

ANÁLISIS DEMOGRÁFICO

DR. VÍCTOR MANUEL GARCÍA GUERRERO
vmgarcia@colmex.mx

“CONCEPTOS BÁSICOS Y MEDIDAS”

Licenciatura en Actuaría
VI semestre, 2025-2



**Facultad de
Ciencias**
UNAM



¿Qué es la demografía?

La demografía es la ciencia que tiene por objeto el estudio de las poblaciones humanas tratando, desde un punto de vista principalmente cuantitativo, su dimensión, estructura, evolución y características generales.

Población

- Colección de personas vivas en un punto determinado en el tiempo que cumplen con ciertos criterios.
 - La población de Guatemala el 1 de julio del 2010
 - La población de mujeres indígenas en edad reproductiva en el sureste mexicano al 1 de enero de 2011.
- Colectividad que persiste a lo largo del tiempo aunque sus miembros están en continuo cambio.
 - La población de México

¿Qué es la demografía?

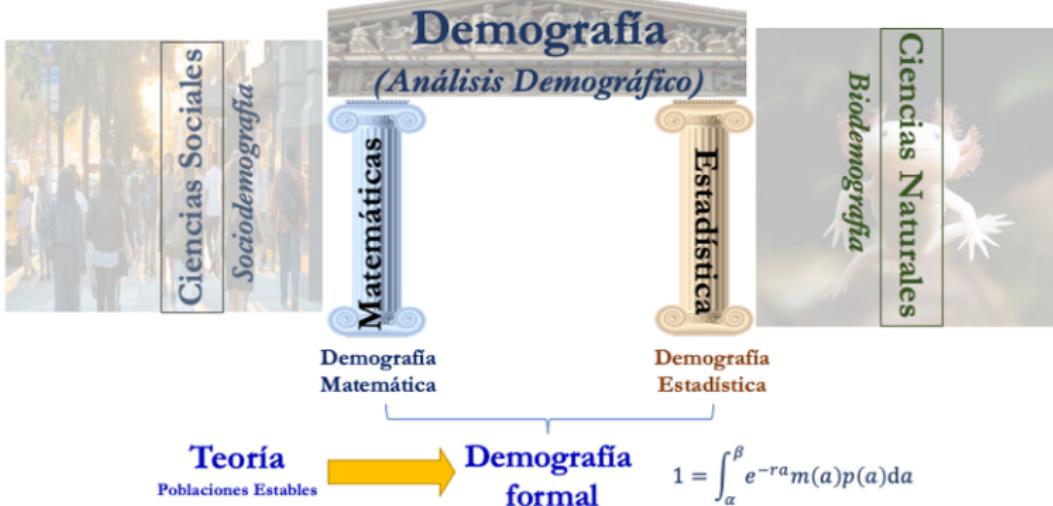
“[...] en definitiva puede considerarse que las investigaciones realizadas en el marco restringido del análisis demográfico constituyen el ‘núcleo’ de la demografía como ciencia, bien entendido que tales investigaciones conciernen exclusivamente al estudio del tamaño, distribución territorial y composición de la población como así también a sus cambios y a los componentes de tales cambios”

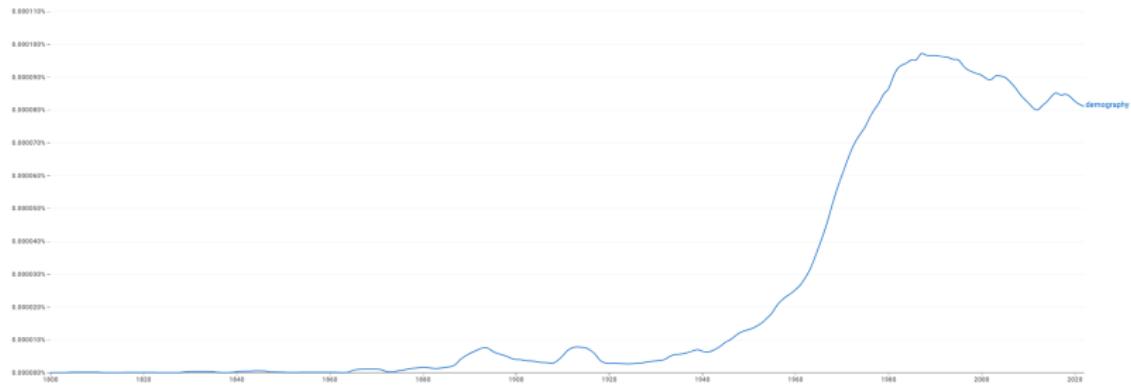
Demografía Aplicada

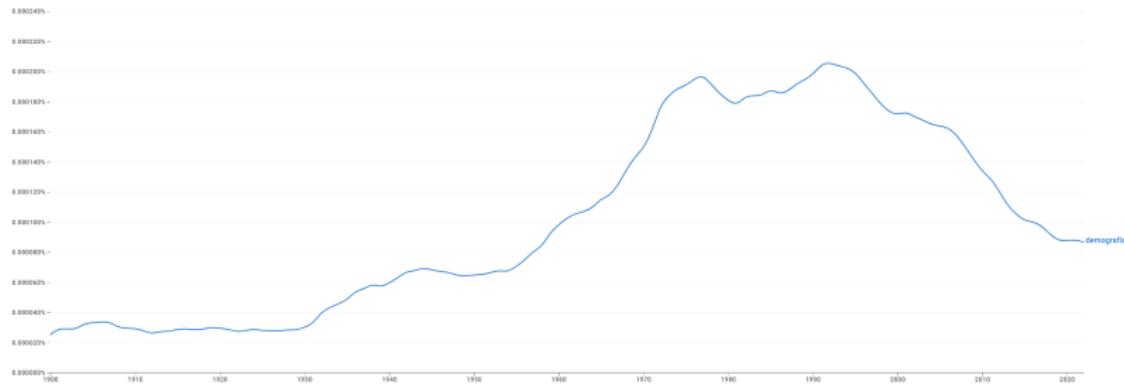
Políticas Públicas

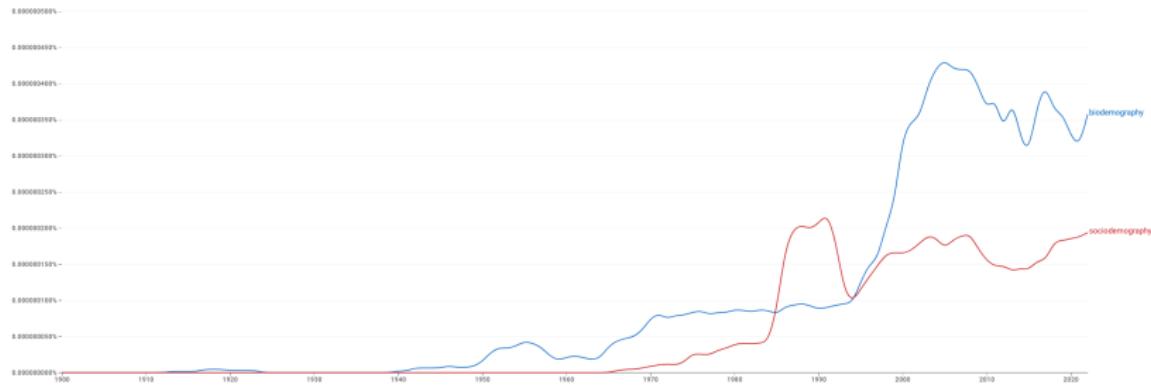
Negocios

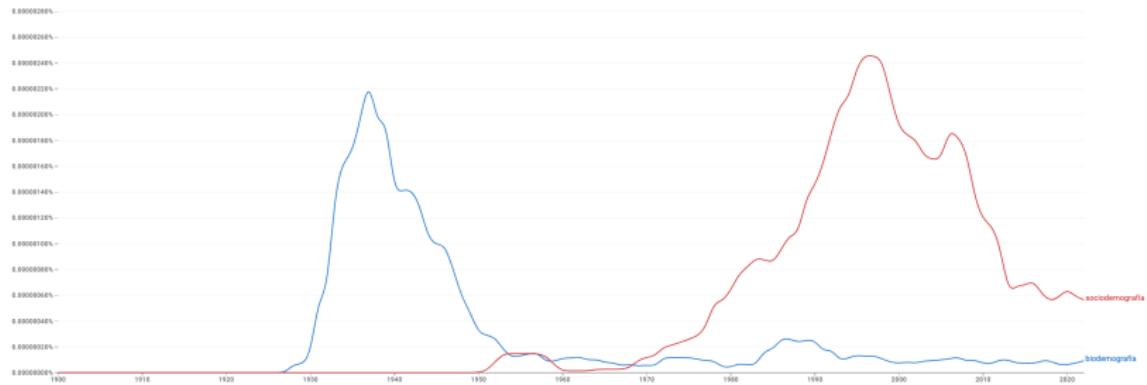
(Estimaciones y proyecciones de población)



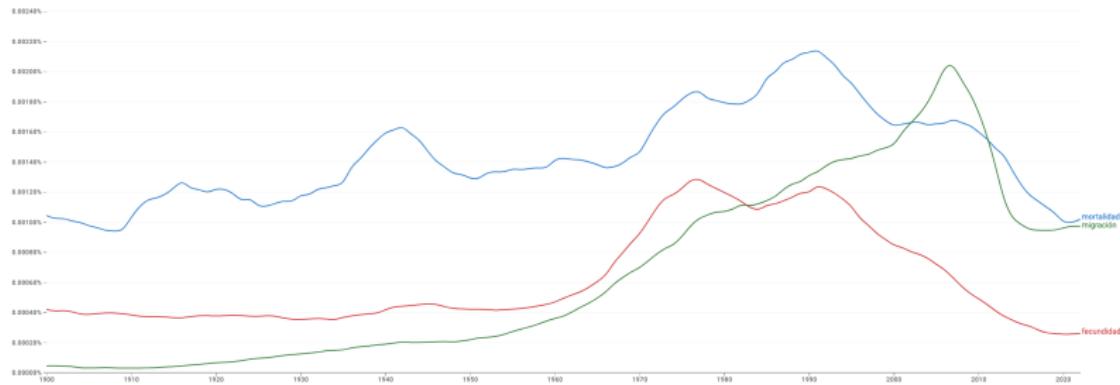














John Graunt
(1620 - 1674)



Edmund Halley
(1656-1742)

Natural and Political
OBSERVATIONS
Mentioned in a following INDEX,
and made upon the
Bills of Mortality.

By JOHN GRAUNT,
Citizen of
LONDON.

With reference to the Government, Religion, Trade,
Growth, Ayre, Diseases, and the several Changes of the
said CITY.

— *Nisi, meus miseris Turba, latere.*
Contenuit pavissi Lethebus. —

LONDON,
Printed by Tho: Raycroft, for John Martin, James Allardyce,
and Thos: Dicau, at the Sign of the Bell in St. Paul's
Church-yard. MDCLXII.



Marqués de Condorcet
(1743 - 1794)



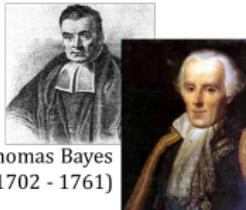
Lambert Adolphe Jacques Quetelet
(1796 - 1874)



Johann Peter Süßmilch
(1707 - 1767)



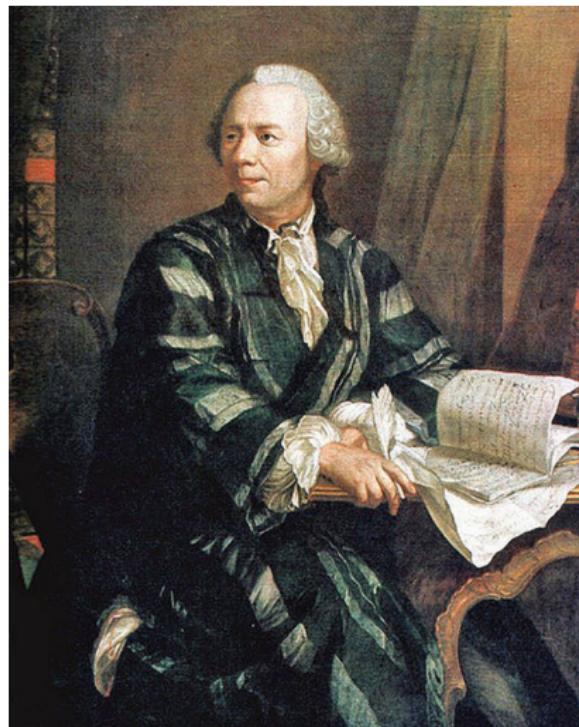
Thomas Robert Malthus
(1766 - 1834)



Thomas Bayes
(1702 - 1761)
Pierre S. Laplace
(1749 - 1827)



Benjamin Gompertz
(1779 - 1865)



Leonhard Euler
(1707 - 1783)



Matthews Duncan
(1826 - 1890)



Pierre F. Verhulst
(1804 - 1849)



Wilhelm Lexis
(1837- 1914)



Alfred James Lotka
(1880 -1949)



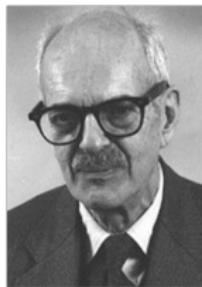
Vito Volterra
(1860 -1940)



Karl Pearson
(1857 -1936)



Raymond Pearl
(1879-1940)



Nathan Keyfitz
(1913 - 2010)



Ansley / Coale

Ansley J. Coale



Joel Cohen



Wolfgang Lutz



Samuel Preston



Ronald D. Lee



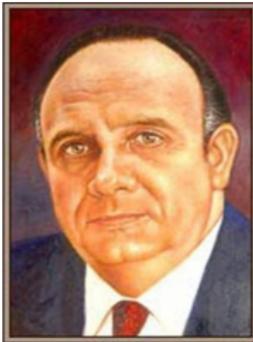
James Vaupel



Hal Caswell



Raúl Benítez



Gustavo Cabrera



Carmen Miró

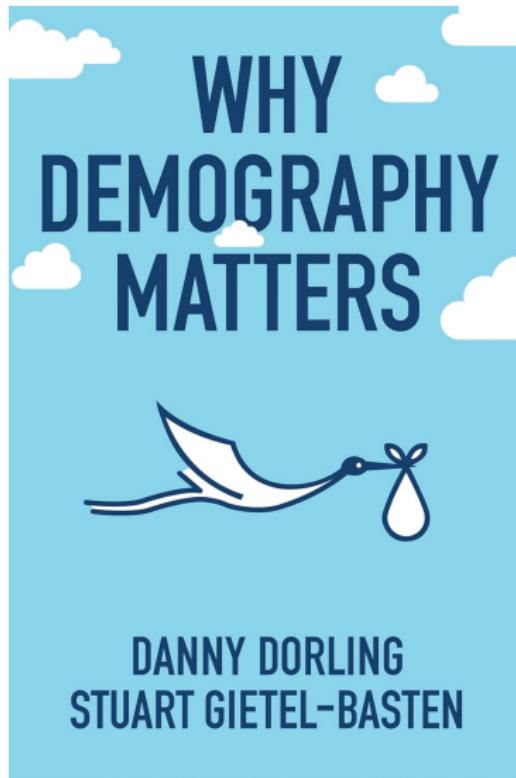
Jean Bourgeois-Pichat



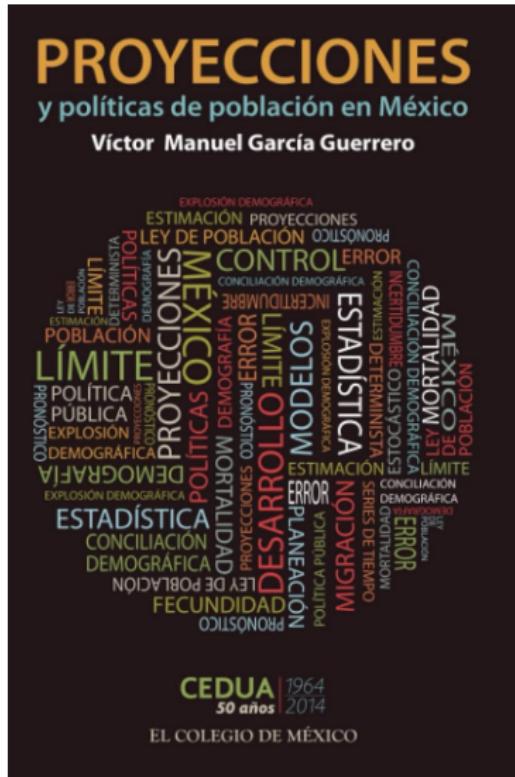
Temario

- ① Conceptos básicos y medidas
- ② Probabilidades de ocurrencia y tasas específicas por edad
- ③ Procesos de decremento simple
- ④ Procesos de decremento múltiple
- ⑤ Modelos de mortalidad y modelos relacionales
- ⑥ Fecundidad y reproducción
- ⑦ Principios de migración

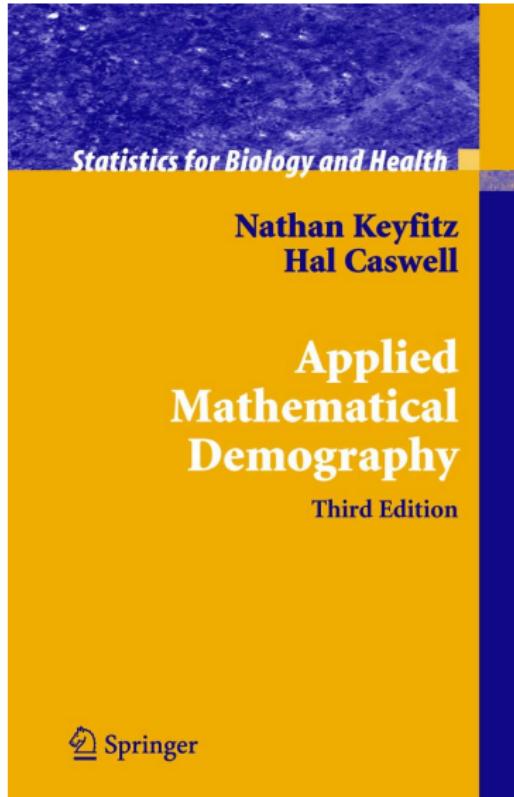
Bibliografía



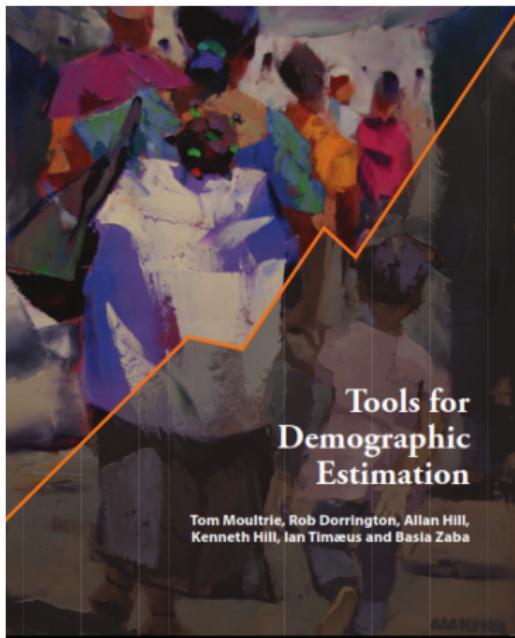
Bibliografía



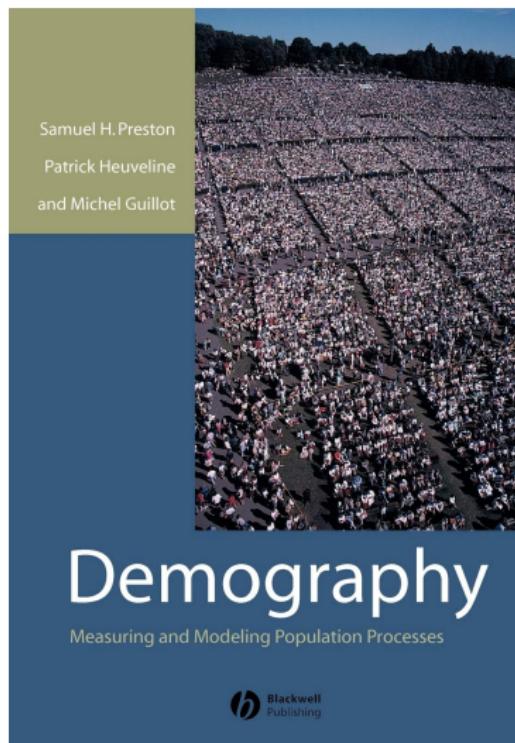
Bibliografía



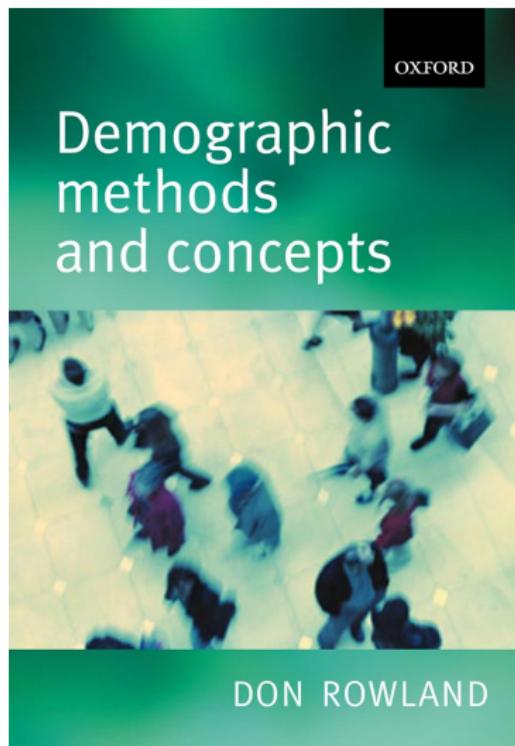
Bibliografía



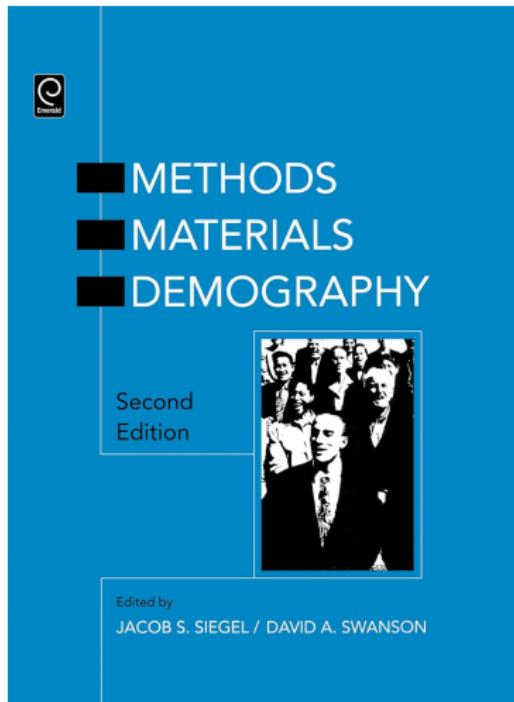
Bibliografía



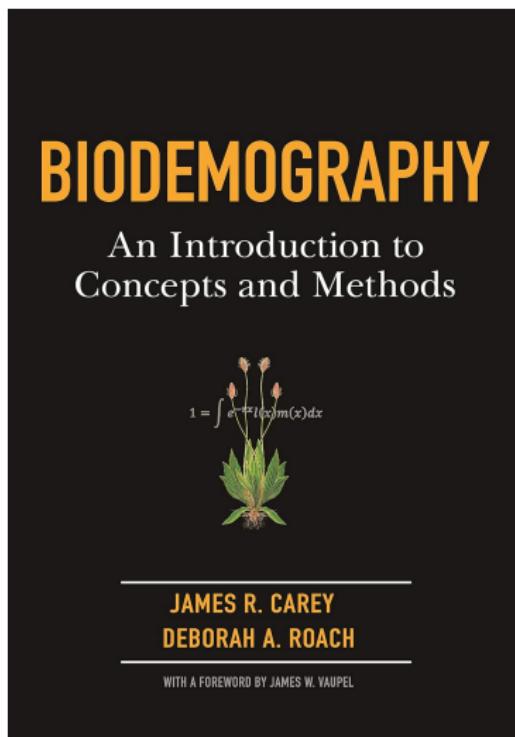
Bibliografía



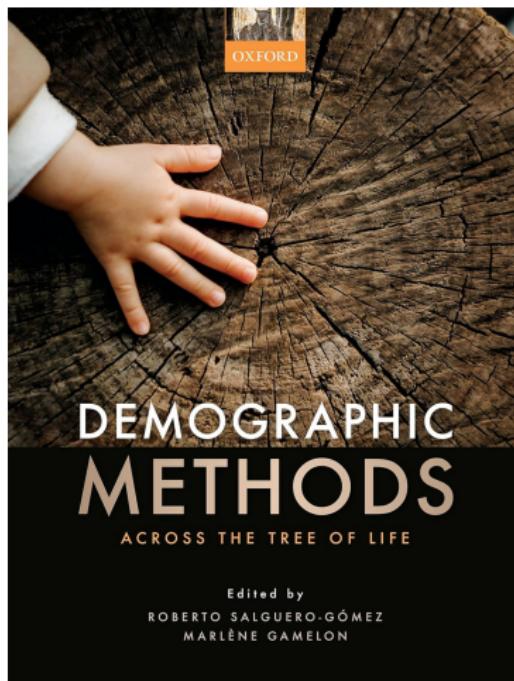
Bibliografía



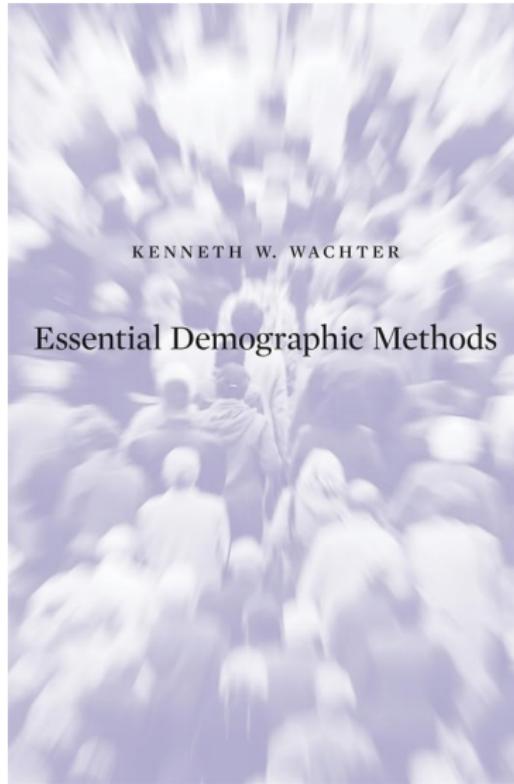
Bibliografía



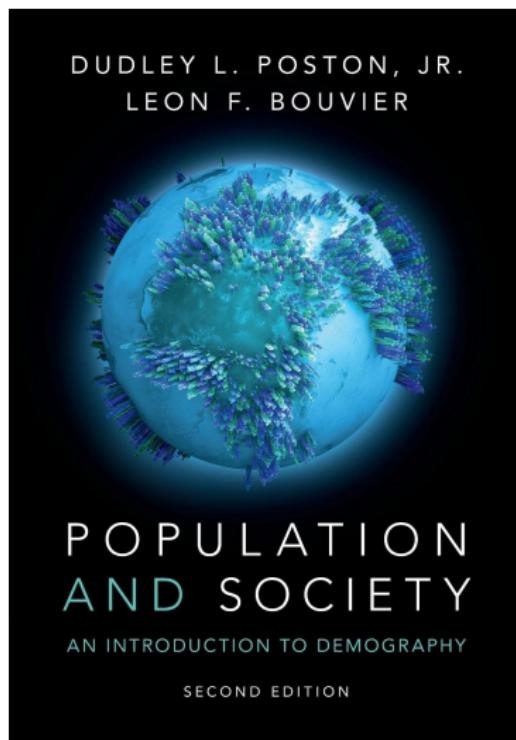
Bibliografía



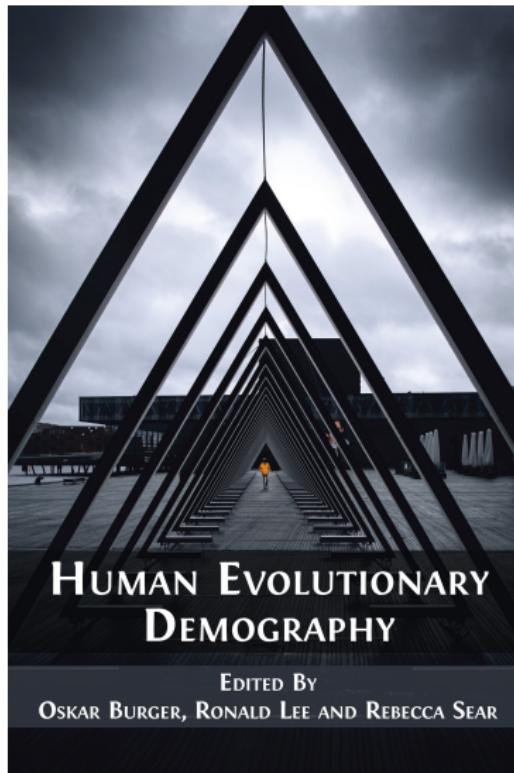
Bibliografía



Bibliografía



Bibliografía



Evaluación

- Evaluación teórica 1: 25 %
- Evaluación teórica 2: 25 %
- Tarea examen 1: 25 %
- Tarea examen 2: 25 %

Materiales

- Computadora (con R y RStudio instalado)
- Pluma y lápiz
- Cuaderno carta cuadro chico (obligatorio)

La ecuación demográfica básica



Ecuación Compensadora

$$P_t + N_{(t,t+1)} - D_{(t,t+1)} + [I_{(t,t+1)} - E_{(t,t+1)}] = P_{t+1}$$

Fuentes de información en demografía

- Censos (*de facto, de jure*)
- Estadísticas Vitales.
- Encuestas por muestreo
- Fuentes secundarias (estimaciones y proyecciones, repositorios estandarizados).

Fuentes de información en demografía

Censo *de facto*

Es un método de conteo de individuos basado en dónde se encuentran físicamente en el momento del censo, independientemente de su lugar de residencia habitual. Puede ser particularmente útil para ciertas necesidades de recopilación de datos a corto plazo, pero puede no siempre proporcionar la imagen más precisa para la planificación y asignación de recursos a largo plazo.

- Presencia física.
- Instantánea en el tiempo.
- Enumeración simplificada.

Fuentes de información en demografía

Ventajas de un censo *de facto*

- Simplicidad: Más fácil de administrar porque solo considera dónde están las personas el día del censo.
- Reducción del doble conteo: Minimiza el riesgo de contar a los individuos más de una vez, especialmente aquellos con múltiples residencias.
- Eficiente para Poblaciones Temporales: Captura datos sobre poblaciones temporales como turistas, viajeros de negocios y trabajadores estacionales.
- Recopilación de datos inmediata: Facilita una recopilación de datos más rápida ya que no implica rastrear residencias habituales o patrones de migración.

Fuentes de información en demografía

Desventajas de un censo *de facto*

- Sesgo temporal: Puede no representar con precisión a la población residente habitual, particularmente en áreas con alta población de turistas o transitoria.
- Inexactitud para la asignación de recursos: Puede llevar a inexactitudes en la asignación de recursos y la planificación de políticas, ya que no refleja dónde viven y usan servicios las personas habitualmente.
- Sobrerrepresentación de ciertas áreas: Las áreas con eventos o grandes poblaciones temporales (por ejemplo, convenciones, festivales) pueden estar sobrerrepresentadas.
- Desconsideración de la residencia habitual: Ignora dónde residen típicamente los individuos y contribuyen a la vida comunitaria.

Fuentes de información en demografía

Censo *de jure*

Es un método de conteo de individuos basado en su lugar de residencia habitual, independientemente de dónde se encuentren físicamente en el momento del censo. Un censo de jure es esencial para obtener una visión precisa y estable de la población residente, crucial para una planificación efectiva y la asignación de recursos a largo plazo.

- Lugar de residencia habitual.
- Reflejo de la residencia permanente.
- Complejidad de enumeración.

Fuentes de información en demografía

Ventajas de un censo *de jure*

- Precisión en la planificación de recursos: Proporciona datos más precisos para la asignación de recursos y la planificación de políticas públicas, reflejando la residencia permanente de la población.
- Representación exacta: Mejora la precisión en la representación política y distribución de distritos electorales.
- Datos estables: Ayuda a obtener una imagen más estable y menos fluctuante de la población, útil para la planificación a largo plazo.
- Adecuado para políticas sociales: Proporciona información relevante para servicios sociales, infraestructura y desarrollo comunitario, basada en la residencia habitual de las personas.

Fuentes de información en demografía

Desventajas de un censo *de jure*

- Complejidad y costos: Más difícil y costoso de administrar debido a la necesidad de verificar la residencia habitual.
- Riesgo de doble conteo: Puede haber problemas con individuos que tienen múltiples residencias o migran frecuentemente, lo que puede llevar a errores o doble conteo.
- Subnotificación: Algunos individuos pueden no ser contados si no se encuentran en su residencia habitual el día del censo o si no se reportan correctamente.
- Desafíos de enumeración: Puede ser difícil rastrear y contar a personas sin hogar, nómadas, o aquellos en situaciones de vivienda inestables.

Fuentes de información en demografía

En resumen

- Censo De Jure: Cuenta a los individuos según su lugar de residencia habitual, proporcionando datos sobre dónde la población vive y usa servicios regularmente.
- Censo De Facto: Cuenta a los individuos según su ubicación física el día del censo, ofreciendo una instantánea de la población en un momento específico.

Fuentes de información en demografía

Ventajas de los censos

- Datos Completos
- Precisión
- Referencia
- Asignación de recursos
- Análisis de tendencias

Fuentes de información en demografía

Limitaciones de los censos

- Costo
- Consumo de tiempo
- Desafíos logísticos
- Frecuencia
- Preocupaciones de privacidad
- No respuesta (subcobertura)
- Mala declaración de edad y sexo

Fuentes de información en demografía

Mala declaración de edad y sexo

- Inexactitud de datos
- Tendencias demográficas distorsionadas
- Mala asignación de recursos
- Implicaciones políticas
- Integridad del censo

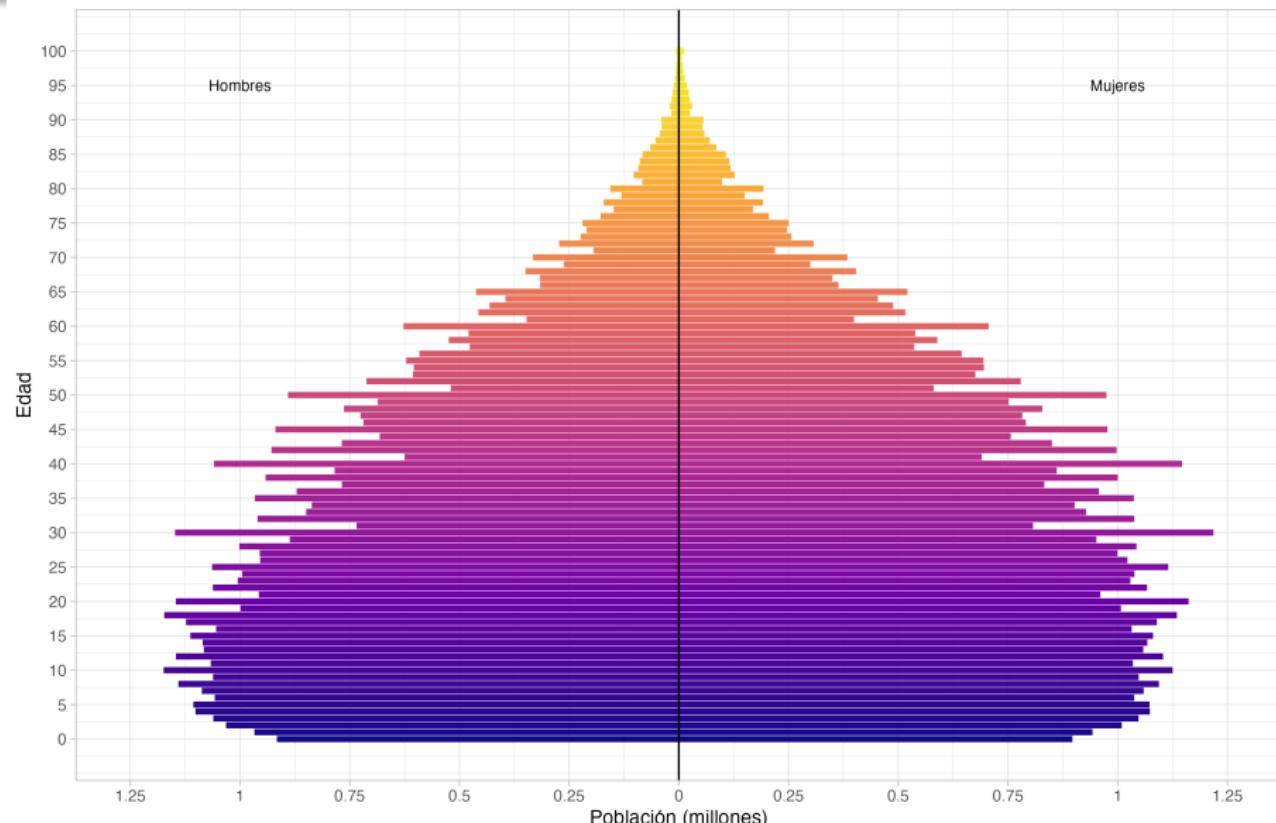
Fuentes de información en demografía

Mitigación de la mala declaración de edad y sexo

- Capacitación de enumeradores.
- Campañas de concientización pública.
- Uso de tecnología.
- Verificación cruzada.

Fuentes de información en demografía

Evaluación



Fuentes de información en demografía

Evaluación

Prorrateo de no especificados

$$N_x^* = N_x + N_{ne} \frac{N_x}{\sum_{x=0}^{\omega} N_x}$$

Fuentes de información en demografía

Evaluación

Índice de Whipple (preferencia por dígitos 0 y 5)

$$W = 5 \frac{N_{25} + N_{30} + N_{35} + \cdots + N_{55} + N_{60}}{N_{23} + N_{24} + N_{25} + \cdots + N_{55} + N_{62}}$$

$W \in [1, 5]$ donde 1 indica no preferencia de dígitos y 5 una alta preferencia.

Fuentes de información en demografía

Evaluación

Índice de Myers

Myers (1940) desarrolló un índice “combinado” para medir la preferencia de los 10 dígitos (Myers 1954). El método determina la proporción de la población cuya edad termina en cada dígito terminal (0-9), variando también la edad de inicio particular para cualquier grupo de edad de 10 años. Se basa en el principio de que, en ausencia de redondeo de edades, la población agregada en cada dígito terminal 0-9 debería representar aproximadamente el 10 por ciento de la población total. Su valor oscila entre 0 (no concentración de edades) a 90 (total concentración en una edad).

Fuentes de información en demografía

Evaluación

Índice de Myers

El método implica 5 pasos principales (Siegel Jacob y Swanson David 2004):

- Sumar las poblaciones que terminan en cada dígito sobre todo el rango, comenzando con el límite inferior del rango (por ejemplo, 10, 20, 30, . . . , 80; 11, 21, 31, . . . , 81).
- Determinar la suma excluyendo la primera población en cada grupo del paso 1 (por ejemplo, 20, 30, . . . , 80; 21, 31, . . . , 81).
- Ponderar las sumas de los pasos 1 y 2 y sumar los resultados para obtener una población combinada (por ejemplo, pesos 1 y 9 para el dígito 0; pesos 2 y 8 para el dígito 1).
- Convertir la distribución del paso 3 en porcentajes.
- Tomar la mitad de la suma de las desviaciones absolutas de cada porcentaje en el paso 4.

Fuentes de información en demografía

Evaluación

Otros indicadores

- Bachi 1951
- Noumbissi 1992
- Spoorenberg 2007
- Coale-Li 1991
- Jdanov 2008

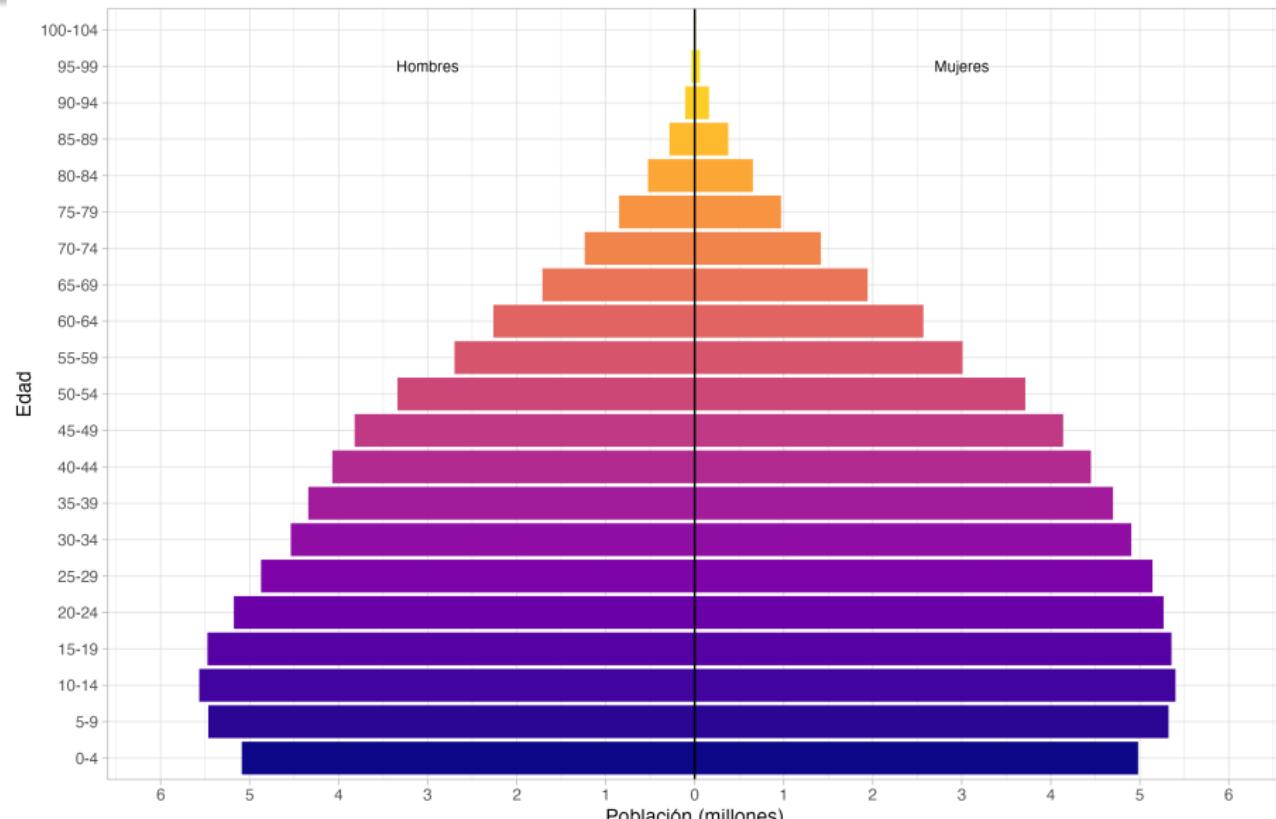
Fuentes de información en demografía

Corrección

- Agrupar por edades quinquenales
- Utilizar algún método de graduación (desagregación en edades simples)

Fuentes de información en demografía

Corrección



Fuentes de información en demografía

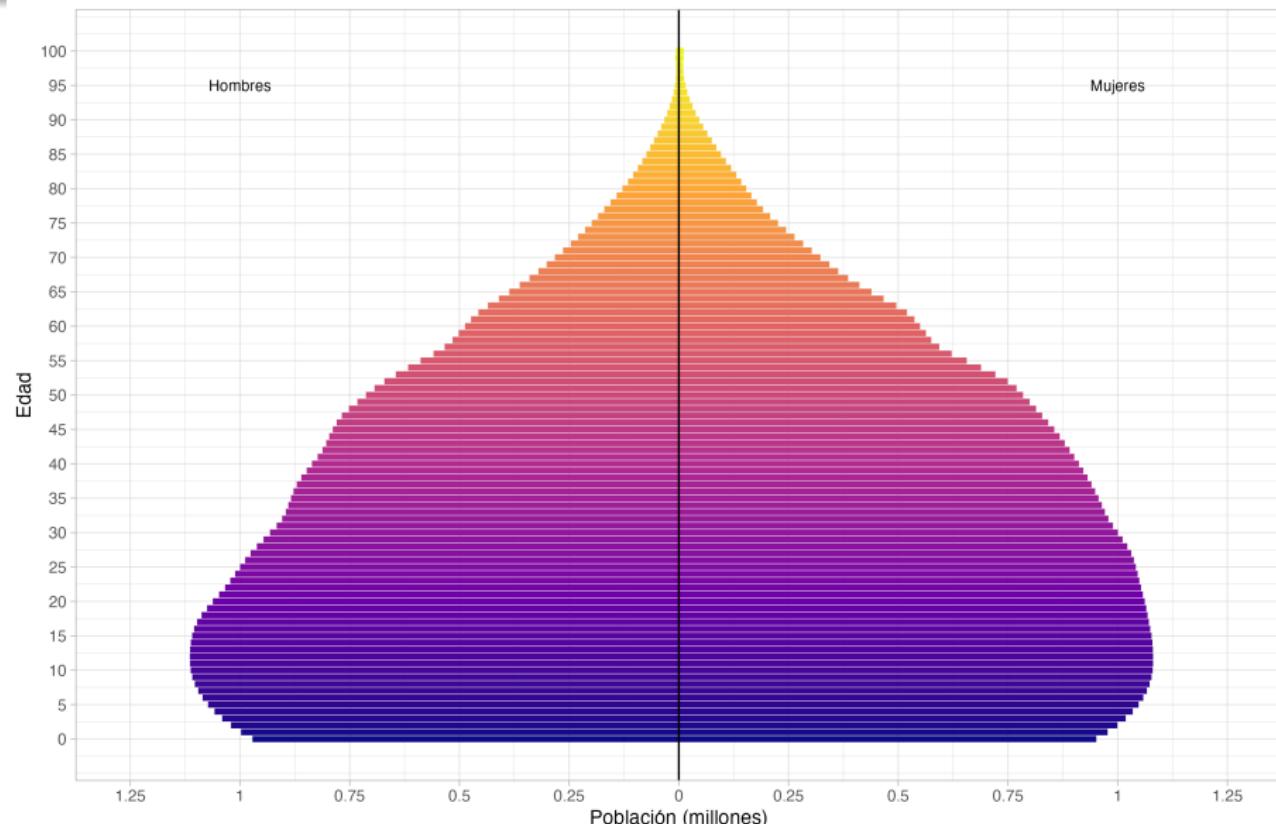
Corrección

Métodos de graduación

- Sprague 1880
- Beers 1945
- Spline monótono (Fritsch and Carlson 1980)
- PCLM (Rizzi, Gampe, and Eilers 2015)

Fuentes de información en demografía

Corrección



Fuentes de información en demografía

Problemas en las estadísticas vitales

- Registro tardío
- Mala declaración de edad
- Sesgos

Fuentes de información en demografía

Problemas en las encuestas

- Error de muestreo
- Representatividad

Conceptos básicos

$$\text{proporción} = \frac{\text{Núm. de elementos de un subconjunto}}{\text{Núm. elementos del total}}$$

$$\text{razón} = \frac{\text{Núm. de elementos de un subconjunto}}{\text{Núm. elementos de otro subconjunto}}$$

$$\text{tasa} = \frac{\text{Núm. de veces que ocurre un evento}}{\text{Años-persona de exposición al riesgo}}$$

$$\text{probabilidad} = \frac{\text{Núm. de veces que ocurre un evento}}{\text{Núm. de casos igualmente factibles}}$$

Conceptos básicos

$$\text{proporción} = \frac{\text{Núm. de elementos de un subconjunto}}{\text{Núm. elementos del total}}$$

$$\text{razón} = \frac{\text{Núm. de elementos de un subconjunto}}{\text{Núm. elementos de otro subconjunto}}$$

$$\text{tasa} = \frac{\text{Núm. de veces que ocurre un evento}}{\text{Años-persona de exposición al riesgo}}$$

$$\text{probabilidad} = \frac{\text{Núm. de veces que ocurre un evento}}{\text{Núm. de casos igualmente factibles}}$$

Conceptos básicos

$$\text{proporción} = \frac{\text{Núm. de elementos de un subconjunto}}{\text{Núm. elementos del total}}$$

$$\text{razón} = \frac{\text{Núm. de elementos de un subconjunto}}{\text{Núm. elementos de otro subconjunto}}$$

$$\text{tasa} = \frac{\text{Núm. de veces que ocurre un evento}}{\text{Años-persona de exposición al riesgo}}$$

$$\text{probabilidad} = \frac{\text{Núm. de veces que ocurre un evento}}{\text{Núm. de casos igualmente factibles}}$$

Conceptos básicos

$$\text{proporción} = \frac{\text{Núm. de elementos de un subconjunto}}{\text{Núm. elementos del total}}$$

$$\text{razón} = \frac{\text{Núm. de elementos de un subconjunto}}{\text{Núm. elementos de otro subconjunto}}$$

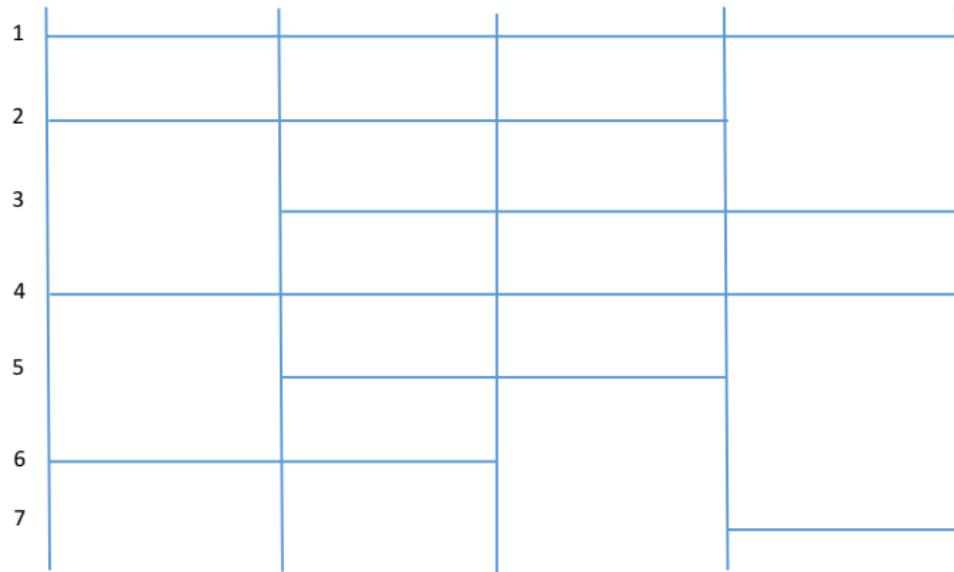
$$\text{tasa} = \frac{\text{Núm. de veces que ocurre un evento}}{\text{Años-persona de exposición al riesgo}}$$

$$\text{probabilidad} = \frac{\text{Núm. de veces que ocurre un evento}}{\text{Núm. de casos igualmente factibles}}$$

Tasas de periodo y años-persona

$$\text{tasa}[0, T] = \frac{\text{Núm. de veces que ocurre un evento entre } 0 \text{ y } T}{\text{Años-persona vividos por la población entre } 0 \text{ y } T}$$

Tasas de periodo y años-persona



Tasas de periodo y años-persona

$$AP[t_1, t_2] = \sum_{i=t_1}^{t_2} N_i \Delta_i$$

$$AP[t_1, t_2] = \int_{t_1}^{t_2} N(t) dt$$

Tasas de periodo y años-persona

$$AP[t_1, t_2] = \sum_{i=t_1}^{t_2} N_i \Delta_i$$

$$AP[t_1, t_2] = \int_{t_1}^{t_2} N(t) dt$$

Tasas de crecimiento

$$r(t_1, t_2) = \frac{N(t_2) - N(t_1)}{AP[t_1, t_2]}$$

$$r(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta N(t)}{N(t)\Delta t} = \frac{d \ln[N(t)]}{dt}$$

$$\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{d \ln[N(t)]}{dt} dt = \ln[N(t_2)] - \ln[N(t_1)] = \ln \left[\frac{N(t_2)}{N(t_1)} \right]$$

$$N(t_2) = N(t_1) e^{\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt}$$

$$\bar{r}(t_1, t_2) = \frac{\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt}{t_2 - t_1} = \frac{\ln \left[\frac{N(t_2)}{N(t_1)} \right]}{t_2 - t_1}$$

Tasas de crecimiento

$$r(t_1, t_2) = \frac{N(t_2) - N(t_1)}{AP[t_1, t_2]}$$

$$r(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta N(t)}{N(t)\Delta t} = \frac{d \ln[N(t)]}{dt}$$

$$\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{d \ln[N(t)]}{dt} dt = \ln[N(t_2)] - \ln[N(t_1)] = \ln \left[\frac{N(t_2)}{N(t_1)} \right]$$

$$N(t_2) = N(t_1) e^{\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt}$$

$$\bar{r}(t_1, t_2) = \frac{\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt}{t_2 - t_1} = \frac{\ln \left[\frac{N(t_2)}{N(t_1)} \right]}{t_2 - t_1}$$

Tasas de crecimiento

$$r(t_1, t_2) = \frac{N(t_2) - N(t_1)}{AP[t_1, t_2]}$$

$$r(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta N(t)}{N(t)\Delta t} = \frac{d \ln[N(t)]}{dt}$$

$$\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{d \ln[N(t)]}{dt} dt = \ln[N(t_2)] - \ln[N(t_1)] = \ln \left[\frac{N(t_2)}{N(t_1)} \right]$$

$$N(t_2) = N(t_1) e^{\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt}$$

$$\bar{r}(t_1, t_2) = \frac{\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt}{t_2 - t_1} = \frac{\ln \left[\frac{N(t_2)}{N(t_1)} \right]}{t_2 - t_1}$$

Tasas de crecimiento

$$r(t_1, t_2) = \frac{N(t_2) - N(t_1)}{AP[t_1, t_2]}$$

$$r(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta N(t)}{N(t)\Delta t} = \frac{d \ln[N(t)]}{dt}$$

$$\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{d \ln[N(t)]}{dt} dt = \ln[N(t_2)] - \ln[N(t_1)] = \ln \left[\frac{N(t_2)}{N(t_1)} \right]$$

$$N(t_2) = N(t_1) e^{\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt}$$

$$\bar{r}(t_1, t_2) = \frac{\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt}{t_2 - t_1} = \frac{\ln \left[\frac{N(t_2)}{N(t_1)} \right]}{t_2 - t_1}$$

Tasas de crecimiento

$$r(t_1, t_2) = \frac{N(t_2) - N(t_1)}{AP[t_1, t_2]}$$

$$r(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta N(t)}{N(t)\Delta t} = \frac{d \ln[N(t)]}{dt}$$

$$\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{d \ln[N(t)]}{dt} dt = \ln[N(t_2)] - \ln[N(t_1)] = \ln \left[\frac{N(t_2)}{N(t_1)} \right]$$

$$N(t_2) = N(t_1) e^{\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt}$$

$$\bar{r}(t_1, t_2) = \frac{\int_{t_1}^{t_2} r(t) dt}{t_2 - t_1} = \frac{\ln \left[\frac{N(t_2)}{N(t_1)} \right]}{t_2 - t_1}$$

Aproximación a los AP

$$\begin{aligned} AP[t_1, t_2] &= \frac{N(t_2) - N(t_1)}{\bar{r}(t_1, t_2)} \\ &= \frac{[N(t_2) - N(t_1)][t_2 - t_1]}{\ln \left[\frac{N(t_2)}{N(t_1)} \right]} \end{aligned}$$

o

$$AP[t_1, t_2] = \frac{N(t_2) + N(t_1)(t_2 - t_1)}{2} = (t_2 - t_1)\bar{N}(t_1)$$

donde $\bar{N}(t_1)$ es la población a mitad del periodo comprendido entre los años t_1 y t_2 .