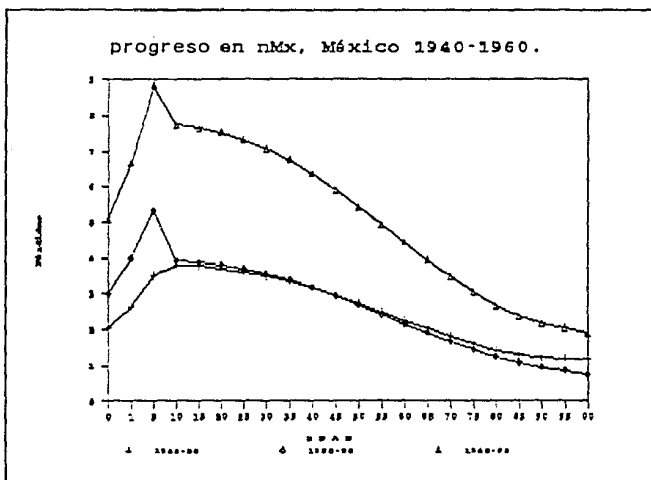
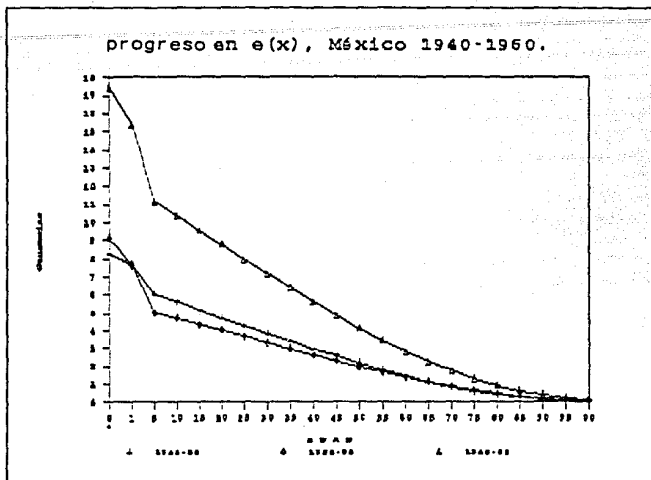
Las dos décadas analizadas tienen progresos importantes en la esperanza de vida hasta los 15 años de edad, siendo relevante en ellos los correspondientes a las dos primeras edades (0 y 1 año exactos), y donde la inicial aparece con mayor ganancia; 8.13 años de vida de 1940 a 1950, y 9.15 años de vida de 1950 a 1960 (casi un año de vida anual).

Ahora, comparando las décadas en cuanto a progresos en la e_x , observamos lo siguiente: para las edades mayores a 70 años, los avances más significativos se notaron en el decenio de 1950; de las edades exactas 5 a 65 años, las ganancias mayores se distinguieron entre 1940 y 1950, y finalmente; para las primeras dos edades exactas (0 y 1), las máximas ganancias se notaron en la década de los cincuentas. Esto es, del aumento de años de vida en la población mexicana de 1940 a 1960, la "joven-adulta" se

beneficio más en el primer decenio y, los ancianos e infantes en el segundo.

Cabe observar que la esperanza de vida cuando posee bajos índices, al darse un mejoramiento del nivel de vida de la población, cual leve sería, podría presentar significativos avances. E inversamente, la e_x es más difícil aumentarla cuando muestra un valor significativo, esto es, entre más alto sea el valor en la e_x , más difícil deberá ser incrementarla cuando se produzca un descenso en la mortalidad. Entonces, y dada la estructura por edad predominantemente joven entre 1940 y 1960, el orden de máximas ganancias en la esperanza de vida, mencionado en el primer párrafo de la página anterior, cambiaría; la década de 1950 deberá ser considerada como primera, esto es, el período en que más se aportó a la reducción de la mortalidad fue en el de 1950-1960.

La declinación de la tasa de mortalidad de 1940 a 1960, fue casi uniforme hasta antes de los 60 años edad, con exclusión del correspondiente a 5-9, las variaciones fueron entre el 5 al 8 por ciento anual, dando una diferencia porcentual por ambos extremos de 2.91 puntos (7.7 para el grupo 10-14 y, 4.9 del 55-60). Además de que la variación máxima, no se dispara de las otras: a la edad 5-9, le correspondió un descenso en su tasa de mortalidad de 1940 a 1960, del 8.85% anual. Siendo importante destacar que, la reducción anual en el valor de m_0 de 1940 a 1960, sólo es superior a los mostrados por las posteriores al grupo de edad 50-55.



La disminución máxima de la tasa de mortalidad por edad, en 1940-1950 es observada en el grupo de edad 10-14 y, en 1950-1960 en el grupo de edad 5-9, sobresaliendo esta última con un 5.34% anual.

En el mismo sentido de las edades respecto a declinaciones máximas en la tasa de mortalidad: a partir del grupo de edad 45-49, las reducciones son mayores de 1940 a 1950, y; entre los grupos de edad 0 al 40-45, el período 1950-1960 posee los más significativos valores de reducción. Entonces, resalta en progreso de la tasa específica de mortalidad, el decenio de 1950-1960.

Y si se observa la cantidad total que se obtuvo al sumar las disminuciones habidas por edad en cada década, se notará un parecido, en cuanto al orden de dichos períodos de mayor a menor progreso, al asignado en la conclusión sobre e_x ; (1) 1950-1960 y, (2) 1940-1950. Esto es, los progresos en la tasa de mortalidad dentro del período de estudio, refuerza las conclusiones sobre los progresos en el nivel de la esperanza de vida de los mexicanos.

4. CONCLUSIONES

El gran comportamiento en cuanto a valores de la m_x y la e_x , a partir de 1940 y hasta 1960, refleja la acción de las autoridades del país, de ese entonces, por mejorar el nivel de vida de la población. El cual, por la reducción mostrada en la mortalidad para 1940-1950, debió haberse iniciado anteriormente a 1940.

"Posterior a 1930, el Crecimiento y el Desarrollo económico iniciado a partir del gobierno del General Lázaro Cárdenas (1934-1940), implicó una intensificación de la inversión en obras de infraestructura pública que afectaron directamente los niveles generales de salud, asimismo, la importación de tecnología médica, la difusión y aplicación extensivas de insecticidas y antibióticos, la disponibilidad de métodos accesibles de saneamientos, que entre otros aspectos, fueron algunas de las causas más relevantes en el abatimiento de la mortalidad en el México de 1940-1960" (Ver CEED, 1981, pág. 15).

La declinación de la mortalidad en 1940-1950 y en 1950-1960, se dió importantemente en todas las edades, resaltandose más en la segunda década; mientras para 1940-1950 la "población joven-adulta" (entre los 5 a 60 años de edad) fue la que más se benefició, en la correspondiente a 1950-1960, la población infantil (de cero a cinco años de edad) fue la que más se distinguió.

4.1. CONSIDERACIONES

Después del análisis de la estructura de la mortalidad a través de la esperanza de vida y la tasa de mortalidad, para la población mexicana en 1940-1960, queda un vacío en tal. Si bien se identificó la población de edad que más aportó en la reducción de la mortalidad, asimismo como su magnitud, no se consideraron aspectos relativos a la estructura por edad, que en este caso, se refiere a su heterogeneidad.

Por ejemplo, los índices para la población infantil tienen más amplitud de movimiento, en cuanto a valores, que los correspondientes para los jóvenes. Por lo que al parecer, debe ser mayor la potencialidad para incrementar la sobrevivencia en los primeros.

Entonces, para una mejor apreciación en el avance del nivel de vida en los mexicanos de diferente edad, es necesario, como complemento a lo expuesto en este capítulo, de otro tipo de método que considere el problema anterior, tal como la Medida de Entropía.

II

LA MEDIDA DE ENTROPIA

1. INTRODUCCION

En el capítulo anterior, se comprobó que la tasa de mortalidad y la esperanza de vida pueden presentar un confiable análisis del fenómeno mortalidad, no obstante de haberse presentado ciertas limitaciones, que en el presente capítulo por medio de la Medida de Entropía o Heterogeneidad, se abordaran para hacer poco más completo el estudio de la mortalidad en la población mexicana de diferente edad, 1940-1960. Donde tal Medida, principalmente, se abocará sobre la siguiente limitación.

En una población predominantemente joven, como México en 1940-1960, los cambios en la esperanza de vida tienden a ser importantes solo en las primeras edades, ya que la amplitud de sus posibles valores es más grande que para el resto de ellas. Por lo que el análisis por edad en cada período, no muestra adecuadamente la potencialidad para salvar vidas en la población.

Pero para tal propósito, primero es necesario comprender la Función matemática de Entropía o Heterogeneidad, por lo que los resultados de la aplicación se expondrán en el siguiente capítulo.

2. LA FUNCION DE HETEROGENEIDAD

Por heterogeneidad entenderemos la diferente "fragilidad" de los miembros de una población a la exposición del fenómeno mortalidad, que para este caso, los miembros se referirán en edades específicas. Lo que para ello, es necesaria la información por edad de los sobrevivientes, tasa de mortalidad y esperanza de vida, quienes a través de la función de entropía permiten visualizar el impacto, el nivel y la tendencia de la mortalidad en la población de diferente edad.

Para la comprensión de la Medida de Entropía, traté el siguiente ejemplo. Sea "P" una nación que para el año "t" tenía un comportamiento de la mortalidad parecido al del nivel 1 de las Tablas Modelo Oeste¹, tal que "h" años después (t+h), la mortalidad en la Población seguía un patrón idéntico al del nivel 27 de las mismas Tablas.

¹. Ansley James Coale y Paul Demany; Regional Model Life Tables and Stable Populations, Princeton University Press, New Jersey, 1966.

Comparando las distribuciones por edad de Sobrevivientes femeninos (Ver gráfico II-1), se aprecia la gran diferencia del nivel de vida de ambos momentos: Impresionante mortalidad Infantil en t , con una esperanza de vida al nacer de 20 años, y; una mortalidad Infantil "casi nula" en el año $t+h$, con una esperanza de vivir al nacimiento de 80 años. Esto es, el nivel de sobrevivencia a partir de t para las mujeres de la nación P , ha ido incrementando hasta lograr el correspondiente en $t+h$ (para lógica del ejemplo, sea h tan grande o más como 100 años). Donde cada incremento dentro del período, asemejaría un patrón de vida respectivo entre el nivel 1 y 27 de las Tablas Modelo, sin importar las formas de reducción Intermedias.

Desde el año t , cada cohorte de edad de la población (entre x y $x+n$ años exactos, por ejemplo) diferencia su mortalidad con las muertes promedio ocurridas (ndx), las que considerando con la esperanza de vivir al inicio del período de edad (${}^t e_x$), expresaría el total de años de vida que se perdieron por tales eventos ($ndx \cdot {}^t e_x$), esto es, el máximo de años de vida que en la cohorte se podrían salvar.

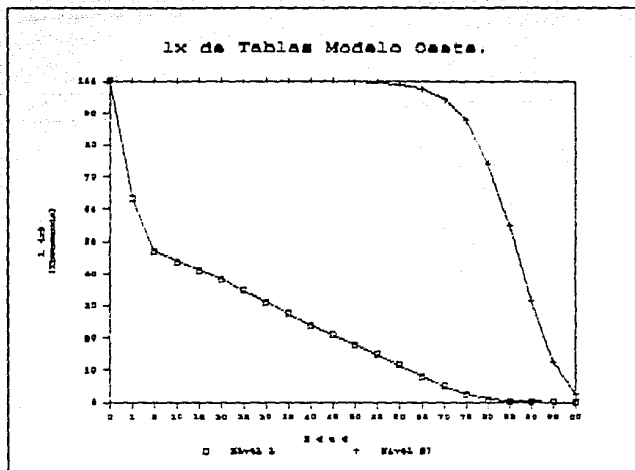


Gráfico II-1. Sobrevivientes femeninos de P en t y t+h

En base a la experiencia sobre la mortalidad de la cohorte de edad $x-x+n$, se crea un período promedio de sobrevivencia en dicho rango de edad (nPx -probabilidad de que un recién nacido llegue con vida a la edad exacta x , y sobreviva n años después), que aunado al resultado anterior, $ndx \cdot e_x nPx$, estaría mostrando los años que podrían salvarle a los recién nacidos de llegar con vida a los x años de edad y morir antes de los $x+n$, o mejor dicho, que:

$$m_x^t e_x P_x \dots (1)$$

sería los años de vida a rescatar a un recién nacido de morir entre las edades exactas x y $x+1$. Y si (1) se expresara para un instante de edad x , entonces:

$$\mu_x^0 e_x P(x) \quad \dots (2)$$

donde;

$$P(x) = \frac{l(x)}{l(0)} \quad \text{con } l(0) = 1,$$

y μ_x la tasa instantánea de mortalidad a edad x .

Ahora, si referimos los años de vida que en promedio perdió un fallecido a edad x con los que aportó antes de morir, se estará obteniendo, el porcentaje de vida que podrían salvar a una persona recién nacida de fallecer a la edad x . Esto es:

$$\frac{\mu_x \cdot \theta_x \cdot P(x)}{I(x)} \dots (3)$$

que definido para un tiempo t de $t-t+h$;

$$\frac{\mu(x,t) \cdot e(x,t) \cdot P(x,t)}{I(x,t)} \dots (4)$$

Entonces, con (4) obtendríamos una primera forma de diferenciar el impacto de la mortalidad de acuerdo a la heterogeneidad de la población. Estos es, una manera de apreciar la potencialidad para salvar años de vida en la población de diferente edad.

Con la expresión (4) podrías ya evadir la limitación inicialmente formulada, que sin embargo, no ubicaría en forma general, el tipo de movimiento de la mortalidad en cada momento. Por lo que se necesita de una medida global, que permita caracterizar en un instante del tiempo el tipo de mortalidad efectuado. Y dado que (2) es una característica de la mortalidad por edad, entonces:

$$\sum_0^w \mu_x \cdot e_x \cdot P(x) \quad \dots (5)$$

donde w representa la edad en que la generación de tabla, se extingue. De (5) se sigue que;

$$\frac{\int_0^w \mu(x, \tau) \cdot e(x, \tau) P(x, \tau) dx}{\int_0^w l(x, \tau) dx} \quad \dots (6)$$

y como $l(x, \tau) = P(x, \tau)$;

$$\frac{\int_0^w \mu(x, \tau) \cdot e(x, \tau) P(x, \tau) dx}{e(0, \tau)} \quad \dots (7)$$

tal que (7), es la expresión última buscada.

Por lo tanto, con (7) se ha obtenido la fórmula con que se intentará suprimir dicha limitación. James W. Vaupel (1986) consigue la misma expresión, la que utiliza como la Medida de Entropía, y quien finalmente para este caso, representa la función de Heterogeneidad, es decir:

$$H(\tau) = \frac{\int_0^w \mu(x, \tau) \cdot e(x, \tau) P(x, \tau) dx}{e(0, \tau)} \quad \dots (8)$$

la que para cada edad, en términos de Vaupel;

$$\eta(x, \tau) = \frac{\mu(x, \tau) \cdot e(x, \tau) P(x, \tau)}{e(0, \tau)} \quad \dots (9)$$

sí, y sólo sí;

$$H(\tau) = \int_0^w \eta(x, \tau) dx$$

3. INDICACIONES

$\eta(x,t)$, es la medida de potencialidad para incrementar la esperanza de vida a la edad "x" y en el momento "t", debido a una reducción de la mortalidad en dicha edad. Entonces, $H(t)$ daría el porcentaje de cambio en la esperanza de vida al nacer, producido por los cambios de la mortalidad en todas las edades, es decir, la medida de entropía de una población con respecto a la mortalidad en diferentes edades. Por ejemplo, si $H=0.2$, cuando la fuerza de mortalidad decrementa en 1% en todas las edades, la esperanza de vida al nacimiento a partir del año t incrementará en 0.2% (Ver Vaupel, 1986, págs. 148-149).

Es importante considerar, que la Medida de Entropía sólo puede tomar valores entre 0 y 1. En un primer extremo, cuando $H=0$, las muertes totales se dan en una sola edad, la que deberá ser de las últimas observadas. Y en el otro extremo, cuando $H=1$, las muertes se distribuyen equitativamente en todas las edades de la población, lo que mostraría una alta mortalidad. Entonces, entre más desarrollada sea una nación, H tenderá a cero, y contrariamente cuando H esté cercano a uno (Ver Keyfitz, 1977, pág. 65).

James W. Vaupel (1986), al obtener la estructura quinquenal de $\eta(x,t)$ para Suecia en 1982, muestra los valores característicos de cada edad, subrayando el valor máximo y

comparandolos por sexo. Por ejemplo, el máximo porcentaje para hombres está en el grupo de edad 75-80 con 0.01719, el que a partir de 1982, por cada 1% de reducción en su fuerza de mortalidad, incrementará la esperanza de vida correspondiente en un 0.01719% (Vaupel, 1986, pág. 150).

Sobre el mismo artículo, Vaupel consigue el cálculo del Potencial máximo por edad para distintos países y momentos (veasé pág. 151), notando que a altas mortalidades dicho potencial se ubica hacia las primeras edades, y viceversa para las bajas mortalidades. De esta manera, sugiriendo abordar la limitación expresada al inicio del capítulo.

Y según los trabajos de Vaupel, dicha medida podría permitir la mejor aplicación de las Políticas de Salud nacionales (en cualquier tipo de población o/y causa de enfermedad o muerte), ya que puede mostrar la reducción de la mortalidad de acuerdo a los planes de Salud. Esto es, dada la experiencia de una población ante la mortalidad, y de sus Programas de prevención, cuántas muertes pueden evitarse.

La tendencia del valor de $H(t)$ junto con los cambios en la mortalidad a través del tiempo hasta la anterior década (1980), para varios países en diferentes momentos, comprueban lo anterior dicho (Ver Vaupel, 1986, Pág 151); cuando la esperanza de vida al nacer aumenta por causa de la disminución de la fuerza de

mortalidad, el valor de $H(t)$ tiende a disminuir. Tal que en dicho comportamiento, la edad en que se da el potencial mayor de incremento en la esperanza de vida, también aumentará. Suecia por ejemplo, en su población femenina, para 1780, tenía una e_0 de 39 años y un potencial máximo de incremento en la esperanza de vida en el grupo de edad 30-35, y para 1982; las suecas tenían una esperanza de vida de 79 años con un potencial máximo en el grupo de edad 75-80, esto es, una $H(82)$ igual 0.126.

Volviendo al ejemplo de la nación P (ver gráfico II-1), en el momento t se presume de una H superior a 0.8, con un máximo η entre los 15 y 20 años. Esto es, P con una esperanza de vida al nacimiento de 20 años, en t era una sociedad con casi nulo desarrollo socioeconómico. Ya para $t+h$, P obtiene una esperanza de vida al nacer de 80 años, por lo que la H estaría por debajo de 0.1, con un η máxima en alrededor de los 80 años de edad, es decir, en $t+h$, P tiene un nivel de desarrollo muy satisfactorio.

Entonces, utilizando el contexto anterior para México en 1940-1960, podrías encontrar el nivel de mortalidad adecuado a su situación específica. Lo que finalmente, calculado para tiempos actuales, serviría de apoyo para las Políticas de Población nacionales.

III

HETEROGENEIDAD DE LA MORTALIDAD EN MEXICO, 1940-1960

1. INTRODUCCION

La Medida de Entropía, según James W. Vaupel y Nathan Keyfitz, ha sido aplicada fundamentalmente sobre experiencias de Estados con gran desarrollo socioeconómico, como Estados Unidos de Norteamérica (USA), Inglaterra (y Gales), Rusia, Japón, Australia, Suecia, etc. Lo que sugiere para su utilización, de una fuente de Información altamente confiable.

Pero Vaupel (1986) permite una sola excepción, con México para 1975, donde únicamente presenta la edad de máximo potencial para salvar vidas en la población. Por lo que los siguientes resultados de la aplicación al país, podría complementar más al respecto, considerando que la aplicación puede ser ineficiente.

Aunque, el gran propósito de aplicar la Medida de Entropía al caso de México en 1940-1960, es para la obtención de algunos resultados que puedan servir a ahondar más en el análisis del capítulo I, tal como abordar la limitación surgida de éste último. Para ello, es requerible de la función utilizada por Vaupel (1986), la que se muestra en el capítulo anterior (Ver expresiones 8 y 9).

En la parte III del Anexo A, se presentan los resultados de la aplicación de la función de entropía a la experiencia de la mortalidad en México en 1940-1960¹, los que servirán para valorar la adecuación de la función en tal contexto.

2. POTENCIAL PARA INCREMENTAR AÑOS DE VIDA Y MEDIDA DE ENTROPIA

Los valores que presenta Vaupel (1986) para México, se refieren a la edad quinquenal en donde el potencial de salvar años de vida es máximo. En 1975, con una esperanza de vida al nacer de 63 años para hombres y de 67 años para mujeres, según Vaupel, el primer grupo de población en la edad 60-65 presenta la máxima potencialidad para incrementar su esperanza de vida, asimismo, en la edad 65-70 para mujeres (Ver pág. 151).

¹. Los datos utilizados en la aplicación de la Función de Entropía, se refieren a los expuestos en la parte II del Anexo A.

Ahora, si se parte como válido las edades que expone Vaupel, en sus aplicaciones, donde se da el potencial máximo de salvar años de vida, el resultado para México a 1940 carece de sentido, aunque el valor global $-H(t)-$ podría tener utilidad. Esto es, la edad de máximo potencial deberá ubicarse muy cercano del valor de la esperanza de vida al nacer (ver Vaupel, 1986, pg. 151), de tal manera que adquiere un patron por edad el potencial de salvar años de vida, parecido al de la curva normal, lo que para México en 1940 no sucede así (ver cuadro 4 del Anexo A). Entonces para 1950 y 1960, la potencialidad de salvar años de vida y la medida de entropía se observan significativos, siempre y cuando se menosprecie los dos primeros valores por edad. En términos de Vaupel, la potencialidad máxima para incrementar la esperanza de vida a partir de 1950, se encuentra a los 56 años de edad con un 0.00385% por cada 1% de reducción en la fuerza de mortalidad, la que corresponde una esperanza de vida al nacimiento de 48.7 años. Asimismo para 1960, quien se puede interpretar del siguiente cuadro.

Cuadro III-1. Potencial máximo de incremento para *e_x , México 1950 y 1960.

| Año | $\eta(x)$ | Edad | *e_0 |
|------|-----------|------|-----------|
| 1950 | 0.00385 | 56 | 48.66 |
| 1960 | 0.00355 | 62 | 57.81 |

Fuente: cuadro 5 de Anexo A.

De la misma manera que $\eta(x,t)$, los valores de $H(t)$ para 1950 y 1960 son aceptables, aunque el correspondiente a 1940 resulta nada despreciable. Vaupel (1986) exhibe para Suecia en ambos sexos, los valores que ha tomado $H(t)$ cada 20 años desde 1800 y hasta 1980, donde de acuerdo a la tendencia de la mortalidad (a través de la esperanza de vida al nacimiento), $H(t)$ asume valores muy acordes; cuando el nivel de vida incrementa en el tiempo, la medida de entropía tiende a reducirse a cero (veasé pág. 152).

La medida de entropía para la población mexicana de diferente edad, disminuye de 0.54 en 1940 a 0.33 en 1960, notándose lo siguiente en base a Vaupel: el valor de 1940 se encuentra subestimado, ya que a su esperanza de vida al nacer deberá corresponder una H cercana a 0.63 ($e_0=41$), y; para los segundos dos valores, $H(1950)$ y $H(1960)$ se presumen aceptables.

En el lenguaje de Vaupel, una reducción en la fuerza de mortalidad del 1% en todas las edades, podría incrementar a partir de 1950 la esperanza de vida de los mexicanos en un 0.43%. De la misma manera para 1940 y 1960, quienes pueden ser interpretados del siguiente cuadro.

Cuadro III-2. Medida de Entropía para México, 1940-1960.

| Año | e_0 | H(t) | Razón de cambio (%) |
|------|-------|--------|---------------------|
| 1940 | 40.35 | 0.5364 | 19.687 |
| 1950 | 48.66 | 0.4308 | 23.932 |
| 1960 | 57.81 | 0.3277 | |

Fuente: cuadro 4 del Anexo A.

Analizando la razón de cambio del cuadro anterior, podemos recalcar las aseveraciones surgidas del capítulo I referente al progreso del nivel de vida por período: la reducción de la mortalidad de 1940 a 1960 fue muy significativa, de la que destaca el decenio de 1950-1960, con una participación del 55% en el total de la reducción en esos 20 años, y; el orden de las décadas en cuanto a máximos progresos es, (1) 1950-1960 y (2) 1940-1950.

3. CONCLUSIONES

Respecto a la potencialidad de incremento en la esperanza de vida por edad, los resultados no fueron aceptables para 1940, siendo regulares para 1950 y 1960. Mediante la aplicación de la función de Heterogeneidad a la información de ambos sexos de Suecia y USA, Vaupel (1986) y Keyfitz (1977) respectivamente, se obtienen valores de H(t) característicos a la esperanza de vida al nacer, las que finalmente, podrían ser de gran utilidad para evaluar los correspondientes a México en 1940-1960.

Cuadro III-3. Medida de Entropía según "fuente".

| Año | e_0 | Estimada | Vaupel _a | Keyfitz _b |
|------|-------|----------|---------------------|----------------------|
| 1940 | 40.35 | 0.536 | 0.660 | |
| 1950 | 48.66 | 0.431 | 0.515 | |
| 1960 | 57.81 | 0.328 | 0.325 | 0.317 |

Fuente: cuadro III-1, y; "a" y "b", valores aproximados de H para México, deducidos en Vaupel, 1986, y en Keyfitz, 1977, respectivamente, únicamente por el valor de e_0 .

Como se ha señalado hasta aquí, a cada valor de la Medida de Entropía corresponde uno de la Esperanza de vida al nacer; cuando el segundo incrementa en el tiempo, el primero toma valores cercanos a cero y, viceversa cuando la mortalidad aumenta. Entonces, y dado que las fuentes de información que utilizan Vaupel (1986) y Keyfitz (1977) en sus ejercicios son de calidad (de Suecia para el primero y de USA para el segundo), los valores de H(t) aproximados en ambos por medio de la e_0 mexicana (vease cuadro III-3), merecen ser más creíbles que los estimados para 1940-1960.

Por tanto dichos resultados en Vaupel y Keyfitz, pueden servir para medir la confiabilidad de la información mexicana; para 1940 y 1950 existe una "significante" subestimación de la mortalidad, mejorando (la subestimación) hacia 1960. Por lo que la medida de entropía, sólo es adecuada para la experiencia de la mortalidad mexicana en 1960.

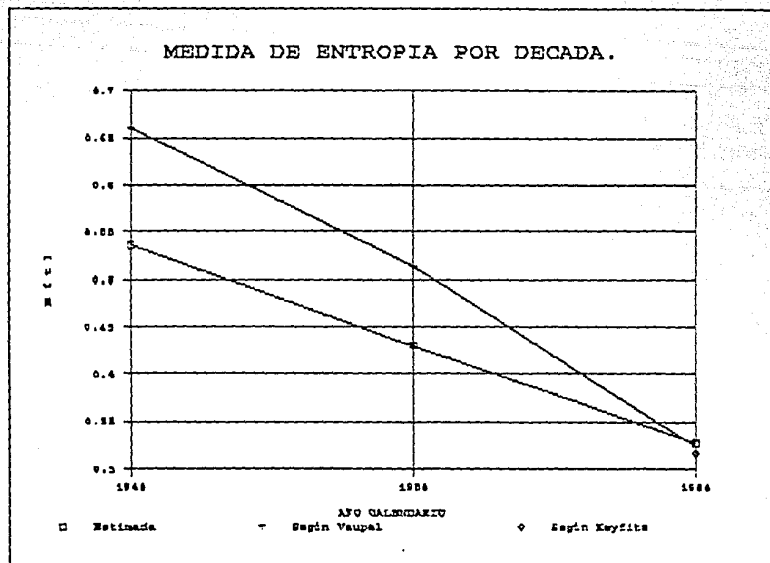


Gráfico III-1. Medida de Entropía según la fuente de cálculo, para México en 1940-1960.

Es interesante observar que (sobre los resultados del cuadro 4 del Anexo A), el valor de η para las primeras edades, de 1940 a 1960, va adquiriendo la forma que presenta Vaupel para Suecia (vease pág. 150), lo que sugiere, que en dicho período la información de muertes para la población infantil se encuentra "notoriamente" subestimada, la que consigue "suavisarse" para 1960. Y que además, comparativamente con los valores de $H(t)$ para Suecia y USA, en 1960 existía una relevante mortalidad en la población de cero años cumplidos.

Por ejemplo. Suecia en 1960 contaba con una esperanza de vida al nacimiento de 72 años, al que acompaña un valor aproximado de H de 0.16, y que para el mismo año; USA tenía una e_0 de 69 años y una H de 0.19, aproximadamente. Así ambos países disponían de una mortalidad infantil "baja", donde el valor de H para México en ese mismo año, representaba más del doble que el de Suecia. También, según el valor de $H(t)$, el nivel de la mortalidad para México en 1960, es "comparativo" al expresado por Suecia en 1920 y por USA en 1925 (Ver Keyfitz, 1977, pág. 67, y Vaupel, 1986, pág. 152).

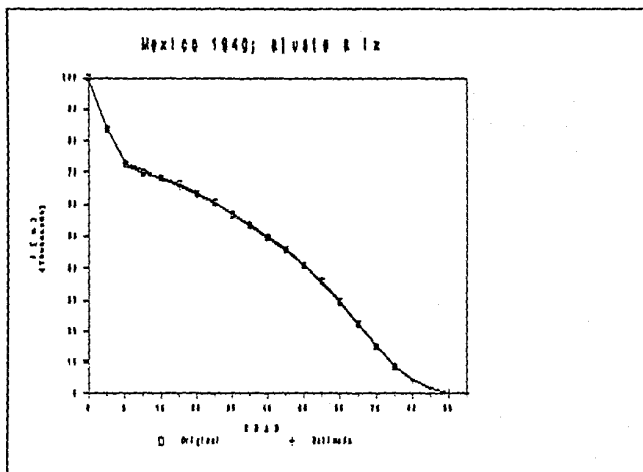
Sin embargo, la reducción de la mortalidad en México de 1940 a 1960, en base a la Medida de Entropía, fué única; lo que México logro en 20 años, Suecia los consiguió en 80 (1840-1920). Aunque claro, ambos países lo hicieron en contextos muy diferentes, que difícilmente pueden ser comparados, pero que es permitible para apreciar la magnitud del descenso de la mortalidad en México.

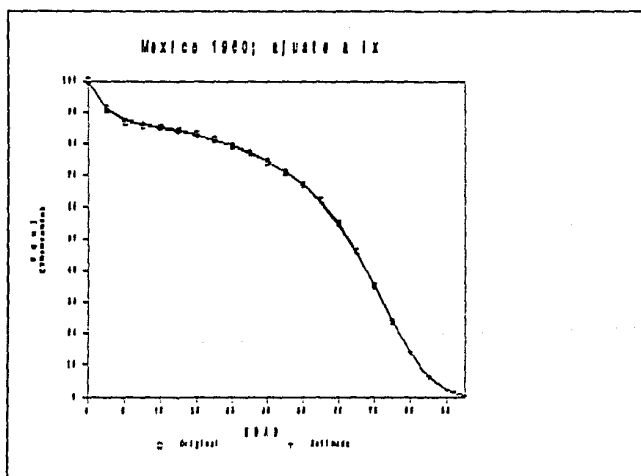
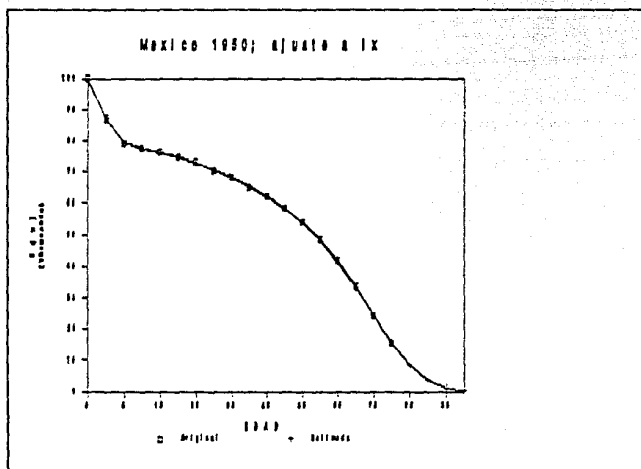
En consecuencia de lo expuesto en este apartado, la función de entropía se adecua a la experiencia de la mortalidad mexicana, resultando únicamente satisfactoria para 1960. Con lo que también, dicha función, ha permitido servir de apoyo en el estudio de la mortalidad en México (1940-1960), a través del análisis en la esperanza de vida y en la tasa de mortalidad.

A N E X O A

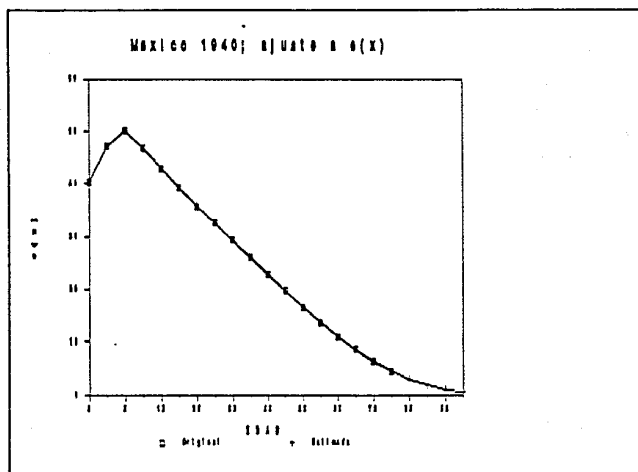
PARTE I

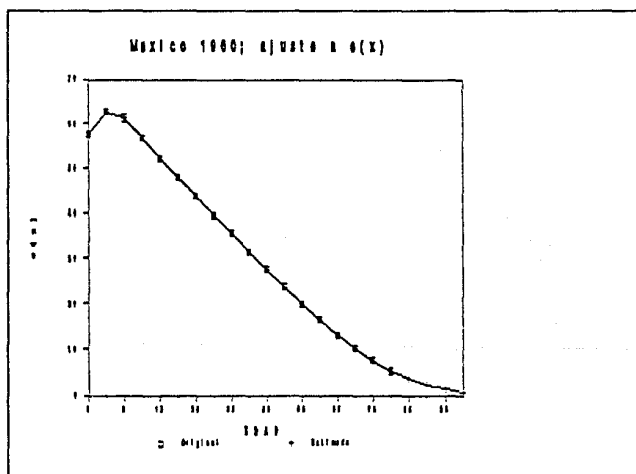
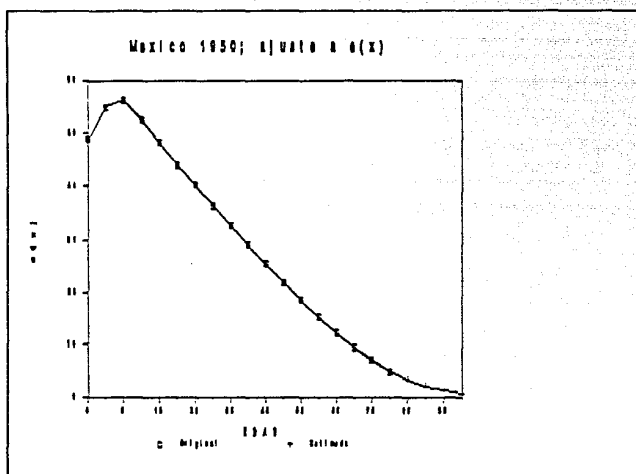
1). Descripción a las estructuras por edad de lx, México 1940-1960.



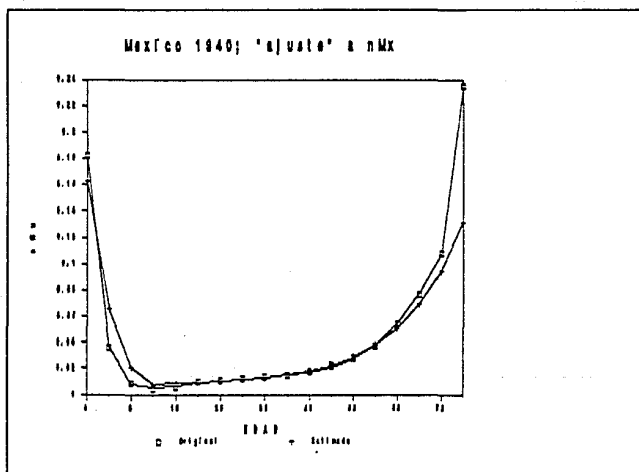


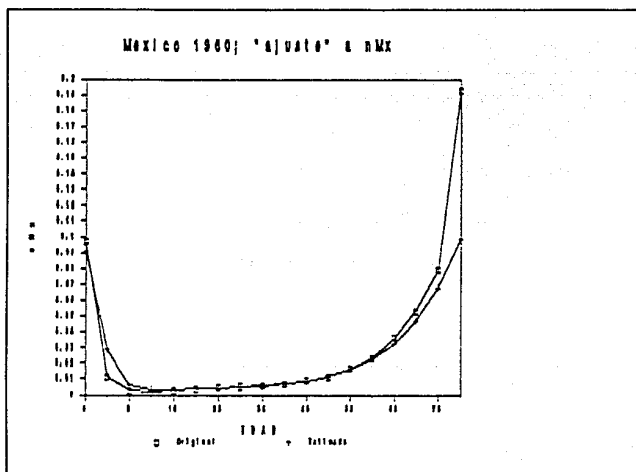
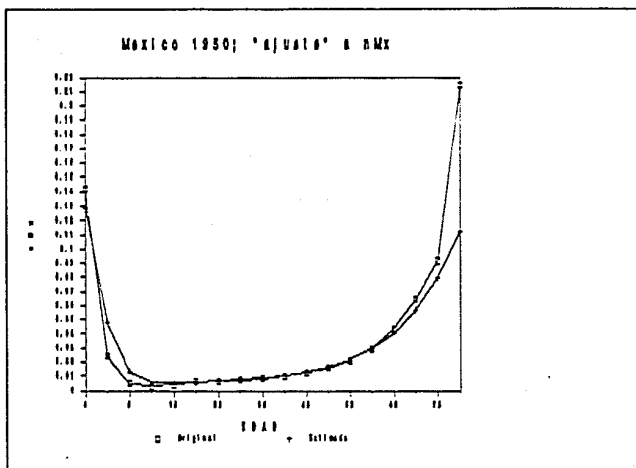
ii). Descripción a las estructuras por edad de e_x ,
México 1940-1960.





III). Descripción a las estructuras por edad de m_x ,
 México 1940-1960.





PARTE II

CUADRO A-1.
Distribución estimada de lx, México 1940-1960.

| EDAD | 1940 | 1950 | 1960 |
|------|--------|--------|--------|
| 0 | 100000 | 100000 | 100000 |
| 1 | 83705 | 87071 | 90975 |
| 5 | 73111 | 79518 | 87363 |
| 10 | 70663 | 77864 | 86259 |
| 15 | 68196 | 76166 | 85111 |
| 20 | 65677 | 74394 | 83891 |
| 25 | 63061 | 72507 | 82561 |
| 30 | 60293 | 70447 | 81066 |
| 35 | 57298 | 68135 | 79329 |
| 40 | 53987 | 65465 | 77238 |
| 45 | 50250 | 62301 | 74641 |
| 50 | 45967 | 58472 | 71333 |
| 55 | 41026 | 53783 | 67053 |
| 60 | 35357 | 48044 | 61500 |
| 65 | 28992 | 41134 | 54385 |
| 70 | 22151 | 33113 | 45555 |
| 75 | 15307 | 24377 | 35205 |
| 80 | 9172 | 15762 | 24138 |
| 85 | 4487 | 8442 | 13855 |
| 90 | 1646 | 3441 | 6107 |
| 95 | 401 | 943 | 1818 |
| 100 | 55 | 145 | 302 |

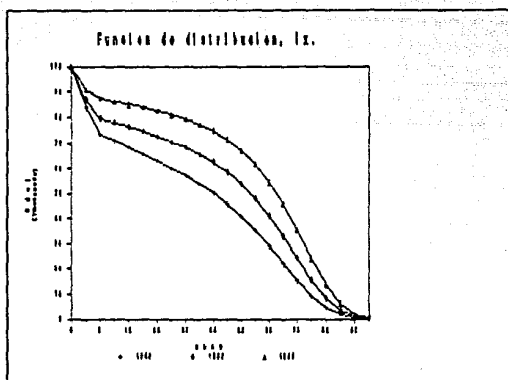


Gráfico A-1. Nivel de sobrevivencia por edad, México 1940-1960.

CUADRO A-2
Distribución estimada de e_x , México 1940-1960.

| EDAD | 1940 | 1950 | 1960 |
|------|-------|-------|-------|
| 0 | 40.35 | 48.66 | 57.81 |
| 1 | 47.14 | 54.83 | 62.52 |
| 5 | 50.25 | 56.33 | 61.40 |
| 10 | 46.53 | 52.15 | 56.89 |
| 15 | 42.91 | 48.08 | 52.47 |
| 20 | 39.38 | 44.10 | 48.15 |
| 25 | 35.93 | 40.21 | 43.90 |
| 30 | 32.54 | 36.38 | 39.72 |
| 35 | 29.21 | 32.61 | 35.61 |
| 40 | 25.94 | 28.92 | 31.56 |
| 45 | 22.73 | 25.29 | 27.60 |
| 50 | 19.60 | 21.77 | 23.75 |
| 55 | 16.57 | 18.36 | 20.03 |
| 60 | 13.67 | 15.11 | 16.50 |
| 65 | 10.95 | 12.08 | 13.20 |
| 70 | 8.46 | 9.31 | 10.20 |
| 75 | 6.25 | 6.87 | 7.56 |
| 80 | 4.38 | 4.81 | 5.32 |
| 85 | 2.87 | 3.16 | 3.53 |
| 90 | 1.73 | 1.92 | 2.17 |
| 95 | 0.95 | 1.06 | 1.22 |
| 100 | 0.46 | 0.62 | 0.62 |

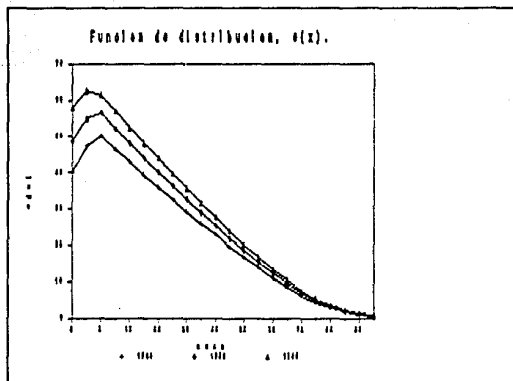


Gráfico A-2. Distribución por edad de la esperanza de vida, México 1940-1960.

CUADRO A-3
Distribución estimada de nMx , México 1940-1960.

| EDAD | 1940 | 1950 | 1960 |
|------|---------|---------|---------|
| 0 | 0.16295 | 0.09025 | 0.09025 |
| 1 | 0.06526 | 0.02869 | 0.02869 |
| 5 | 0.01982 | 0.00600 | 0.00600 |
| 10 | 0.00773 | 0.00290 | 0.00290 |
| 15 | 0.00812 | 0.00309 | 0.00309 |
| 20 | 0.00869 | 0.00338 | 0.00338 |
| 25 | 0.00949 | 0.00380 | 0.00380 |
| 30 | 0.01062 | 0.00443 | 0.00443 |
| 35 | 0.01223 | 0.00536 | 0.00536 |
| 40 | 0.01451 | 0.00674 | 0.00674 |
| 45 | 0.01773 | 0.00879 | 0.00879 |
| 50 | 0.02229 | 0.01182 | 0.01182 |
| 55 | 0.02874 | 0.01629 | 0.01629 |
| 60 | 0.03782 | 0.02289 | 0.02289 |
| 65 | 0.05061 | 0.03258 | 0.03258 |
| 70 | 0.06864 | 0.04678 | 0.04678 |
| 75 | 0.09421 | 0.06759 | 0.06759 |
| 80 | 0.13109 | 0.09827 | 0.09827 |
| 85 | 0.18636 | 0.14460 | 0.14460 |
| 90 | 0.27586 | 0.21899 | 0.21899 |
| 95 | 0.44098 | 0.35469 | 0.35469 |
| 100 | 0.81582 | 0.66830 | 0.66830 |

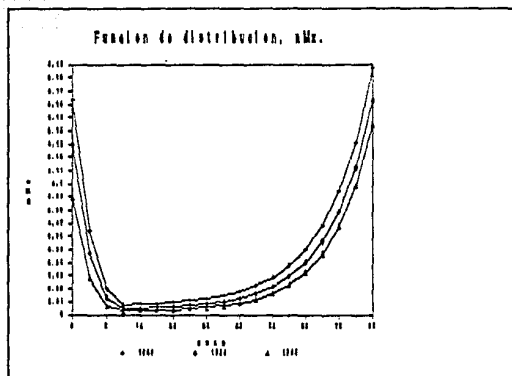


Gráfico A-3. Distribución de la tasa específica de mortalidad, México 1940-1960.

PARTE III

Aplicación de la Medida de Entropía al caso de México (1940-1960), según expresión de Vaupel.

CUADRO A-4. Potencial de salvar años de vida por grupos de edad quinquenal

| EDAD | 1940 | 1950 | 1960 |
|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 0.1921 | 0.1555 | 0.1092 |
| 5 | 0.0518 | 0.0337 | 0.0180 |
| 10 | 0.0273 | 0.0175 | 0.0109 |
| 15 | 0.0256 | 0.0168 | 0.0106 |
| 20 | 0.0243 | 0.0163 | 0.0106 |
| 25 | 0.0233 | 0.0161 | 0.0107 |
| 30 | 0.0227 | 0.0162 | 0.0112 |
| 35 | 0.0224 | 0.0167 | 0.0120 |
| 40 | 0.0222 | 0.0173 | 0.0130 |
| 45 | 0.0220 | 0.0181 | 0.0144 |
| 50 | 0.0216 | 0.0189 | 0.0158 |
| 55 | 0.0207 | 0.0192 | 0.0171 |
| 60 | 0.0188 | 0.0187 | 0.0177 |
| 65 | 0.0159 | 0.0170 | 0.0172 |
| 70 | 0.0120 | 0.0139 | 0.0153 |
| 75 | 0.0077 | 0.0099 | 0.0117 |
| 80 | 0.0040 | 0.0057 | 0.0074 |
| 85 | 0.0015 | 0.0024 | 0.0036 |
| 90 | 0.0004 | 0.0007 | 0.0012 |
| 95 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0002 |
| 100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| H(t) = | 0.5364 | 0.4308 | 0.3277 |

CUADRO A-5. Potencial de salvar años de vida por edad individual
 edad 1940 1950 1960

| | | | |
|----|---------|---------|---------|
| 0 | 0.13640 | 0.11257 | 0.08210 |
| 1 | 0.05574 | 0.04292 | 0.02711 |
| 5 | 0.02847 | 0.01903 | 0.00899 |
| 6 | 0.00596 | 0.00374 | 0.00228 |
| 7 | 0.00587 | 0.00369 | 0.00226 |
| 8 | 0.00578 | 0.00365 | 0.00224 |
| 9 | 0.00570 | 0.00361 | 0.00222 |
| 10 | 0.00562 | 0.00357 | 0.00220 |
| 11 | 0.00554 | 0.00353 | 0.00219 |
| 12 | 0.00546 | 0.00350 | 0.00217 |
| 13 | 0.00539 | 0.00346 | 0.00216 |
| 14 | 0.00532 | 0.00343 | 0.00215 |
| 15 | 0.00525 | 0.00340 | 0.00214 |
| 16 | 0.00519 | 0.00337 | 0.00213 |
| 17 | 0.00513 | 0.00335 | 0.00212 |
| 18 | 0.00507 | 0.00333 | 0.00211 |
| 19 | 0.00501 | 0.00330 | 0.00211 |
| 20 | 0.00496 | 0.00329 | 0.00211 |
| 21 | 0.00491 | 0.00327 | 0.00210 |
| 22 | 0.00486 | 0.00326 | 0.00211 |
| 23 | 0.00482 | 0.00324 | 0.00211 |
| 24 | 0.00477 | 0.00323 | 0.00211 |
| 25 | 0.00473 | 0.00323 | 0.00212 |
| 26 | 0.00470 | 0.00322 | 0.00213 |
| 27 | 0.00467 | 0.00322 | 0.00214 |
| 28 | 0.00464 | 0.00322 | 0.00216 |
| 29 | 0.00461 | 0.00322 | 0.00217 |
| 30 | 0.00458 | 0.00323 | 0.00219 |
| 31 | 0.00456 | 0.00323 | 0.00221 |
| 32 | 0.00454 | 0.00324 | 0.00224 |
| 33 | 0.00452 | 0.00326 | 0.00226 |
| 34 | 0.00451 | 0.00327 | 0.00229 |
| 35 | 0.00449 | 0.00329 | 0.00232 |
| 36 | 0.00448 | 0.00331 | 0.00235 |
| 37 | 0.00447 | 0.00333 | 0.00239 |
| 38 | 0.00446 | 0.00335 | 0.00243 |
| 39 | 0.00445 | 0.00338 | 0.00247 |
| 40 | 0.00445 | 0.00341 | 0.00251 |
| 41 | 0.00444 | 0.00344 | 0.00256 |
| 42 | 0.00444 | 0.00347 | 0.00261 |
| 43 | 0.00443 | 0.00350 | 0.00266 |
| 44 | 0.00443 | 0.00353 | 0.00271 |
| 45 | 0.00442 | 0.00356 | 0.00276 |
| 46 | 0.00442 | 0.00360 | 0.00282 |
| 47 | 0.00441 | 0.00363 | 0.00287 |
| 48 | 0.00440 | 0.00366 | 0.00293 |
| 49 | 0.00439 | 0.00369 | 0.00299 |
| 50 | 0.00437 | 0.00373 | 0.00305 |
| 51 | 0.00436 | 0.00375 | 0.00310 |

| | | | |
|------|---------|---------|---------|
| 52 | 0.00433 | 0.00378 | 0.00316 |
| 53 | 0.00431 | 0.00380 | 0.00322 |
| 54 | 0.00428 | 0.00382 | 0.00327 |
| 55 | 0.00424 | 0.00384 | 0.00332 |
| 56 | 0.00420 | 0.00385 | 0.00337 |
| 57 | 0.00414 | 0.00385 | 0.00341 |
| 58 | 0.00409 | 0.00385 | 0.00345 |
| 59 | 0.00402 | 0.00384 | 0.00349 |
| 60 | 0.00395 | 0.00382 | 0.00352 |
| 61 | 0.00387 | 0.00379 | 0.00354 |
| 62 | 0.00377 | 0.00375 | 0.00355 |
| 63 | 0.00367 | 0.00371 | 0.00355 |
| 64 | 0.00356 | 0.00365 | 0.00355 |
| 65 | 0.00345 | 0.00358 | 0.00353 |
| 66 | 0.00332 | 0.00351 | 0.00350 |
| 67 | 0.00318 | 0.00342 | 0.00346 |
| 68 | 0.00304 | 0.00331 | 0.00341 |
| 69 | 0.00289 | 0.00320 | 0.00334 |
| 70 | 0.00273 | 0.00308 | 0.00326 |
| 71 | 0.00256 | 0.00294 | 0.00317 |
| 72 | 0.00239 | 0.00280 | 0.00306 |
| 73 | 0.00222 | 0.00265 | 0.00295 |
| 74 | 0.00205 | 0.00248 | 0.00281 |
| 75 | 0.00187 | 0.00232 | 0.00267 |
| 76 | 0.00170 | 0.00215 | 0.00252 |
| 77 | 0.00153 | 0.00197 | 0.00236 |
| 78 | 0.00137 | 0.00180 | 0.00219 |
| 79 | 0.00121 | 0.00162 | 0.00201 |
| 80 | 0.00106 | 0.00145 | 0.00184 |
| 81 | 0.00091 | 0.00128 | 0.00166 |
| 82 | 0.00078 | 0.00112 | 0.00148 |
| 83 | 0.00066 | 0.00097 | 0.00131 |
| 84 | 0.00055 | 0.00083 | 0.00114 |
| 85 | 0.00045 | 0.00070 | 0.00098 |
| 86 | 0.00036 | 0.00058 | 0.00084 |
| 87 | 0.00029 | 0.00047 | 0.00070 |
| 88 | 0.00023 | 0.00038 | 0.00057 |
| 89 | 0.00017 | 0.00030 | 0.00046 |
| 90 | 0.00013 | 0.00023 | 0.00037 |
| 91 | 0.00010 | 0.00018 | 0.00029 |
| 92 | 0.00007 | 0.00013 | 0.00022 |
| 93 | 0.00005 | 0.00009 | 0.00016 |
| 94 | 0.00003 | 0.00007 | 0.00012 |
| 95 | 0.00002 | 0.00005 | 0.00008 |
| 96 | 0.00001 | 0.00003 | 0.00006 |
| 97 | 0.00001 | 0.00002 | 0.00004 |
| 98 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00002 |
| 99 | 0.00000 | 0.00001 | 0.00002 |
| 100 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| H(t) | 0.5364 | 0.4308 | 0.3277 |
| max | 0.0060 | 0.0038 | 0.0036 |

BIBLIOGRAFIA

Alba, Francisco: La población de México; evolución y dilemas, El Colegio de México, 1989.

Arriaga, Eduardo: "Problemas relacionados con la medición de la mortalidad", en Mario Bronfman y José Gómez de León, La mortalidad en México; niveles, tendencias y determinantes, El Colegio de México, 1988.

Camposortega C., Sergio: "El nivel y la estructura de la mortalidad en México, 1940-1980", en Mario Bronfman y José Gómez de León, La mortalidad en México; niveles, tendencias y determinantes, El Colegio de México, 1988.

----- : Metodología de Construcción de las tablas de mortalidad nacionales (1940-1980), Ponencia presentada en el Seminario sobre evaluación del Censo de 1990, INEGI, Enero de 1990.

CEED: Dinámica de la población de México, Centro de Estudios Económicos y Demográficos, El Colegio de México, 1981.

Coale, J. Ansley y Demany, Paul: Regional Model Life Tables and Stable Populations, Princeton University Press, New Jersey, 1966.

INEGI: Estadísticas Históricas de México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, 1985.

Keyfitz, Nathan: Applied Mathematical demography, Jhon Wiley Interscience, New York, 1977.

----- : Introducción a las Matemáticas de Población, Centro Latinoamericano de Demografía, 1979.

Mina Váldez, Alejandro: "Consideraciones sobre Modelos de ajuste empleados en la Demografía Matemática", en Revista de Economía y Demografía, Vol. XVI, No. 2 (50), 1982, El Colegio de México.

Vaupel, James W.: "How change in age-specific mortality affects life expectancy", in Population Studies, Vol. 40, No. 1-3, 1986.

----- : "Targeting lifesaving: demographic linkages between population structure and life expectancy", in European Journal of Population, 2(1986), North-Holland.