

# UNA APROXIMACIÓN ECOLÓGICA A LAS CAUSAS DE MORTALIDAD EN 14 PAÍSES: EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON

Carlos Ascaso Terrén\* / Jaume Canela Soler\*\* / Juan Sentis Vilalta\*\*

\*Departamento de Ciencias Médicas Básicas. Estudio General de Lleida. U. B.

\*\*Departamento de Salud Pública y Legislación Sanitaria. Universidad de Barcelona.

## Resumen

En este estudio se ha valorado la desigualdad de los índices de la mortalidad general y por causas de muerte en 14 países. Se ha analizado las tasas de mortalidad general y por 15 grupos de causas de muerte a finales de los años 70 y principio de los 80 mediante el uso de índices de diversidad empleados en el ámbito de la ecología numérica. Los países considerados son clasificados en tres grupos: países con diversidad baja (inferior a 2,4 bits), países con diversidad intermedia (entre 2,4 y 2,7 bits), y países con diversidad alta (superior a 2,7 bits). La independencia entre la tasa de mortalidad general y el índice de diversidad de Shannon, como medida de la variabilidad de la mortalidad por grupos de causas, confirma la utilidad del uso de los índices de diversidad en este tipo de estudios.

**Palabras clave:** Estudios ecológicos. Índices de diversidad. Mortalidad por causas. Tasas estandarizadas de mortalidad.

## AN ECOLOGICAL APPROACH TO CAUSES OF DEATH IN 14 COUNTRIES: THE SHANNON INDEX OF DIVERSITY

### Summary

Inequalities in global mortality indices and indices of specific mortality by cause of death in 14 countries are evaluated. Global mortality rates and rates for 15 groups of cause of death at the end of the 1970's and beginning of the 1980's are analysed through the use of diversity indices of numeric ecology. The countries studied are classified in 3 groups: countries with low diversity (between 2.1 and 2.4 bits), countries with medium diversity (between 2.4 and 2.7 bits) and countries with high diversity (more the 2.7 bits). The independence between the global mortality rates and the Shannon diversity index, as a variability measure of the mortality by groups of causes, shows the utility of the diversity indices.

**Key Words:** Ecological studies. Diversity indexes. Causes of death. Standardised mortality rates.

## Introducción

La necesidad de evaluar el estado de salud de las poblaciones que configuran los países es un proceso en el que se ven involucradas las diferentes entidades de la administración sanitaria de los países desarrollados<sup>1, 2</sup>. Disponer de medidas que resuman el estado de salud de los países, puede ayudar a mejorar la distribución de los recursos dentro de la planificación sanitaria<sup>3</sup>.

La bibliografía actual pone de manifiesto que generalmente los índices que describen los sistemas sanitarios suelen estar basados en las cifras de mortalidad: esperanza de vida, tasa de mortalidad infantil, índice de Swaroop<sup>4, 5</sup>. La descripción de la mortali-

dad por causas suele ser también una medida del estado de salud para un determinado país.

En este artículo proponemos usar el índice de diversidad de Shannon<sup>6</sup>, heredado del campo de la Ecología y desarrollado en la Ecología Numérica, como descriptor de la distribución de frecuencias de la mortalidad por causas y como índice complementario de la tasa de mortalidad general.

### Material y métodos

El material objeto de estudio ha sido las tasas estandarizadas de mortalidad por causas de 14 países según las estadísticas del año o años indicados entre paréntesis: Egipto (1979), Chile (1980), Cuba (1979),

U.S.A. (1979), Israel (1980), Japón (1981), Tailandia (1981), Francia (1979), Italia (1978), Portugal (1979), Suecia (1981), Yugoslavia (1980), Australia (1980) y España (1977, 1978, 1979). Los grupos de causas de muerte estudiados corresponden a 15 de los 17 propuestos por la O.M.S.<sup>7</sup>. No se utilizan ni la mortalidad perinatal ni la materna, puesto que la estandarización se ha realizado por edad y sexo.

En la tabla 1 se indican las tasas estandarizadas de mortalidad por causas para cada uno de los países. Las fuentes de datos corresponden a las publicadas por el World Health Statistics Annual<sup>5</sup> y a las publicadas por el Instituto Nacional de Estadística<sup>8, 10</sup> sobre el Movimiento Natural de la Población. La estandarización se

ha efectuado por el método directo, utilizando la población española estimada para 1978 como estándar<sup>11, 12</sup>.

Los índices de diversidad que usamos están basados en la teoría de la información y han sido muy utilizados y discutidos especialmente por ecólogos limnólogos<sup>13-15</sup>. En términos generales, estos índices de diversidad se pueden interpretar como una medida de la cantidad de orden inherente a la estructura de los sistemas. En nuestro estudio los valores de diversidad serán máximos cuando las tasas de mortalidad sean semejantes en todos los grupos de causas de muerte (diversidad máxima), disminuirán cuando desaparezca la equiprobabilidad de muerte para los diferentes grupos de causas y serán mínimos cuando unos pocos grupos de causas de muerte sean muy probables y todos los demás muy poco probables.

Utilizamos el índice de diversidad de Shannon-Weaver<sup>6</sup> como medida de diversidad específica o diversidad de las causas de muerte (H), por considerar que es el más apropiado para calcular la diversidad a partir de datos poblacionales. Su cálculo se

realiza mediante la siguiente fórmula:

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i,$$

siendo  $p_i$  la probabilidad de morir por cada grupo de causas de muerte.

Se puede calcular también la diversidad máxima o hipotética (H. máx.), es decir, la diversidad que se alcanzaría si todos los grupos de causas de muerte tuvieran la misma tasa anual:

$$H. \text{ máx.} = \log_2$$

(número de grupos de causa de muerte considerados).

Por último, calculamos la diversidad relativa o equidad o equitabilidad (E) que se expresa como el cociente entre la diversidad real o diversidad de los grupos de causas de muerte (H) y la diversidad máxima (H. máx.)- multiplicado por 100 y que se interpreta como el porcentaje de diversidad alcanzado de acuerdo con la distribución poblacional de los efectivos entre los distintos grupos de causas de muerte:

$$E = (H / H. \text{ máx.}) \times 100.$$

Se ha verificado la normalidad de los índices estudiados mediante la aplicación de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y  $\chi^2$ <sup>16</sup>. Se ha estimado el coeficiente de correlación lineal de Pearson (r) para estudiar la relación entre los índices H y las Tasas Estandarizadas de Mortalidad General (TEMG) y se ha contrastado la hipótesis de independencia mediante el uso de tablas<sup>17</sup>. La explotación estadística e informática de los datos objeto de estudio se ha efectuado mediante programas preparados «ad hoc» para un microordenador HP-87 y mediante los paquetes estadísticos MICROS-TAT y SPSS/PC.

## Resultados

En la tabla 2 se indica para cada país la mortalidad proporcional por grupos de causas (%), la Tasa Estandarizada de Mortalidad General (TEMG), la diversidad máxima (H. máx.), el índice de diversidad de Shannon (H) y la diversidad relativa o equitabilidad (E).

Los valores de diversidad máxima de cada país son iguales, debido a que en cada uno de ellos se estudia el

Tabla 1. Tasas de mortalidad estandarizadas para 15 grupos de causas, en los 14 países estudiados (estandarización directa con la población española estimada para 1978)

Causa*	Egipto	Chile	Cuba	U.S.A.	Israel	Japón	Tailandia	Francia	Italia	Portugal	Suecia	Yugoslavia	Austria	España
1	24,62	41,23	14,27	6,94	12,40	10,63	56,39	10,77	6,35	16,21	5,24	18,50	3,96	14,83
2	31,73	178,74	147,83	175,61	163,30	157,80	48,55	201,44	184,03	148,07	181,49	143,85	178,87	151,16
3	15,58	28,29	20,45	19,56	8,53	9,56	9,65	19,85	19,87	10,78	16,32	16,27	16,14	20,54
4	5,38	2,48	3,19	2,77	2,20	2,18	0,73	3,53	1,36	2,56	1,12	1,06	2,64	2,02
5	0,76	5,15	0,82	5,66	12,34	2,68	1,29	11,19	0,99	1,79	7,60	4,31	6,90	2,67
6	13,63	11,44	7,90	9,29	9,32	5,54	18,68	19,62	8,95	8,08	10,00	6,91	9,66	9,12
7	383,40	325,01	391,43	429,09	405,89	294,45	93,13	297,12	402,43	448,00	418,65	499,26	429,08	358,59
8	159,45	99,94	89,63	45,03	52,64	54,65	29,15	47,73	57,59	78,88	43,28	61,47	46,74	76,18
9	213,45	84,62	26,29	32,66	25,02	35,85	39,24	57,75	51,18	44,98	28,19	40,91	27,22	43,30
10	26,22	25,93	13,10	12,18	25,25	12,98	11,38	14,26	11,53	13,43	9,44	17,88	12,74	14,52
11	0,28	1,05	1,21	1,22	1,32	0,67	0,43	2,37	0,60	0,69	0,16	0,11	0,47	0,48
12	1,00	3,02	1,71	2,31	0,75	3,77	0,29	2,61	1,27	1,35	4,89	0,38	3,62	1,65
13	5,29	7,96	6,50	6,80	6,49	4,56	0,68	5,26	6,40	7,34	6,49	2,54	6,66	7,85
14	583,05	107,38	2,17	12,72	54,16	31,18	578,86	53,01	25,88	156,41	4,17	16,99	5,27	36,63
15	51,13	90,96	73,47	68,56	38,44	45,01	75,51	84,46	47,17	69,64	58,18	62,04	56,30	42,82

\* Grupos de causas de muerte: 1-Enfermedades infecciosas y parasitarias. 2-Tumores. 3-Enfermedades de las glándulas endocrinas, de la nutrición y del metabolismo. 4-Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos. 5-Enfermedades mentales. 6-Enfermedades del sistema nervioso y de los órganos de los sentidos. 7-Enfermedades del aparato circulatorio. 8-Enfermedades del aparato respiratorio. 9-Enfermedades del aparato digestivo. 10-Enfermedades del aparato genitourinario. 11-Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo. 12-Enfermedades del sistema osteomuscular. 13-Anomalías congénitas. 14-Síntomas y estados morbosos mal definidos. 15-Accidentes.

Fuente: WHO (1981, 1982, 1983) y INE (1977, 1980, 1981, 1982, 1984). Elaboración propia.

**Tabla 2. Mortalidad proporcional, tasa estandarizada de mortalidad general (TEMG), índice de diversidad máxima (H. max.), índice de Shannon (H) y diversidad relativa (E), para los 15 grupos de causas de muerte analizados**

Causas*	Egipto	Chile	Cuba	U.S.A.	Israel	Japón	Tailandia	Francia	Italia	Portugal	Suecia	Yugoslavia	Austria	España
1	1,62	4,06	1,78	0,83	1,51	1,58	5,48	1,29	0,76	1,60	0,65	2,07	0,48	1,89
2	2,09	17,64	18,47	21,14	19,96	23,50	5,03	24,24	22,29	14,68	22,82	16,11	21,91	19,31
3	1,02	2,79	2,55	2,35	1,04	1,42	1,00	2,38	2,40	1,06	2,05	1,82	1,97	2,62
4	0,35	0,24	0,39	0,33	26	0,32	0,07	0,42	0,16	0,25	0,14	0,11	0,32	25
5	0,05	0,50	0,10	0,68	1,50	0,39	0,13	1,34	0,11	0,17	0,95	0,48	0,84	0,34
6	0,89	1,12	0,98	1,11	1,13	0,82	1,93	2,36	1,08	0,80	1,25	0,77	1,18	1,16
7	25,51	32,07	48,93	51,67	49,61	43,84	9,66	35,75	48,74	44,43	52,64	55,94	52,56	45,82
8	10,52	9,86	11,20	5,42	6,43	8,13	3,02	5,74	6,97	7,82	5,44	6,88	6,95	9,73
9	14,08	8,35	3,28	3,93	3,05	5,33	4,07	6,94	6,19	4,46	3,54	4,58	3,33	5,54
10	1,73	2,55	1,63	1,46	3,08	1,93	1,18	1,71	1,39	1,33	1,18	2,00	1,56	1,85
11	0,02	0,10	0,15	0,14	0,16	0,09	0,04	0,28	0,07	0,06	0,02	0,01	0,02	0,06
12	0,06	0,29	0,21	0,27	0,09	0,56	0,03	0,31	0,15	0,13	0,61	0,04	0,44	0,21
13	0,34	0,78	0,81	0,81	0,79	0,67	0,07	0,63	0,77	0,72	0,81	0,28	0,81	0,99
14	38,48	10,59	0,27	1,53	6,62	4,64	60,05	6,37	3,13	15,51	0,52	1,90	0,64	4,68
15	3,37	8,97	9,18	8,25	4,69	6,70	7,83	10,16	5,71	6,90	7,31	6,95	6,89	5,47
TEMG	15,47	10,36	8,11	8,57	8,29	6,77	9,70	8,36	8,42	10,23	8,00	9,81	8,24	7,94
H. máx	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
H	2,45	2,94	2,34	2,28	2,42	2,50	2,14	2,67	2,34	2,51	2,18	2,20	2,21	2,53
E	62,00	75,00	59,00	58,00	62,00	64,00	54,00	70,00	59,00	64,00	56,00	56,00	56,00	64,00

Se indica para cada país la mortalidad proporcional de los 15 grupos de causas de muerte analizados, la tasa estandarizada de mortalidad general (TEMG), la diversidad máxima (max), el índice de diversidad de Shannon (H), y la equitabilidad o diversidad relativa (E).

\* Grupos de causas: 1-Enfermedades infecciosas y parasitarias. 2-Tumores. 3-Enfermedades de las glándulas endocrinas, de la nutrición y del metabolismo. 4-Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos. 5-Enfermedades mentales. 6-Enfermedades del sistema nervioso y de los órganos de los sentidos. 7-Enfermedades del aparato circulatorio. 8-Enfermedades del aparato respiratorio. 9-Enfermedades del aparato digestivo. 10-Enfermedades del aparato genitourinario. 11-Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo. 12-Enfermedades del sistema oseomuscular. 13-Anomalías congénitas. 14-Síntomas y estados morbosos mal definidos. 15-Accidentes.

Fuente: WHO (1981, 1982, 1983) y INE (1977, 1980, 1981, 1982, 1984). Elaboración propia.

mismo número y los mismos grupos de causas de muerte (H. máx. = 3,90 bits). La diversidad real, en este caso el índice de diversidad de Shannon, toma valores diferentes en cada uno de los países estudiados debido a que la distribución de la mortalidad por grupos de causas de muerte es diferente en todos ellos.

El coeficiente de correlación estimado para los valores de las tasas estandarizadas de mortalidad general y los índices de diversidad de Shannon de los países analizados es  $r=0,13$ , y este valor no nos permite aceptar la hipótesis de dependencia entre ambas variables ( $p<0,05$ ). Por tanto, estos dos índices permiten ordenar los países estudiados de dos formas diferentes: una en función de sus tasas estandarizadas de mortalidad general (figura 1) y otra, en función de sus valores de diversidad de Shannon (figura 2).

Los valores de los índices de diversidad de Shannon permiten categorizar de forma sencilla el conjunto de

los países estudiados, de tal manera que cada grupo o categoría reúne a un subconjunto de países que presentan distribuciones de mortalidad por causas muy semejantes. En este estudio se sugiere la siguiente clasificación:

- Países con *valores bajos de diversidad*, entre 2,10 bits y 2,40 bits: Suecia, Yugoslavia, Australia, U.S.A., Italia, Cuba y Tailandia.
- Países con *valores intermedios de diversidad*, entre 2,40 bits y 2,70 bits: Israel, Egipto, Japón, Portugal, España y Francia, y
- Países con *valores altos de diversidad*, superiores a 2,70 bits: Chile.

### Discusión

El índice de diversidad de Shannon se ha de interpretar como un descriptor que informa del número de grupos de causas de muerte dominantes o, si se prefiere, de la variabilidad de las frecuencias de los grupos de causas

de muerte considerados en los estudios de mortalidad. Los valores bajos de diversidad indican que hay alguna o algunas causas de muerte dominantes o muy dominantes. Los valores altos de diversidad, próximos al valor de diversidad máxima, informan de que las tasas de mortalidad de los distintos grupos de causas analizados tienden a ser semejantes.

En general, los valores de diversidad calculados para sistemas biológicos naturales varían poco y se encuentran distribuidos, más o menos normalmente, entre los valores 0 y 5 (o algo más) bits por individuo y la moda se halla entre 2,6 y 2,8 bits por individuo<sup>18</sup>. En nuestro caso, los valores son más bajos, ya que más de las 3/4 partes de los países presentan valores inferiores a 2,60 bits por individuo. Esto parece lógico puesto que estudiamos sistemas sanitarios que tienden a ser «controlados», es decir, que concentran las defunciones en unos pocos grupos de causas de muerte.

Figura 1. Ordenación de los 14 países estudiados en función de sus tasas estandarizadas de mortalidad general (TEMG)

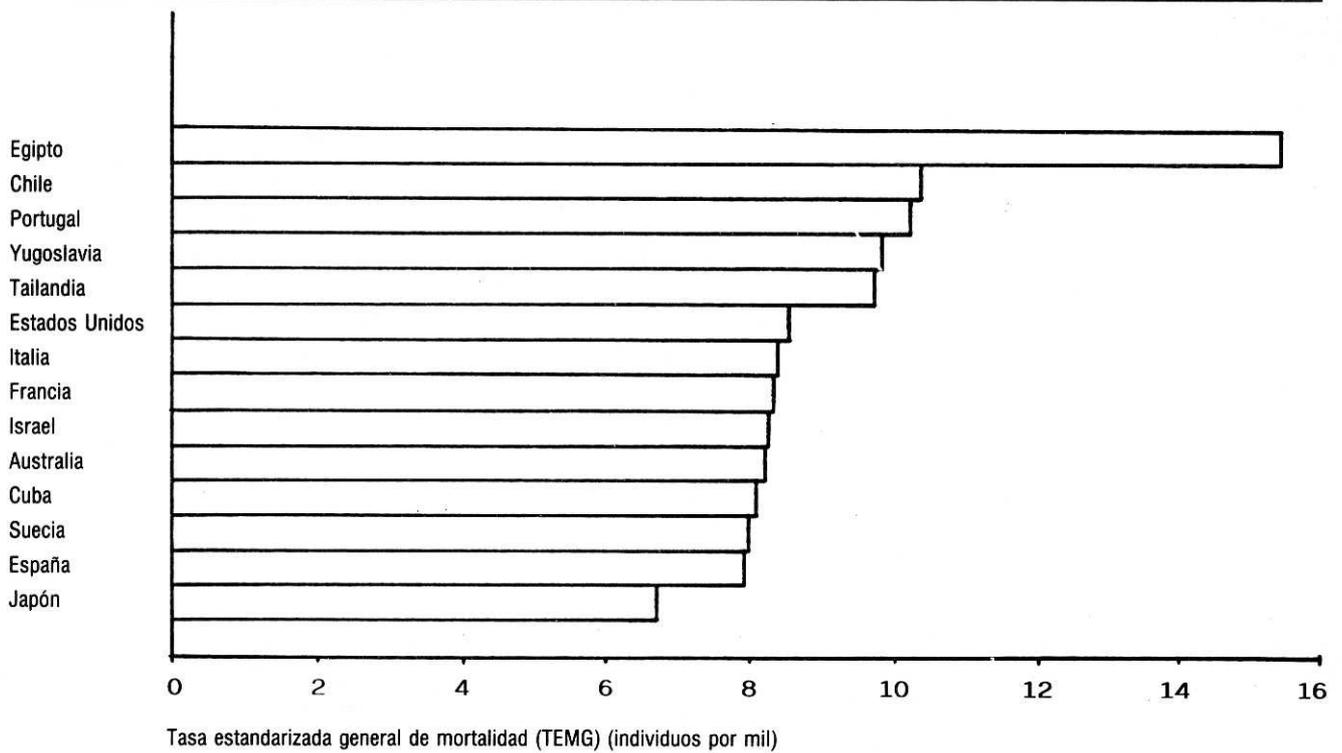
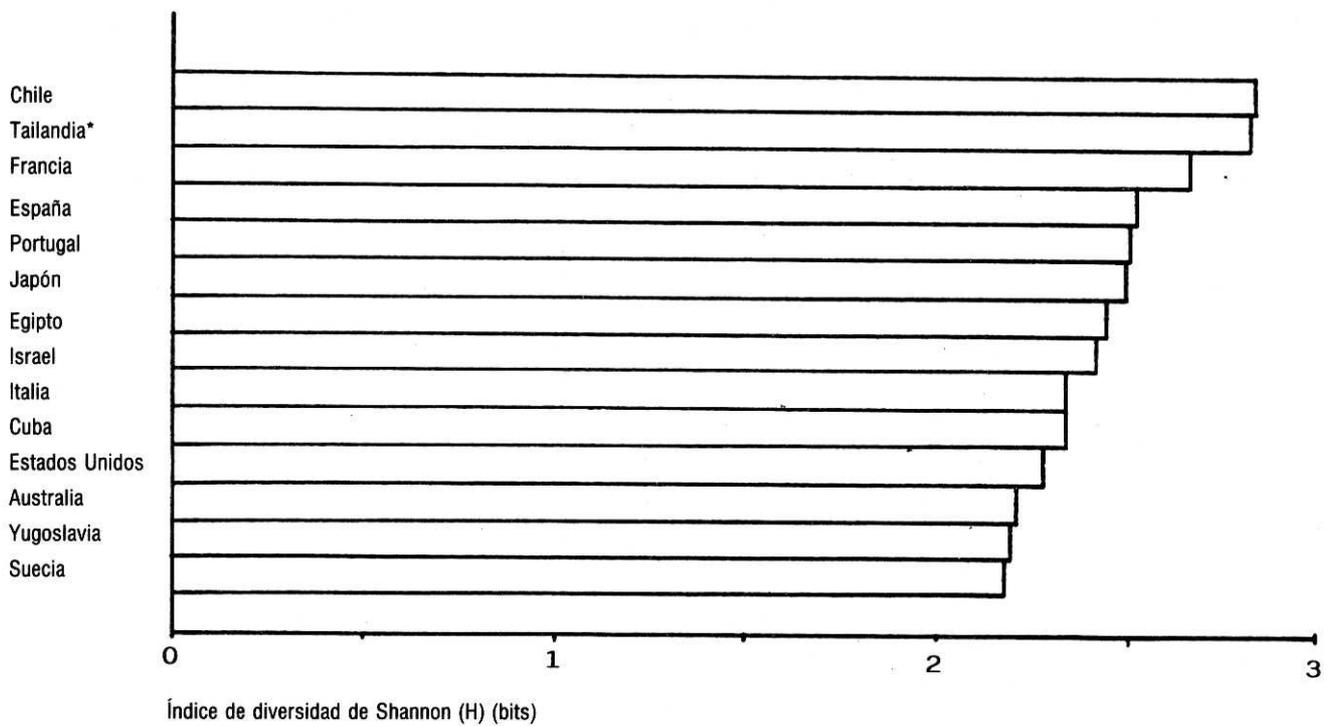


Figura 2. Ordenación de los 14 países estudiados en función de sus valores de diversidad\*, (H)



\* Tailandia se ordena en función de su diversidad  $H'$ .

De acuerdo con nuestros resultados, el índice de diversidad de Shannon se puede considerar como un parámetro de los sistemas sanitarios que aporta información complementaria de la obtenida mediante el cálculo de sus tasas estandarizadas de mortalidad general. Nos informa del modelo que sigue la distribución de la mortalidad por grupos de causas de muerte en los países estudiados. Y nos permite, de forma sencilla, agrupar estos países en tres categorías, cada una de ellas con distribuciones de mortalidad por causas de muerte muy semejantes.

Los países con valores de diversidad inferiores a 2,40 bits (Suecia, Yugoslavia, Australia, U.S.A., Italia, Cuba y Tailandia) se caracterizan, con la excepción de Tailandia, por sus tasas de mortalidad general que dependen fundamentalmente de las tasas específicas de cinco grupos de causas de muerte que son responsables del 90-95% de las defunciones anuales. Estas causas son: enfermedades circulatorias, tumores, enfermedades respiratorias, accidentes y enfermedades digestivas. Los valores más bajos de diversidad (entre 2,18 y 2,28 bits), que se observan en Suecia, Yugoslavia, Australia y U.S.A., son debidos a que en estos países el número de defunciones de un solo grupo de causas de muerte representa más del 50% del total anual. Tailandia presenta una distribución de la mortalidad por grupos de causas diferente a la del resto de los países de este subconjunto. En este país la mortalidad específica por enfermedades mal definidas representa el 60% de la mortalidad general y el predominio de este grupo justifica su baja diversidad (2,14 bits). Para poner en evidencia estas diferencias usando índices de diversidad es necesario calcular la diversidad real asociada a los 15 grupos de causas de muerte definidos (H) y, paralelamente, estimar la diversidad bajo el presupuesto teórico de que la tasa específica del grupo de causas de muerte por enfermedades mal definidas sea cero (H'). Si la tasa de las enfermedades mal definidas es baja, menor del 5%, las dos valores

de diversidad (H y H') serán semejantes; en el caso contrario, la diversidad estimada bajo supuestos teóricos (H') será mayor que la diversidad real (H). Si aplicamos esta propuesta a las estadísticas de Tailandia, los valores de diversidad bajo los supuestos teóricos son los siguientes: diversidad máxima=3,80; índice de Shannon=2,93; diversidad relativa o equitabilidad=76,98. Según estos cálculos, Tailandia, que tenía el valor de diversidad más bajo de toda la serie de países estudiados (H=2,14 y E=54,81), es ahora el país con mayor diversidad relativa (H'=2,93 y E'=76,98).

Los países con valores de diversidad entre 2,40 y 2,70 bits (Israel, Egipto, Japón, Portugal, España y Francia) presentan una distribución de sus tasas específicas de mortalidad por grupos de causas de muerte que hace necesario reunir como mínimo 6 grupos de causas para acumular el 90% de las defunciones anuales: enfermedades circulatorias, tumores, enfermedades respiratorias, accidentes, enfermedades digestivas y enfermedades mal definidas. En este subconjunto de países, los valores más bajos de diversidad se observan en Israel y Japón, en donde los dos grupos de causas de muerte más frecuentes representan entre el 65 y el 70% de las defunciones. Y los más altos, en Portugal y España, donde estos 2 grupos de causas no llegan a representar el 65% de las defunciones, aunque sobrepasan el 60%. Egipto es un caso particular ya que tiene una mortalidad proporcional por enfermedades mal definidas del 39% y aunque cambia el orden de la dominancia de los grupos de causas de muerte, su distribución de mortalidad por grupos de causa es muy semejante a la de los demás países de este grupo (su diversidad estimada es: H. máx.=3,80; H'=2,42, E'=63,68; y coincide prácticamente con su diversidad real (H=2,45). Francia presenta la diversidad más alta de los países de este grupo como consecuencia de la codominancia de las enfermedades circulatorias y los tumores. En Francia la mortalidad pro-

porcional por enfermedades circulatorias (36%) no es tan alta como en los demás países estudiados y la mortalidad proporcional por tumores (24%) es más elevada.

El único país con diversidad superior a 2,70 bits es Chile (H=2,94). Este país presenta tasas específicas de mortalidad más bajas en los grupos de causas de muerte más frecuentes. La mortalidad proporcional por enfermedades circulatorias es del 32% y la mortalidad proporcional por tumores es del 17,6%. Por ello, es necesario reunir 7 grupos de causas de muerte para alcanzar el 90% de todas las defunciones. Estos 7 grupos de causas de muerte son: enfermedades circulatorias, tumores, enfermedades respiratorias, accidentes, enfermedades digestivas, enfermedades mal definidas y enfermedades infecciosas.

Finalmente, debemos indicar que, aunque los resultados obtenidos en esta primera aplicación de los índices de diversidad a los estudios de mortalidad pone de manifiesto que el par de valores «mortalidad general» y «diversidad» son suficientes para resumir la información del análisis de la mortalidad específica por grupos de causas de muerte, a nivel macroscópico, no estamos todavía en condiciones de poder relacionar de forma correcta los distintos valores de diversidad con los diferentes modelos de distribución de mortalidad por grupos de causas. Hasta el momento no hay referencias bibliográficas del uso de los índices de diversidad en estudios de mortalidad y por tanto será necesario desarrollar nuevos trabajos para poder verificar la utilidad del uso de estos índices de diversidad.

#### Bibliografía

1. Hanlon JJ, Pickett GE. *Public Health Administration and Practice*. 9ª ed. St. Louis-Missouri: Times Mirror/Mosby College Publishings, 1984.
2. Lalonde M. *A new perspective on the health of Canadians*. Ottawa: Government Printing Office, 1974.
3. Ortun V. Criterios para la distribución de recursos sanitarios en España. *Gac Sanit* 1987; 2(1): 69-77.

4. OMS. *Preparación de indicadores para vigilar los procesos realizados en el logro de la salud para todos en el año 2000*. Genève: OMS, 1987 (Serie Salud para todos; 14).
5. W.H.O. *World Health Statistics Annual. Vital statistics and causes of deaths 1980, 1981, 1982*. Genève: WHO 1981, 1982, 1983.
6. Shannon CE, Weaver W. *The mathematical theory of communication*. Urbana: Univ Illinois Press, 1963.
7. OMS. *CIE Manual de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades, Traumáticas y Causas de Defunción*. Washington. AC: Organización Panamericana de la Salud, 1978. (Publicación científica; (I): 353).
8. INE. *Población de derecho y de hecho de los municipios españoles. Padrón Municipal de 1975*. Madrid. Presidencia del Gobierno, 1977.
9. INE. *Movimiento Natural de la Población. 1977, 1978, 1979*. Tomos I, II, III. Madrid: Ministerio de Economía y Comercio, 1980, 1981, 1982.
10. INE. *Censo de la población de 1981*. Tomos I y II. Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda, 1984.
11. Division of Health Statistics (Dissemination of Statistical Information). *Manual of Mortality Analysis (A manual on methods of analysis of national mortality statistics for public health)*. Genève: WHO 1981, 1982, 1983.
12. Canela J. *Análisis comparativo de mortalidad por causas en España y otros países durante el período 1977-79*. Barcelona: Facultad de Medicina. Universidad de Barcelona, 1985; Tesis doctoral.
13. Margalef R. *La teoría de la información en ecología*. Barcelona: Real Acad Cienc Artes, 1957.
14. Margalef R. *Ecología*. Barcelona: Omega SA, 1974: 359-82.
15. Margalef R. *La Biosfera: entre la termodinámica y el juego*. Barcelona: Omega SA, 1980: 46-80.
16. Sachs L. *Estadística Aplicada*. Barcelona: Labor, 1978: 277-80.
17. Domenech JM. *Bioestadística: Métodos estadísticos para investigadores*. Barcelona: Herder, 1982: 507-70.
18. Flos J. *Ecología. Entre la magia y el tópico*. Barcelona: Omega SA, 1984: 85-98.

