



FACULTAD DE
CIENCIAS ECONÓMICAS
Y DE ADMINISTRACIÓN



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Curso Demografía - Licenciatura en Estadística

Docentes:

Daniel Ciganda

Facundo Morini

10^{ma} Clase

18 de Septiembre de 2025

La Tabla de Mortalidad

La tabla de mortalidad es una de las herramientas centrales del análisis demográfico

Combinando varias piezas de información, resume la experiencia de la desaparición de una cohorte

Permiten el cálculo de la esperanza de vida a edad x , e_x una de las medidas resumen de la mortalidad más utilizadas:

- $e_x \rightarrow$ El número promedio de años adicionales que vivirá un sobreviviente a edad x bajo las condiciones de mortalidad expresadas en la tabla

Pueden calcularse tanto con datos longitudinales (cohorte), como para datos transversales (período), aunque estas últimas implican una serie de supuestos y son más complejas de calcular

Líneas de vida de una Cohorte

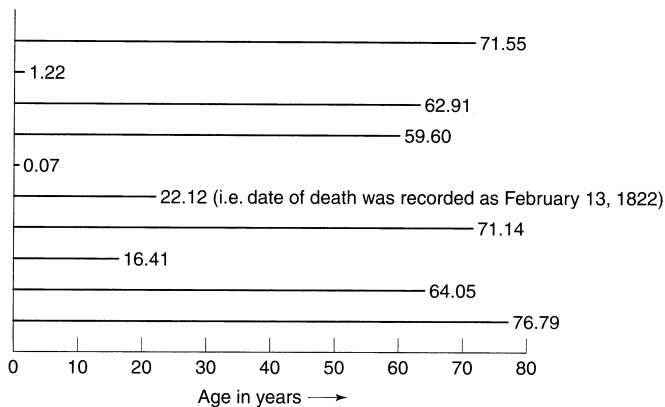


Figure 3.1 Age at death and life-lines of a hypothetical cohort of births (10 in all); date of birth: January 1, 1800

Table 3.1: Life table for hypothetical cohort of 10 births shown in figure 3.1

Exact age x	Number left alive at age x l_x	Number dying between ages x and $x + n$ ${}_n d_x$	Probability of dying between ages x and $x + n$ ${}_n q_x$	Probability of surviving from age x to age $x + n$ ${}_n p_x$	Person-years lived between ages x and $x + n$ ${}_n L_x$	Person-years lived above age x $T_x = \sum_{a=x}^{\infty} {}_n L_a$	Expectation of life at age x $e'_x = T_x / l_x$	Death rate in the cohort between ages x and $x + n$ ${}_n m_x$	Average person-years lived in the interval by those dying in the interval ${}_n a_x$
0	10	1	1/10	9/10	$9 + .07 = 9.07$	$436.79 + 9.07 = 445.86$	$\frac{445.86}{10} = 44.586$	$\frac{1}{9.07}$.07
1	9	1	1/9	8/9	$8 \cdot 4 + .22 = 32.22$	$404.57 + 32.22 = 436.79$	$\frac{436.79}{9} = 48.532$	$\frac{1}{32.22}$.22
5	8	0	0	1	$8 \cdot 5 = 40$	$364.57 + 40 = 404.57$	$\frac{404.57}{8} = 50.571$	0	—
10	8	1	1/8	7/8	$7 \cdot 10 + 6.41 = 76.41$	$288.16 + 76.41 = 364.57$	$\frac{364.57}{8} = 45.571$	$\frac{1}{76.41}$	6.41
20	7	1	1/7	6/7	$6 \cdot 10 + 2.12 = 62.12$	$226.04 + 62.12 = 288.16$	$\frac{288.16}{7} = 41.166$	$\frac{1}{62.12}$	2.12
30	6	0	0	1	$6 \cdot 10 = 60$	$166.04 + 60 = 226.04$	$\frac{226.04}{6} = 37.673$	0	—
40	6	0	0	1	$6 \cdot 10 = 60$	$106.04 + 60 = 166.04$	$\frac{166.04}{6} = 27.673$	0	—
50	6	1	1/6	5/6	$5 \cdot 10 + 9.60 = 59.60$	$46.44 + 59.60 = 106.04$	$\frac{106.04}{6} = 17.673$	$\frac{1}{59.60}$	9.60
60	5	2	2/5	3/5	$3 \cdot 10 + 6.96 = 36.96$	$9.48 + 36.96 = 46.44$	$\frac{46.44}{5} = 9.288$	$\frac{2}{36.96}$	$(2.91 + 4.05)/2 = 6.96/2 = 3.48$
70	3	3	3/3	0	9.48	9.48	$\frac{9.48}{3} = 3.16$	$\frac{3}{9.48}$	$(1.55 + 1.14 + 6.79)/3 = 9.48/3 = 3.16$
80	0	0	—	—					

Cohorte vs. Período

Análisis de **cohorte**: El análisis de los eventos demográficos (nacimientos, muertes, migraciones) ocurridos a un grupo de personas que **experimentan un evento demográfico en el mismo período**. Las cohortes más comúnmente utilizadas son las cohortes de nacimientos, o generaciones, es decir, todas las personas nacidas en un mismo año calendario. Análisis longitudinal.

- Forma “natural” de analizar los eventos demográficos - representa la **experiencia real de un grupo de personas**. Correspondencia entre los eventos y las personas expuestas al riesgo de experimentar esos eventos.
- Requiere datos detallados

Análisis de **período**: El análisis de los eventos demográficos **ocurridos en un mismo período de tiempo**. Análisis transversal.

- Motivado por la forma en que los sistemas de estadísticas vitales organizan los datos y por la mayor “actualidad” de los datos

Aunque los análisis demográficos se realizan con frecuencia a partir de encuestas o datos generados a partir de la interacción de la personas con plataformas digitales, las **fuentes clásicas** de datos para el análisis de la mortalidad y la fecundidad son las estadísticas vitales y los censos (algunos países cuentan con registros poblacionales muy detallados).

Censos: Operación de relevamiento de información en la que se aplica un cuestionario acotado sobre el total de los residentes en un día determinado (con variaciones). Suelen tener una periodicidad de una década.

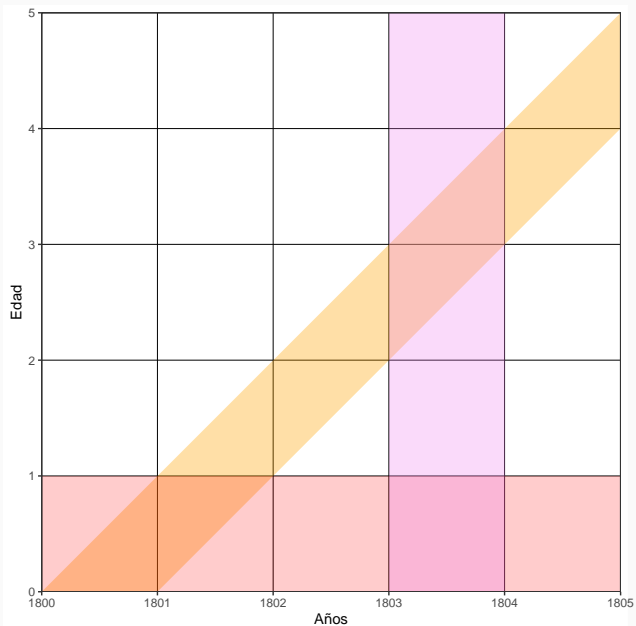
Proporcionan las estimaciones de la **Población expuesta al riesgo** de los eventos demográficos.

Estadísticas Vitales: Registro de nacimientos y defunciones con alguna información auxiliar. Edad del fallecimiento, causa, edad y características de la madre al nacimiento.

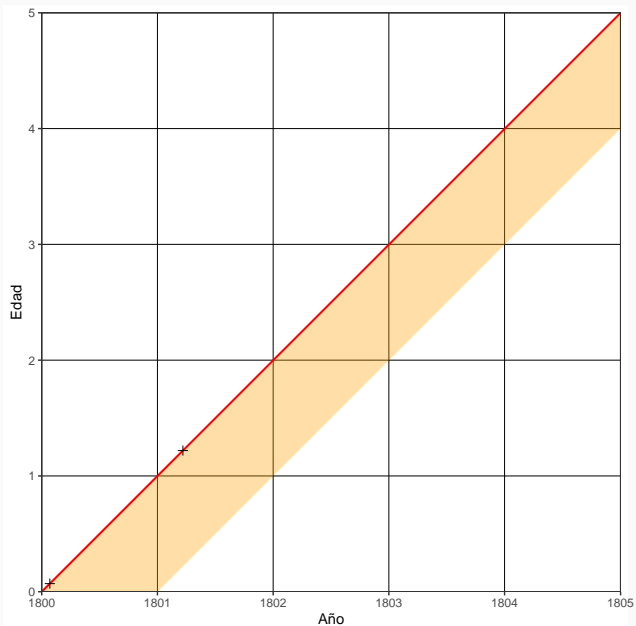
Proporcionan los conteos de los **eventos demográficos**.

Ambos se organizan de acuerdo a años calendario

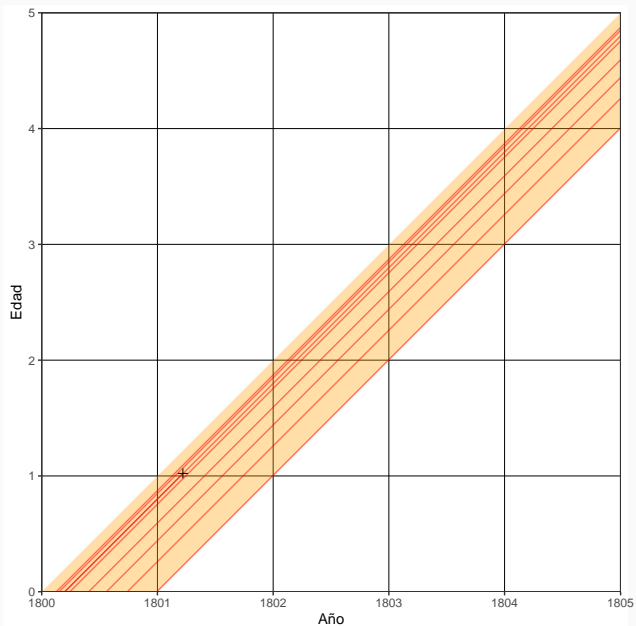
El Diagrama de Lexis



El Diagrama de Lexis



El Diagrama de Lexis

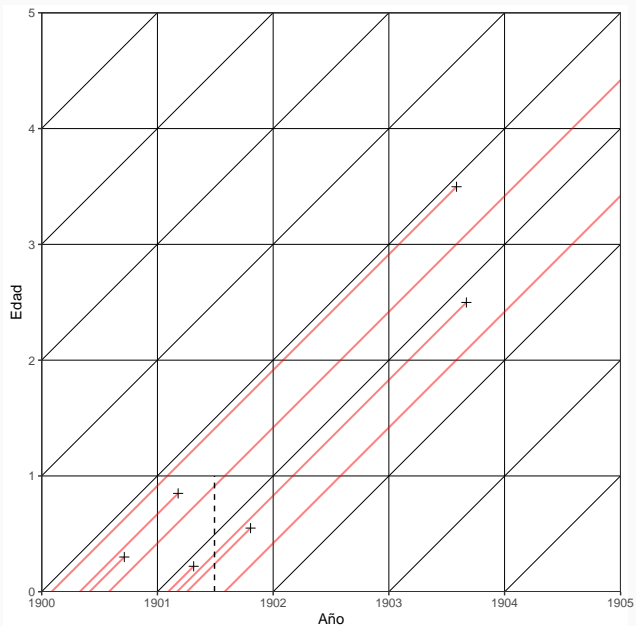


Los años-persona son una medida del **tiempo vivido** por una persona en determinado período de tiempo. Surgen de la necesidad de medir la **exposición al riesgo** de determinado evento demográfico cuando trabajamos con **datos censurados**, es decir, cuando la población expuesta al riesgo está cambiando permanentemente por entradas o salidas de individuos (nacimientos, muertes, emigración, inmigración).

Si disponemos de información del momento exacto de esas entradas y salidas, podemos sumar los años, o las fracciones de año aportados por cada persona y obtener el total de años persona en el intervalo.

Si no disponemos de esa información (la mayoría de los casos) se suele asumir que las **entradas y salidas se distribuyen de manera homogénea** en el período considerado y se toma la **población a mitad de año**, la población al 30 de Junio de determinado año, por ejemplo.

El Diagrama de Lexis



La diferencia fundamental está en el **denominador**: cómo medimos la población expuesta.

Probabilidad (${}_nq_x$)

Mide el riesgo de que una persona fallezca, calculada sobre el grupo que estaba vivo **al inicio** del intervalo.

$${}_nq_x = \frac{{}_nd_x}{l_x}$$

donde l_x es la **población inicial**.

Tasa (${}_nm_x$)

Mide la **intensidad** de los fallecimientos en relación al **tiempo total de exposición**.

$${}_nm_x = \frac{{}_nd_x}{{}_nL_x}$$

donde ${}_nL_x$ son los **años-persona**.

La Tabla de Mortalidad de Período - Modelo para una Cohorte Ficticia

La necesidad de disponer de información mas contemporánea y la forma en la que muchos países organizan sus estadísticas motivó el desarrollo de las tablas de mortalidad de período.

Aunque estas tablas incorporan la información correspondiente a una serie de cohortes distintas, son en realidad un **modelo** de la experiencia de una **cohorte ficticia** o **cohorte sintética**.

Es decir que producen estimaciones de la esperanza de vida que correspondería a una cohorte que **atravesara por las condiciones de mortalidad observadas en determinado momento del tiempo**.

Para construir la tabla **necesitamos las probabilidades de muerte** ${}_nq_x$, pero cuando trabajamos con datos de estadísticas vitales y censos, por ejemplo, estas no están disponibles.

Sin embargo, sí es posible acceder a las ${}_nM_x$, las **tasas de mortalidad por edad** observadas en determinado país, y derivar a partir de estas tasas las probabilidades de muerte.

Conversión $M_x \rightarrow q_x$: Paso a Paso

Para construir una tabla de período, necesitamos convertir las tasas de mortalidad observadas (M_x) en probabilidades de muerte (q_x). Este es el procedimiento:

1. **Partimos de la definición de la tasa (M_x):**

$$M_x = \frac{\text{Defunciones}}{\text{Años-Persona}} = \frac{d_x}{L_x}$$

2. **Sustituimos la fórmula de Años-Persona (L_x):**

$$M_x = \frac{d_x}{(l_x - d_x) + a_x \cdot d_x}$$

La clave es el término a_x , que relaciona los años-persona con la población inicial.

3. **Introducimos la probabilidad ($q_x = d_x/l_x$):** Para ello, dividimos el numerador y el denominador de la fracción anterior por l_x :

$$M_x = \frac{d_x/l_x}{(l_x/l_x - d_x/l_x) + a_x \cdot (d_x/l_x)} = \frac{q_x}{1 - (1 - a_x)q_x}$$

4. **Despejamos q_x para obtener la fórmula final:**

$$q_x = \frac{M_x}{1 + (1 - a_x)M_x}$$

La conversión ${}_nM_x \rightarrow {}_nq_x$ depende sólo de ${}_na_x$, por esto para construir una tabla de mortalidad de período necesitamos tanto las ${}_nM_x$ como los ${}_na_x$.

Aunque existen diversos métodos para calcular el promedio de años vividos por los fallecidos a cada edad, en la mayoría de los casos es posible asumir que, salvo en el primer año de vida, las defunciones se distribuyen de manera homogénea en el intervalo.

Es decir que para $x \geq 1 \rightarrow {}_na_x = 1/2$

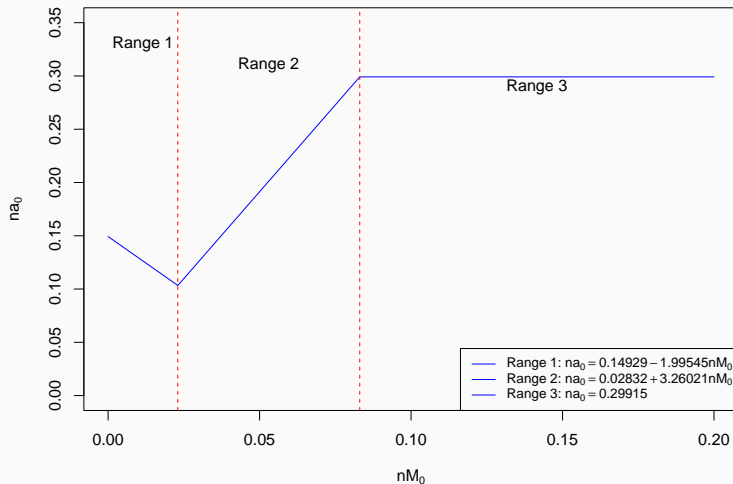
En el caso de la **mortalidad en el primer año de vida**, este supuesto no es realista ya que gran parte de la mortalidad en este intervalo está asociada a complicaciones durante el parto o el embarazo que derivan en defunciones cercanas al momento de parto. Es decir, hay **mayor influencia del componente perinatal** que del postnatal en la mortalidad.

Existe una relación muy marcada entre el nivel de la mortalidad y la mortalidad perinatal. Por esto a_0 se define en función del nivel de la mortalidad infantil en el contexto estudiado.

Table 1: Andreev-Kingkade formulas for computing a_0 given m_0

m_0 range	formula: $a_0 = a + b \cdot m_0$
Males	
$[0, 0.02300)$	$0.14929 - 1.99545 \cdot m_0$
$[0.0230, 0.08307)$	$0.02832 + 3.26021 \cdot m_0$
$[0.08307, \infty)$	0.29915
Females	
$[0, 0.01724)$	$0.14903 - 2.05527 \cdot m_0$
$[0.01724, 0.06891)$	$0.04667 + 3.88089 \cdot m_0$
$[0.06891, \infty)$	0.31411

Average Person-Years Lived (${}_na_0$) vs Mortality Rate (nM_0) for Males



Tasas Específicas de Mortalidad por Edad de Período

$${}_nM_x[0, T] = \frac{{}_nD_x[0, T]}{{}_nL_x[0, T]}$$

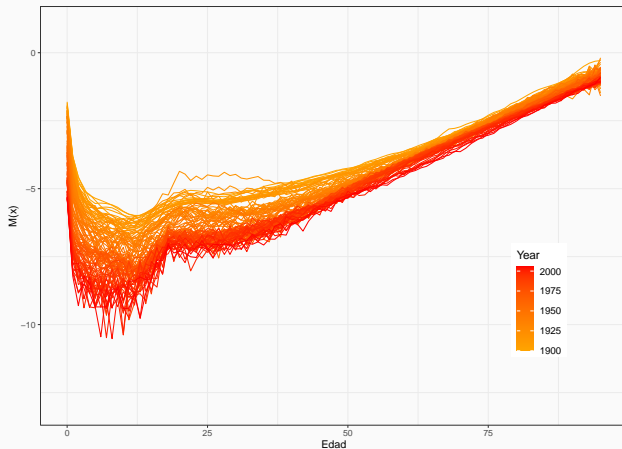


Figure 1: Tasas Específicas de Mortalidad por Edad, Hombres, Dinamarca, 1900:2005

x	nax	nMx	nqx	lx	ndx	nLx	Tx	ex
0	0.2992	0.1560	0.1406	1.0000	0.1406	0.9014	50.25	50.25
1	0.5000	0.0219	0.0217	0.8594	0.0186	0.8501	49.35	57.43
2	0.5000	0.0104	0.0104	0.8408	0.0087	0.8364	48.50	57.69
3	0.5000	0.0065	0.0064	0.8321	0.0054	0.8294	47.66	57.29
4	0.5000	0.0053	0.0053	0.8267	0.0044	0.8245	46.83	56.65
5	0.5000	0.0047	0.0047	0.8223	0.0039	0.8204	46.01	55.95
6	0.5000	0.0044	0.0044	0.8185	0.0036	0.8167	45.19	55.21
7	0.5000	0.0040	0.0040	0.8149	0.0033	0.8132	44.37	54.45
8	0.5000	0.0037	0.0037	0.8116	0.0030	0.8101	43.56	53.67
9	0.5000	0.0032	0.0032	0.8086	0.0026	0.8073	42.75	52.87
10	0.5000	0.0029	0.0029	0.8060	0.0023	0.8049	41.94	52.04
11	0.5000	0.0026	0.0026	0.8037	0.0021	0.8026	41.14	51.19
12	0.5000	0.0025	0.0025	0.8016	0.0020	0.8006	40.34	50.32
13	0.5000	0.0025	0.0025	0.7996	0.0020	0.7986	39.53	49.45
14	0.5000	0.0026	0.0026	0.7976	0.0021	0.7965	38.74	48.57
15	0.5000	0.0028	0.0028	0.7955	0.0022	0.7944	37.94	47.69

Table 1: Tabla de Mortalidad de Período - Dinamarca 1900, Hombres