

**COLABORACIÓN ESPECIAL****MEDICIÓN DE LAS DESIGUALDADES EN LA EDAD DE MUERTE:  
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GINI A PARTIR DE LAS  
TABLAS DE MORTALIDAD****Javier Llorca (1), Dolores Prieto Salceda (1) y Miguel Delgado-Rodríguez (1,2)**

- (1) Cátedra de Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Medicina, Universidad de Cantabria.  
(2) Cátedra de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Jaén

**RESUMEN**

El índice de Gini se ha utilizado como medida de la concentración de diferentes variables, incluyendo los ingresos económicos, la distribución de la mortalidad y la distribución de médicos.

Se describe el uso del índice de Gini para medir las desigualdades en la edad de muerte a partir de los datos de mortalidad actuariales. Para ello se emplean los datos de mortalidad por edad y sexo en cada Comunidad Autónoma española en 1990.

Las desigualdades en años vividos son mayores en los varones que en las mujeres en todas las Comunidades Autónomas. Las Comunidades con mayor esperanza de vida tienen también menor desigualdad en los años vividos, lo que permite, en algunas ocasiones, identificar prioridades sanitarias.

El índice de Gini puede ser aplicado a las tasas de mortalidad por edad para medir el grado de desigualdad en la edad de muerte y para identificar grupos etarios para la actuación sanitaria prioritaria.

**Palabras clave:** Curva de Lorenz. Índice de Gini. Desigualdades. Mortalidad.

**ABSTRACT****Gauging Inequalities in Age of Death:  
Calculating the Gini Index Based on  
Mortality tables**

The Gini index has been used to gauge the concentration of different variables, including income, the mortality distribution and the spread of physicians.

The use of the Gini index for gauging the inequalities in the age of death based on actuarial mortality data. For this purpose, the 1990 age and gender-related mortality figures for each Autonomous Community were used.

The inequalities in the number of years lived are greater among males than among females throughout all of the Autonomous Communities. The Communities showing the longest life expectancies are those which have also been revealed to involve the least degree of inequality in the number of years lived, which therefore makes it possible to pinpoint health-care priorities in some cases.

The Gini index can be applied to age-related mortality for gauging the degree of inequality in the age of death and to pinpoint age groups on which to place priority with regard to health-care measures.

**Key words:** Lorenz curve. Gini index. Inequalities. Mortality.

**INTRODUCCIÓN**

Los indicadores de uso habitual para medir la mortalidad en una población de forma

independiente de su estructura etaria (esperanza de vida y tasas de mortalidad ajustadas por edad) son medias aritméticas. Ninguno de los indicadores al uso permite medir la desigualdad en la edad de muerte. Un buen indicador que permita medir la desigualdad debe ser independiente de la estructura por edades y debe estar normalizado (esto es: tener unos valores máximo y mínimo entre los que pueda moverse). Recientemente hemos propuesto emplear el índice de Gini para este

Correspondencia:  
Dr. Javier Llorca.  
Cátedra de Medicina Preventiva y Salud Pública.  
Facultad de Medicina. Universidad de Cantabria.  
Avda. Cardenal Herrera Oria s/n.  
39011 Santander.  
Correo electrónico: llorcaj@medi.unican.es.

propósito y hemos establecido la manera de calcularlo, empleando como datos de mortalidad los calculados por medio de la función Gompertz<sup>1</sup>. La función de Gompertz establece una relación lineal entre el logaritmo de la mortalidad por edades y la edad, y suele ajustar correctamente los datos de mortalidad actuarial por encima de los 25 años de edad; su principal limitación es que asume una relación paramétrica y que no se extiende al todo el rango de edades.

Los objetivos de este trabajo son establecer la forma de calcular el índice de Gini a partir de las tasas de mortalidad específicas por edad, empleando todo el rango de edades y sin asumir un modelo paramétrico en la mortalidad; profundizar en algunas relaciones entre el índice de Gini, la tasa de mortalidad específica por edad, la esperanza de vida a cada edad y los años vividos; y como ejemplo de aplicación, presentar el índice de Gini para cada Comunidad Autónoma en 1990, y analizar la relación entre este índice y la esperanza de vida en cada Comunidad.

## El índice de Gini

El índice de Gini fue propuesto inicialmente como una forma de medir las diferencias en la distribución de la renta<sup>2</sup>, aunque después ha sido utilizado para medir otras diferencias, tales como las de la distribución de las causas de muerte<sup>3</sup> o de los médicos por número de habitantes<sup>4</sup>. En la figura 1a se muestra cómo se elabora el índice de Gini empleando los datos de mortalidad de varones en España en 1990<sup>5</sup>. En abscisas se representa la proporción de población y en ordenadas la proporción de años vividos; por ejemplo, se ha marcado en abscisas el punto correspondiente al 40% de la población que menos años vive y en ordenadas la proporción de años vividos por ese 40% de la población. Uniendo los puntos así obtenidos se consigue una curva, llamada de Lorenz, que está siempre por debajo de la diagonal. El índice de Gini es el doble de la superficie que queda entre la diagonal y la curva obtenida.

Figura 1a

**Construcción e interpretación del índice de Gini. En 1a se emplea la mortalidad en varones españoles en 1990. El índice de Gini es el doble del área entre la curva de Lorenz y la diagonal. Cuando el número de años vividos está repartido por igual en toda la población, la curva de Lorenz coincide con la diagonal y el índice de Gini vale cero (1b). Cuando el número de años vividos está concentrado en un solo individuo, la curva de Lorenz recorre los ejes inferior y derecho y el índice de Gini vale uno (1c).**

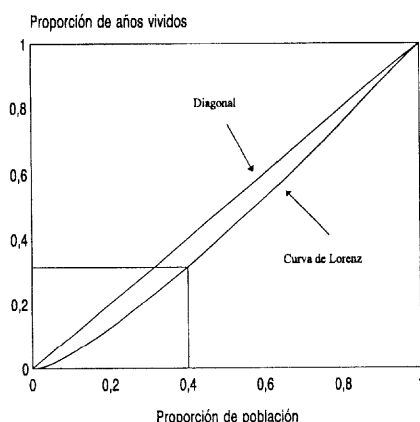


Figura 1b

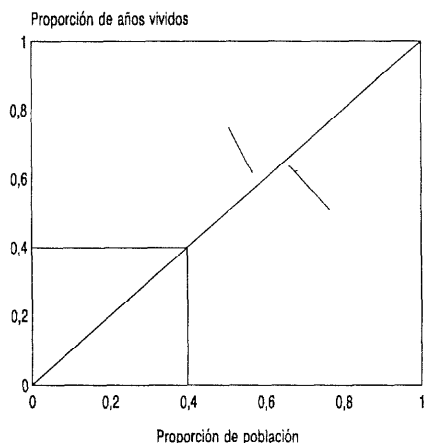
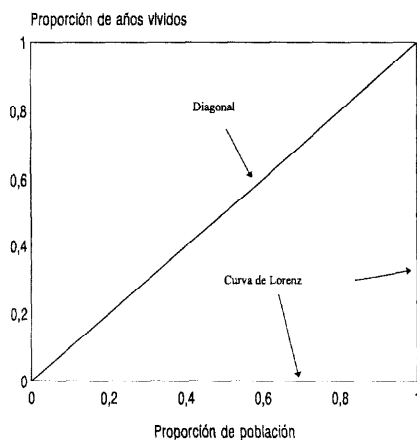


Figura 1c



La interpretación es directa y sencilla: si toda la población vive el mismo número de años, entonces la curva coincide con la diagonal y el índice de Gini vale cero (figura 1b). En cambio, si un sólo individuo vive muchos años y el resto muere al poco de nacer, entonces la curva recorre los bordes inferior y derecho de la figura, y el índice de Gini vale 1 (figura 1c).

### Relación del índice de Gini con la mortalidad por edades

Aplicado a la mortalidad, el índice de Gini permite medir las desigualdades en la edad de la muerte. Cuando el índice de Gini se aproxima a cero indica que todos los individuos mueren aproximadamente a la misma edad, mientras que si se aproxima a 1 indica

que hay grandes diferencias en la edad de muerte: algunos individuos mueren muy precozmente y otros consiguen sobrevivir más que la media.

Para calcularlo basta con disponer de las tasas de mortalidad específicas por edad. Como es sabido, con estas tasas se construyen las tablas de mortalidad en las que se sigue una cohorte hipotética de 100.000 individuos recién nacidos y se les aplican sucesivamente las tasas de mortalidad a los cero, uno, dos,..., cien años, para obtener en cada año el número de supervivientes ( $L_i$ ) a la edad  $i$  y el número de años vividos ( $T_i$ ) desde la edad  $i$ . Finalmente, la esperanza de vida a los  $i$  años resulta de dividir  $T_i$  entre  $L_i$ .

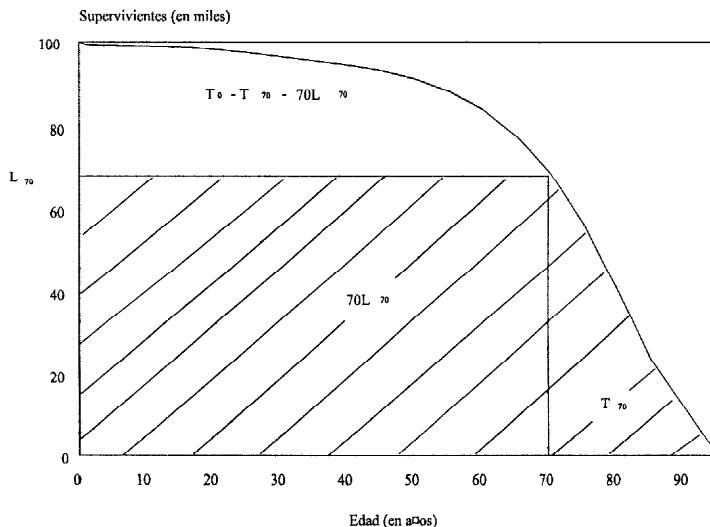
La figura 2 muestra la curva de supervivencia de una cohorte de 100.000 individuos a la que se han aplicado las tasas de mortalidad de los varones en España en 1990. La tasa de mortalidad específica a la edad  $i$  es el opuesto de la pendiente de la curva en el punto de abscisa  $i$ ; el número de supervivientes a la edad  $i$  viene dado por la ordenada de la curva a esa edad y el número de años vividos desde la edad  $i$  es la integral

de la curva entre  $i$  y 100 años. En la figura se representan  $L_{70}$  y  $T_{70}$ .

Para calcular el índice de Gini basta observar que la proporción de fallecidos antes de la edad  $i$  viene dada por  $(L_0 - L_i)/L_0$  y la proporción de años que esos individuos han vivido es  $(T_0 - T_i - i L_i)/T_0$ , fórmulas que representan la abscisa y la ordenada de la curva de Lorenz. En la figura 2 se muestra la interpretación de estos valores en la curva de supervivencia:  $(T_0 - T_{70} - 70L_{70})/T_0$  es el resultado de dividir el área no rallada entre toda la superficie bajo la curva.

Para construir con los valores de mortalidad una curva de Lorenz, para cada edad  $i$  se sitúa en abscisas el valor de  $(L_0 - L_i)/L_0$  y en ordenadas el valor de  $(T_0 - T_i - i L_i)/T_0$ . La curva se completa uniendo los puntos obtenidos (figura 1a); en la figura se muestra como el 40% de los varones españoles que menos viven acumulan poco más del 35% de los años vividos. Finalmente, para calcular el índice de Gini se resta de 1 el doble de la integral de la curva de Lorenz. La única dificultad restante es el cálculo de esta integral. En la práctica, como la curva de Lorenz se ha elaborado mediante la unión de varios

**Figura 2**  
Interpretación de los parámetros empleados para el cálculo del índice de Gini en la curva de supervivencia



segmentos rectos, el área bajo la curva puede descomponerse en la suma de varios trapecios y puede calcularse por métodos geométricos elementales.

El índice de Gini permite la comparación entre la distribución de la mortalidad en varias poblaciones, pero no permite un análisis estadístico específico, ya que no existe una prueba para la hipótesis de igualdad del índice de Gini, ni tampoco un método para estimar su varianza.

### Datos y procedimiento informático

Aplicamos el índice de Gini a la mortalidad por edades en cada comunidad autóno-

ma. Los datos de mortalidad han sido obtenidos de las publicaciones del Instituto Nacional de Estadística<sup>5</sup>. Todos los cálculos se han realizado con un programa *ad hoc* elaborado en Turbo Pascal 6.0.

El índice de Gini es mayor en varones (máximo: 0,1379 en Ceuta y Melilla, mínimo: 0,1108 en Castilla-La Mancha, media: 0,1191) que en mujeres (máximo: 0,1063 en Ceuta y Melilla, mínimo: 0,0818 en Castilla-La Mancha, media: 0,0839) en cualquiera de las comunidades autónomas (tabla 1), lo que muestra una menor variación en la edad de muerte en las mujeres que en los varones. Incluso el mismo índice de Gini muestra una variabilidad menor de unas comunidades a

Tabla 1

#### Índice de Gini por Comunidades Autónomas

Comunidad Autónoma	Índice de Gini	
	Varones	Mujeres
Andalucía	0.1181	0.0843
Aragón	0.1142	0.0828
Asturias	0.1259	0.0834
Baleares	0.1239	0.0865
Canarias	0.1198	0.0887
Cantabria	0.1202	0.0837
Castilla-León	0.1181	0.837
Castilla-La Mancha	0.1108	0.0818
Cataluña	0.1246	0.0825
Extremadura	0.1151	0.0851
Galicia	0.1266	0.0882
Madrid	0.1192	0.0821
Murcia	0.1151	0.0844
Navarra	0.1136	0.0829
País Vasco	0.1219	0.0847
La Rioja	0.1343	0.0866
Valencia	0.1170	0.0522
Ceuta y Melilla	0.1379	0.1063
España	0.1191	0.0839

Figura 3a

Gráfico de dispersión de la esperanza de vida (en abscisas) del índice de Gini (en ordenadas), para varones (a) y mujeres (b). An: Andalucía, Ar: Aragón, As: Asturias, Ba: Baleares, Ca: Canarias, Cn: Cantabria, Cl: Castilla y León, Cm: Castilla-La Mancha, Ct: Cataluña, Es: España, Ex: Extremadura, Ga: Galicia, Ma: Madrid, Mu: Murcia, Na: Navarra, Pv: País Vasco, Ri: La Rioja, Va: Valencia

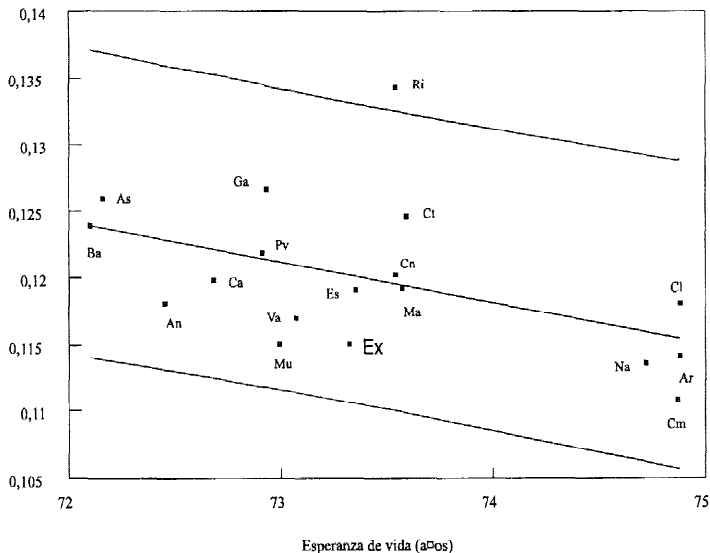
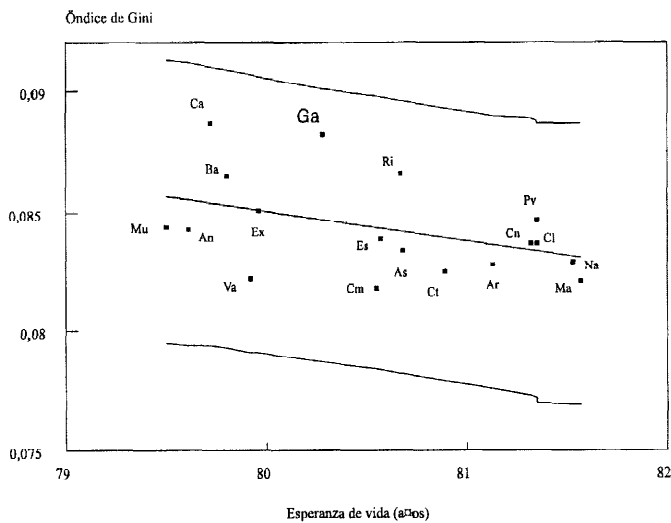


Figura 3b



otras en mujeres que en varones. El coeficiente de correlación lineal entre los índices de Gini en varones y en mujeres es de  $r=0,51$ .

Las figuras 3a (varones) y 3b (mujeres) muestran la dispersión del índice de Gini en relación con la esperanza de vida. En ambos géneros puede observarse una relación nega-

tiva: al aumentar la esperanza de vida (EV) disminuye el índice de Gini. La regresión lineal confirmó este resultado: en varones:  $Gini=0,3419-0,0030 EV$  (con  $r^2=0,23$  y  $p=0,05$ ) y en mujeres:  $Gini=0,1888-0,0013 EV$  (con  $R^2=0,21$  y  $p=0,05$ ). En estas regresiones los datos de Ceuta y Melilla no han sido incluidos porque estaban muy alejados de la nube de puntos y tenían excesiva influencia sobre la regresión; tanto en varones como en mujeres, Ceuta y Melilla tienen menor esperanza de vida y mayor índice de Gini que cualquiera de las comunidades autónomas.

## CONCLUSIONES

La esperanza de vida es uno de los indicadores vitales más habituales. Sin embargo, aporta información sólo sobre la media aritmética de años vividos pero no sobre cómo se distribuyen esos años en la población. El índice de Gini permite una aproximación al grado de desigualdad con que los años de vida se distribuyen. Por ejemplo, la fuerte mortalidad ocasionada fundamentalmente en adultos jóvenes (aumento de la desigualdad en los años vividos) por la epidemia de gripe en 1918 ocasionó un gran aumento del índice de Gini tanto en varones como en mujeres.

Nuestro trabajo permite señalar dos aspectos importantes en la relación entre esperanza de vida e índice de Gini: en primer lugar, las comunidades autónomas con mayor esperanza de vida tienden a ser también las que tienen mayor igualdad en la edad de muerte (figura 3). Tanto en varones como en mujeres se encuentra que el coeficiente de determinación es relativamente bajo; por lo que no debe deducirse la existencia de una relación determinista entre esperanza de vida e índice de Gini. De hecho, esta relación no debe esperarse *a priori*: la esperanza de vida y el índice de Gini debieran ser variables independientes. La correlación negativa encontrada es un hallazgo que parece indicar que algún mecanismo —probablemente el descenso en la mortalidad precoz— es co-

mún a la evolución de ambos indicadores en las comunidades autónomas. Tal vez un ajuste por otras variables ecológicas, no consideradas en este trabajo, pueda hacer más consistente esta relación.

En segundo lugar, en algunas comunidades el índice de Gini contribuye a identificar prioridades en la actuación sanitaria. Por ejemplo, considérense las figuras 3a y 3b; en ambas se ha trazado la recta de regresión entre la esperanza de vida y el índice de Gini. Debe aclararse, para evitar confusiones, que en este caso la situación de la esperanza de vida en abscisas no prejuzga que tenga una influencia causal sobre el índice de Gini. De hecho, un aumento en la mortalidad precoz provoca un descenso en la esperanza de vida al mismo tiempo que un aumento en el índice de Gini; por lo tanto, el coeficiente de correlación negativo entre las dos variables no es sorprendente. Sin embargo, la inspección de las figuras 3a y 3b permite identificar comunidades autónomas con algunas características especiales: las comunidades por encima de la recta de regresión (por ejemplo, Galicia y La Rioja) tienen un índice de Gini mayor que lo que les corresponde por su esperanza de vida; esto significa que en estas comunidades se pueden obtener beneficios suplementarios en la esperanza de vida disminuyendo la mortalidad en grupos jóvenes. En cambio las comunidades autónomas por debajo de la recta de regresión (por ejemplo, Castilla-La Mancha) tienen menos desigualdad —menor índice de Gini— de la correspondiente a su esperanza de vida; por lo tanto, para mejorar su esperanza de vida tendrán que realizar una actuación sobre la población general, sin que puedan identificarse grupos etarios prioritarios.

Este estudio se ha realizado con datos agregados, es por tanto un estudio ecológico. Sin embargo, no está sujeto a falacia ecológica: la falacia ecológica ocurre cuando se atribuye a los individuos los resultados obtenidos en un estudio agregado. En este trabajo, tanto la esperanza de vida como el índice de Gini son variables propias

de cada grupo y no existe manera ninguna de asignarlas a los individuos; es decir, el objeto final del estudio es el comportamiento de ambas variables en las comunidades autónomas y no en los individuos que las forman.

En conclusión, el índice de Gini aporta una medida de la desigualdad en la edad de la muerte y puede ser empleado en la identificación de grupos de edad para la actuación sanitaria prioritaria.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Llorca J, Prieto MD, Fariñas Álvarez C, Delgado-Rodríguez M. Age differential mortality in Spain, 1900-1991. *J Epidemiol Commun Health* 1998; 52:259-61.
2. Gini C. Sulla misura della concentrazione e della variabilità dei caratteri. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, lettere ed Arti*, 1914; LXXII, parte I, p.1203-48.
3. Le Grand J. An international comparison of distributions of age-at-death. In: Fox J, ed. *Health inequalities in European countries*. Brookfield: Gower; 1989.p.75-91.
4. Leclerc A, Lert F, Fabien C. Differential mortality: some comparisons between England and Wales, Finland and France, based on inequality measures. *Int J Epidemiol* 1990; 19:1001-10.
5. Instituto Nacional de Estadística. *Tablas de Mortalidad de la Población Española 1990-91*. Madrid: Instituto Nacional de Estadística; 1993.