

Teórica 3:  
Parámetros poblacionales y estadísticas  
vitales

# Repaso Teórica 2: Limitantes de distribución geográfica

- ¿Qué factores pueden limitar la distribución?
- ¿Cómo podemos evaluar los distintos factores?
- ¿Ejemplos de limitación por dispersión?
- Dispersión a corta y larga distancia: ¿da igual?
- ¿Cómo pueden las interacciones entre especies limitar la distribución? ¿Ejemplos?
- ¿Qué factores abióticos pueden limitar la distribución? ¿Ejemplos?

# Refrescando la memoria...

- Hasta ahora nos preguntamos qué determina la *distribución* de las especies y poblaciones: dispersión, interacciones con otras especies, interacciones abióticas.
- Ahora nos preguntaremos qué determina la *abundancia* local de las poblaciones.

# Teórica 3: Esquema conceptual

- La población como unidad de estudio
- Parámetros poblacionales
- Métodos de estimación de parámetros
- Estadísticas vitales: tablas de vida
- Tasas reproductivas:  $R_0$ ,  $\lambda$  y  $r$

# ¿Qué es una población?

Una población es un grupo de organismos de la misma especie que ocupan un espacio particular en un momento particular (Krebs 2009).

La definición de población varía dependiendo de la especie y del estudio (Begon et al.2006).

# Organismos unitarios y modulares

## Unitarios



## Modulares



Semelparidad

VS.

Iteroparidad

Generaciones  
discretas

VS.

Generaciones  
continuas

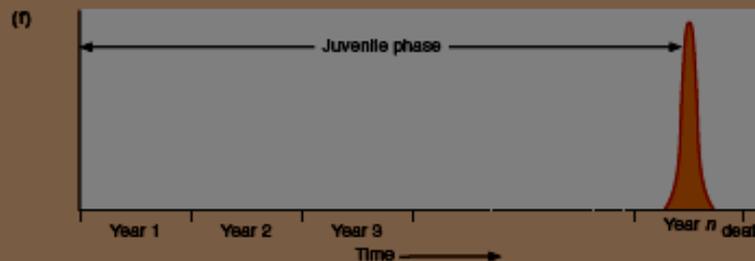
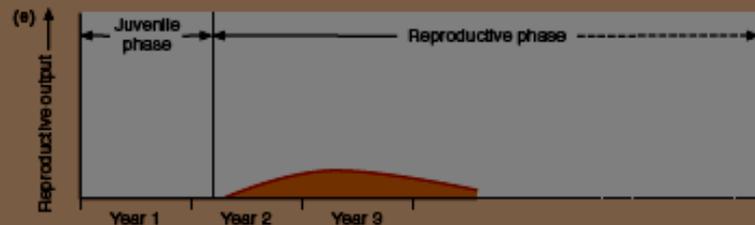
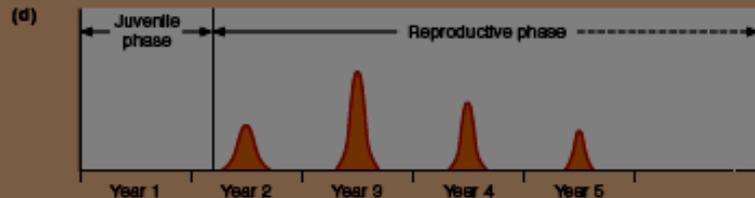
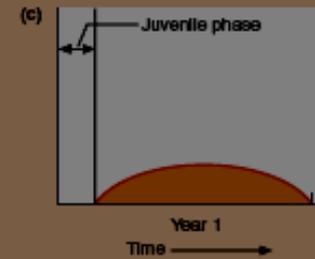
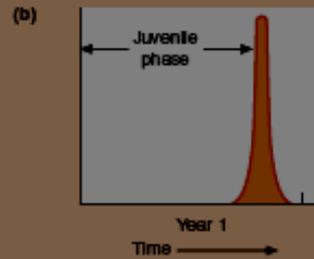
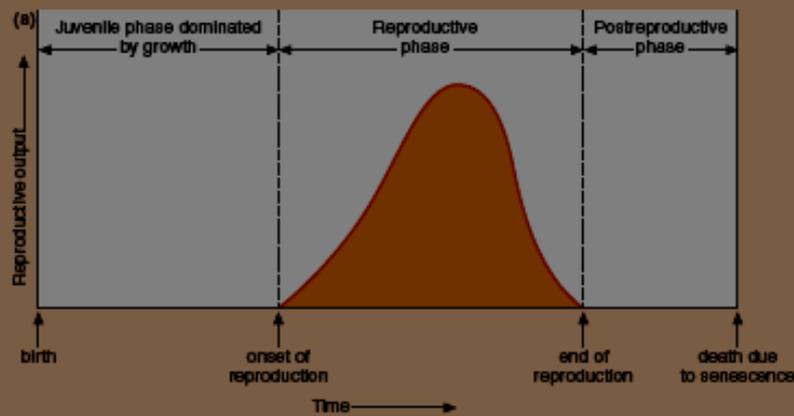
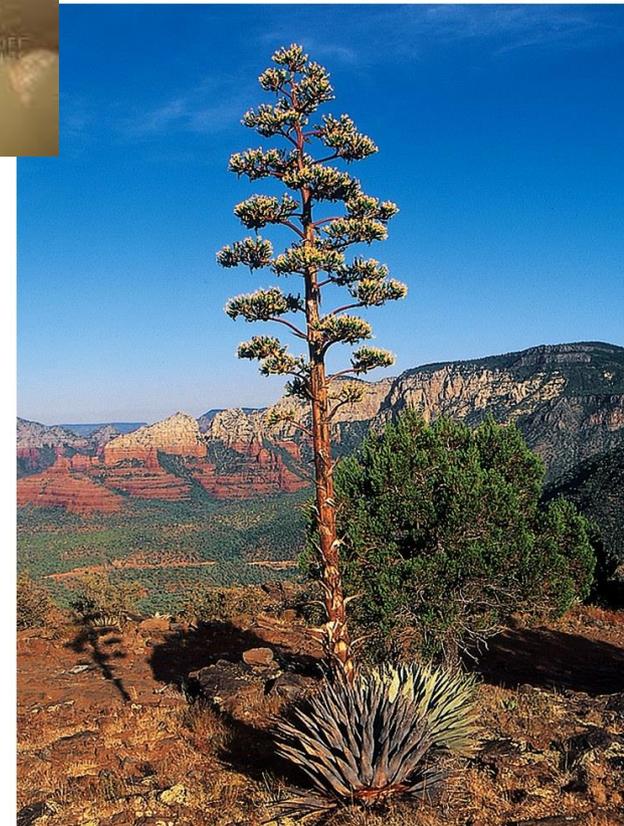
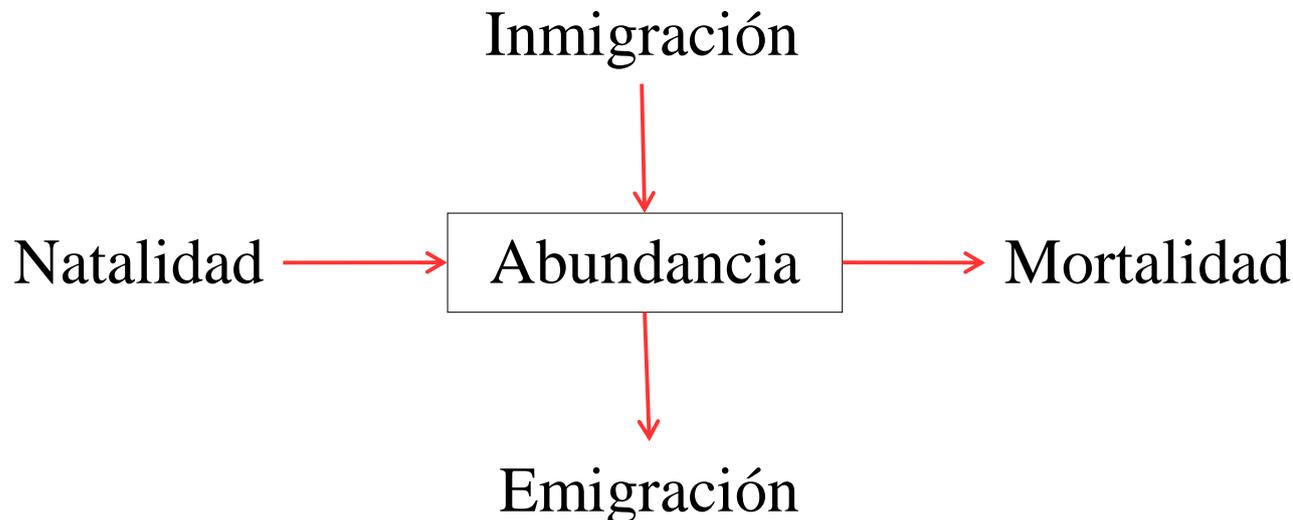


Figure 4.6 (a) An outline life history for a unitary organism. Time passes along the horizontal axis, which is divided into different phases. Reproductive output is plotted on the vertical axis. The figures below (b-f) are variations on this basic theme. (b) A semelparous annual species. (c) An iteroparous annual species. (d) A long-lived iteroparous species with seasonal breeding (that may indeed live much longer than suggested in the figure). (e) A long-lived species with continuous breeding (that may again live much longer than suggested in the figure). (f) A semelparous species living longer than a year. The pre-reproductive phase may be a little over 1 year (a biennial species, breeding in its second year) or longer, often much longer, than this (as shown).

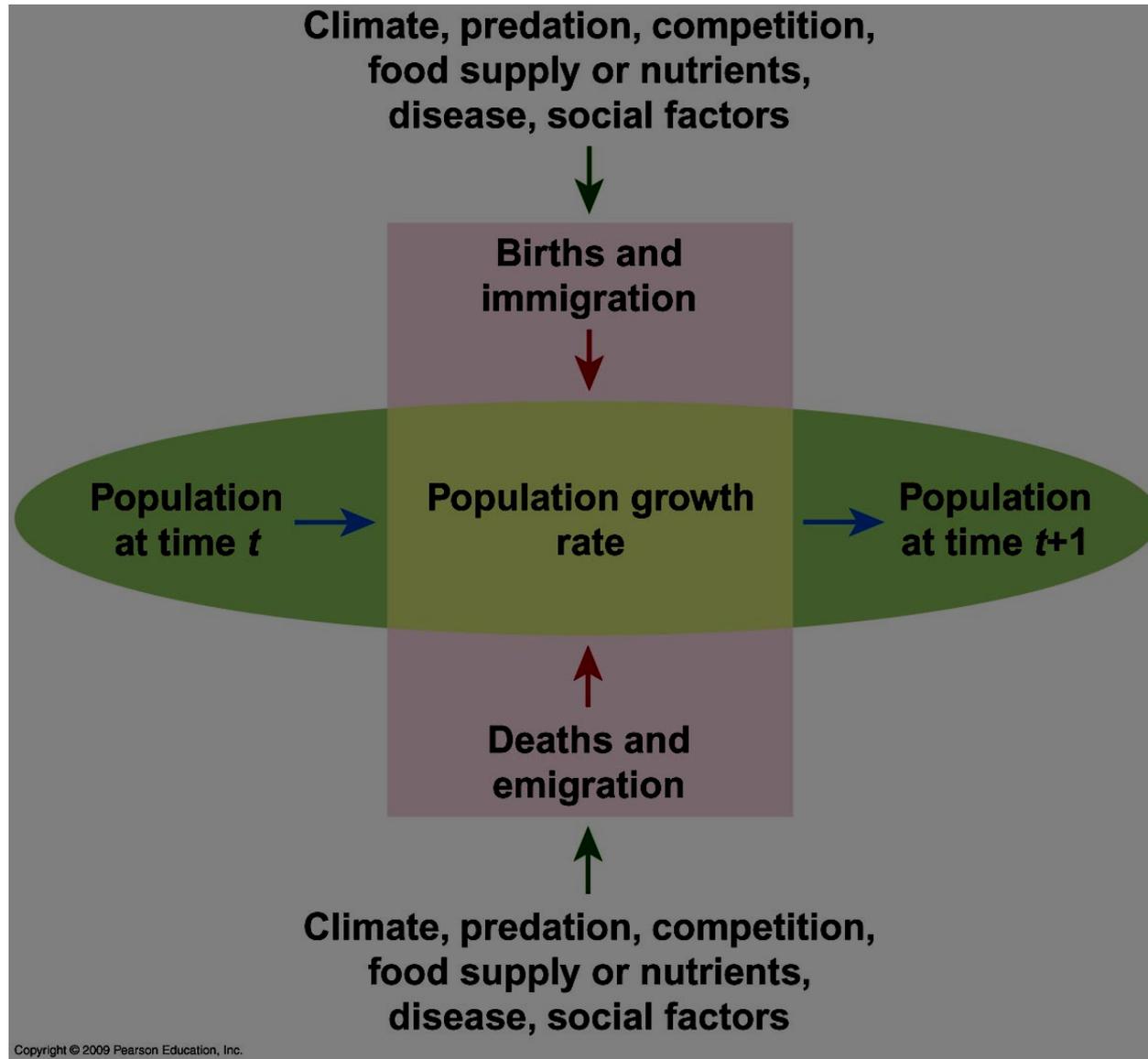


# Parámetros poblacionales

- **Abundancia:** Número de organismos en una población
- **Natalidad:** Producción reproductiva de una población
- **Mortalidad:** La muerte de los organismos en una población
- **Inmigración:** Llegada de organismos a una zona ocupada por una población
- **Emigración:** Salida de organismos de una zona ocupada por una población

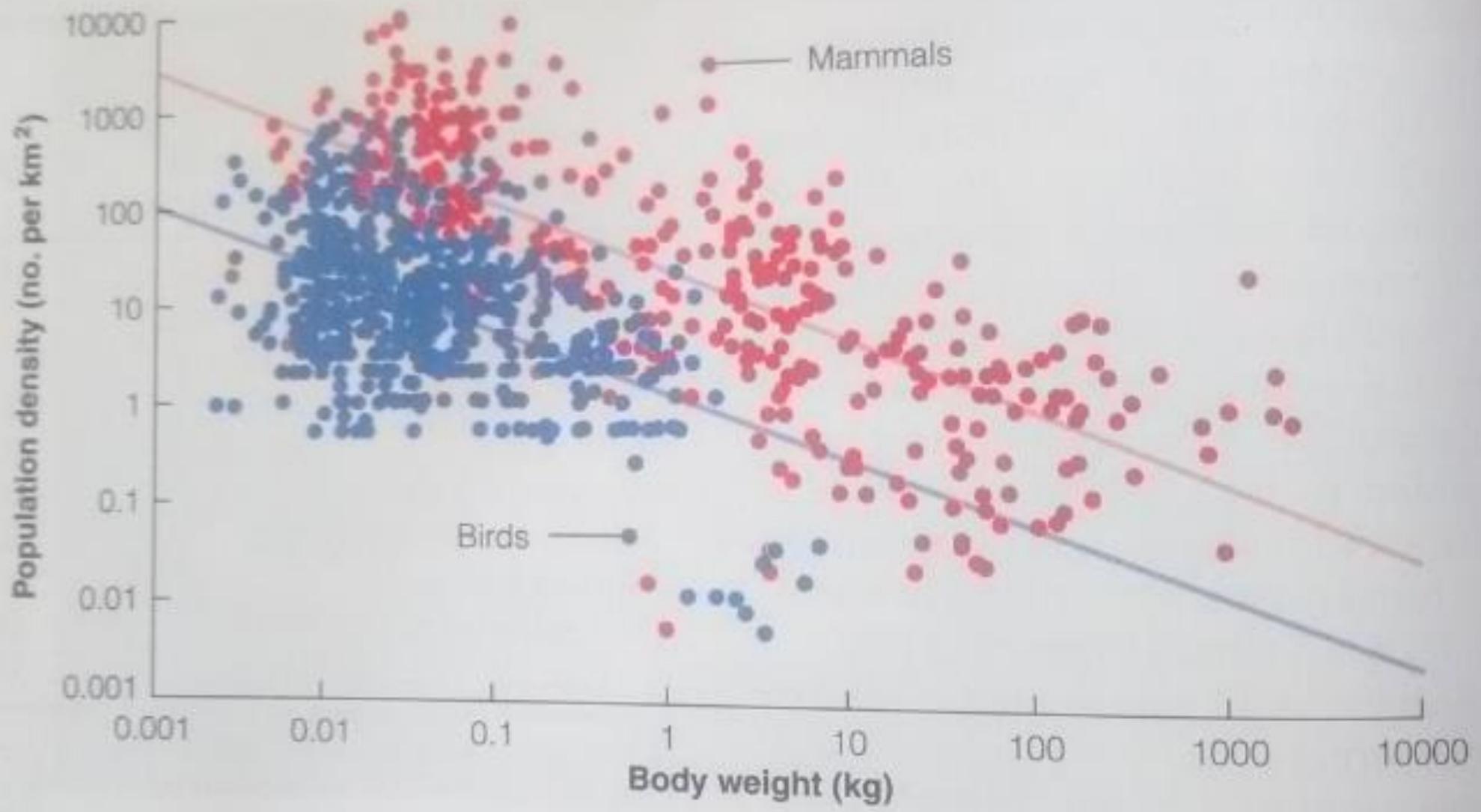


# Parámetros poblacionales y dinámica poblacional



# Estimación de la densidad poblacional

	<b>Densidad en unidades convencionales</b>	<b>Densidad por m<sup>2</sup> o m<sup>3</sup></b>
Diatomeas	5.000.000/ m <sup>3</sup>	5.000.000
Artrópodos	500.000/ m <sup>2</sup>	500.000
Árboles	500/ha	0,05
Ratón de campo	250/ha	0,025
Ratón de bosque	10/ha	0,001
Ciervo colorado	4/km <sup>2</sup>	0,000004
Humanos en Holanda	346/km <sup>2</sup>	0,000346
Humanos en Canadá	2/km <sup>2</sup>	0,000002



# Estimación de la densidad poblacional

## •Densidad absoluta:

- Conteos totales

- Estimación con cuadratas o captura-recaptura

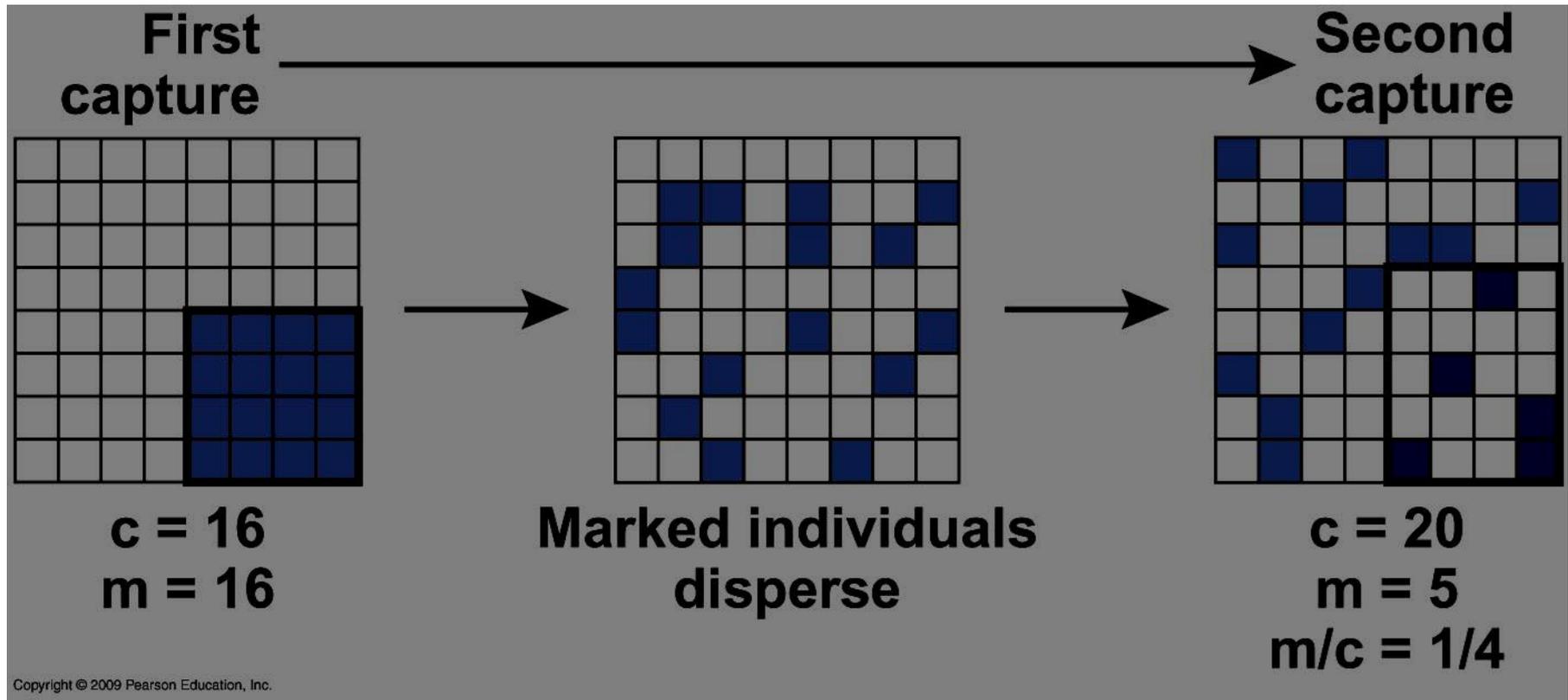
## •Densidad relativa:

- Índices comparativos: densidad de captura en trampas, heces, cantos, nidos, pieles de animales cazados, pesca por unidad de esfuerzo, cuestionarios, conteos de animales muertos en la ruta, cobertura

# Estimación con cuadrantes

- La población de cada cuadrante debe ser estimada con precisión
- El área de cada cuadrante debe ser conocida
- Los cuadrantes deben ser representativos del área total para lo cual es importante que sean elegidos al azar y la cantidad de cuadrantes a utilizar

# Estimación por captura-recaptura



$$m_2 / c_2 = c_1 / N$$

Animales marcados en segundo muestreo	=	Animales marcados en primer muestreo
Total capturados en segundo muestreo		Total de la población

$$N = c_1 c_2 / m_2 = 16 \times 20 / 5 = 64$$

# Estimación de densidad relativa

- Trampas
- Número de fecas o pieles
- Frecuencia de vocalización
- Detecciones desde un camino
- Número de nidos
- Número de cuevas

# TABLAS DE HISTORIAS DE VIDA

- Ayudan a proyectar tendencias poblacionales
- Los atributos primarios son supervivencia y fecundidad
- Resumen la supervivencia y la fecundidad edad-específica (cambian con la edad)
- La mortandad específica por edad tiene un rol muy importante en la evolución de las estrategias de historias de vida:
  - Alta mortandad de adultos favorece un mayor esfuerzo reproductivo
  - Alta mortandad de juveniles favorece un menor esfuerzo reproductivo

- Tablas de vida de cohortes (u horizontales): resumen la mortalidad de los individuos de un determinado grupo etario (cohorte) a lo largo de sus vidas
- Tabla de vida estáticas (o verticales): infieren la mortalidad de cada clase de edad en base al número de individuos en cada clase en un momento determinado

# Componentes de una tabla de vida

•  $x$ : edad

•  $n_x$ : número vivo en la edad  $x$ , calculado como

$$n_{x+1} = n_x - d_x$$

•  $l_x$ : proporción que sobrevive hasta la edad  $x$ , calculado como

$$l_x = n_x / n_0$$

•  $d_x$ : número que muere en el intervalo etario  $[x, x+1]$ , calculado como

$$d_x = n_x - n_{x+1}$$

•  $q_x$ : tasa de mortalidad durante el intervalo  $[x, x+1]$ , calculado como

$$q_x = d_x / n_x$$

# Tabla de vida de cohortes (horizontal)

**Table 8.3 Cohort life table for the song sparrow on Mandarte Island, British Columbia.<sup>a</sup>**

Age in years ( $x$ )	Observed no. of birds alive ( $n_x$ )	Proportion surviving at start of age interval $x$ ( $l_x$ )	No. dying within age interval $x$ to $x + 1$ ( $d_x$ )	Rate of mortality ( $q_x$ )
0	115	1.0	90	0.78
1	25	0.217	6	0.24
2	19	0.165	7	0.37
3	12	0.104	10	0.83
4	2	0.017	1	0.50
5	1	0.009	1	1.0
6	0	0.0	—	—

<sup>a</sup> Males hatched in 1976 were followed from hatching until all had died six years later.

SOURCE: From Smith (1988).

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

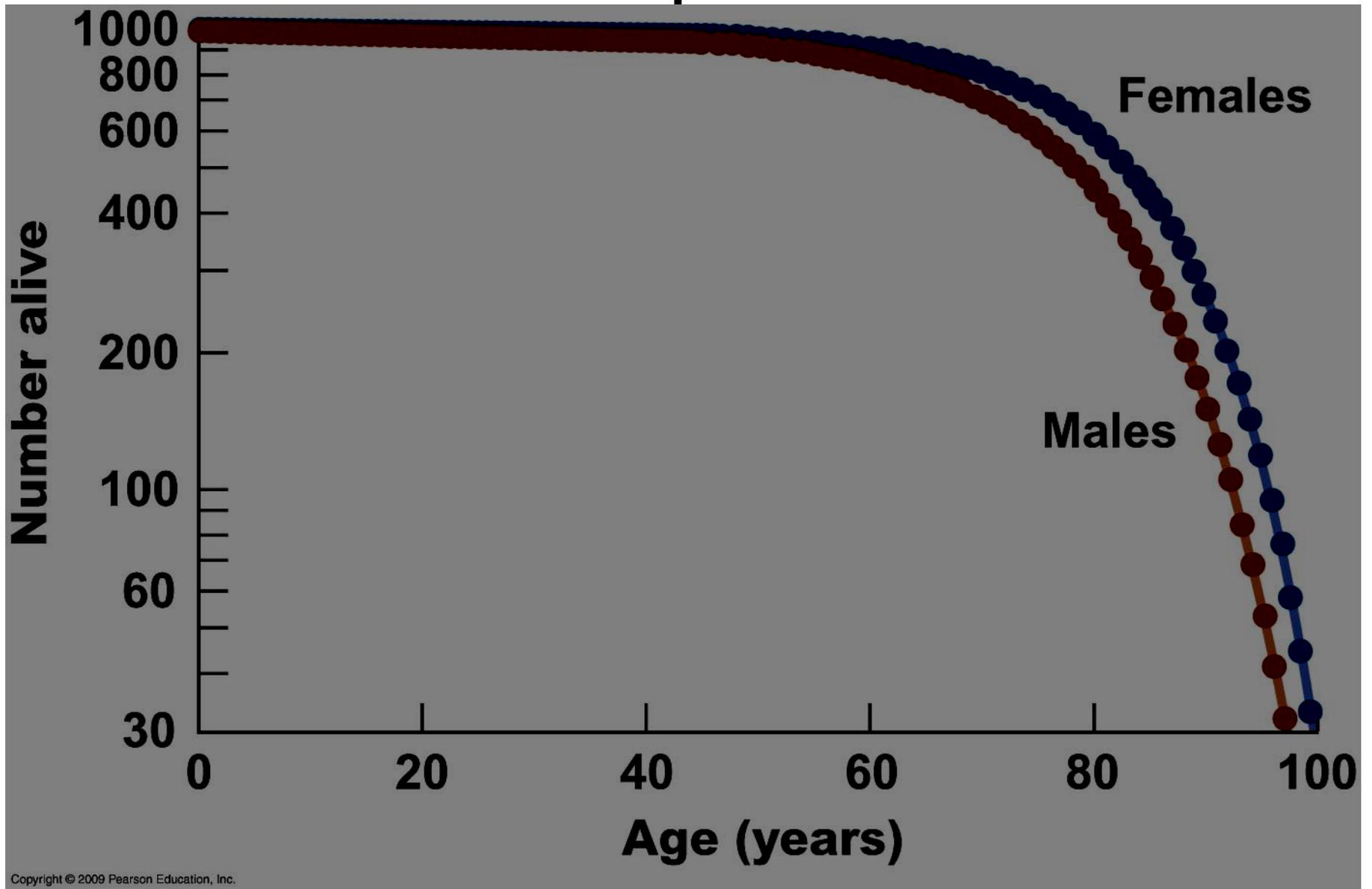
$$\bullet n_{x+1} = n_x - d_x$$

$$\bullet l_x = n_x / n_0$$

$$\bullet d_x = n_x - n_{x+1}$$

$$\bullet q_x = d_x / n_x$$

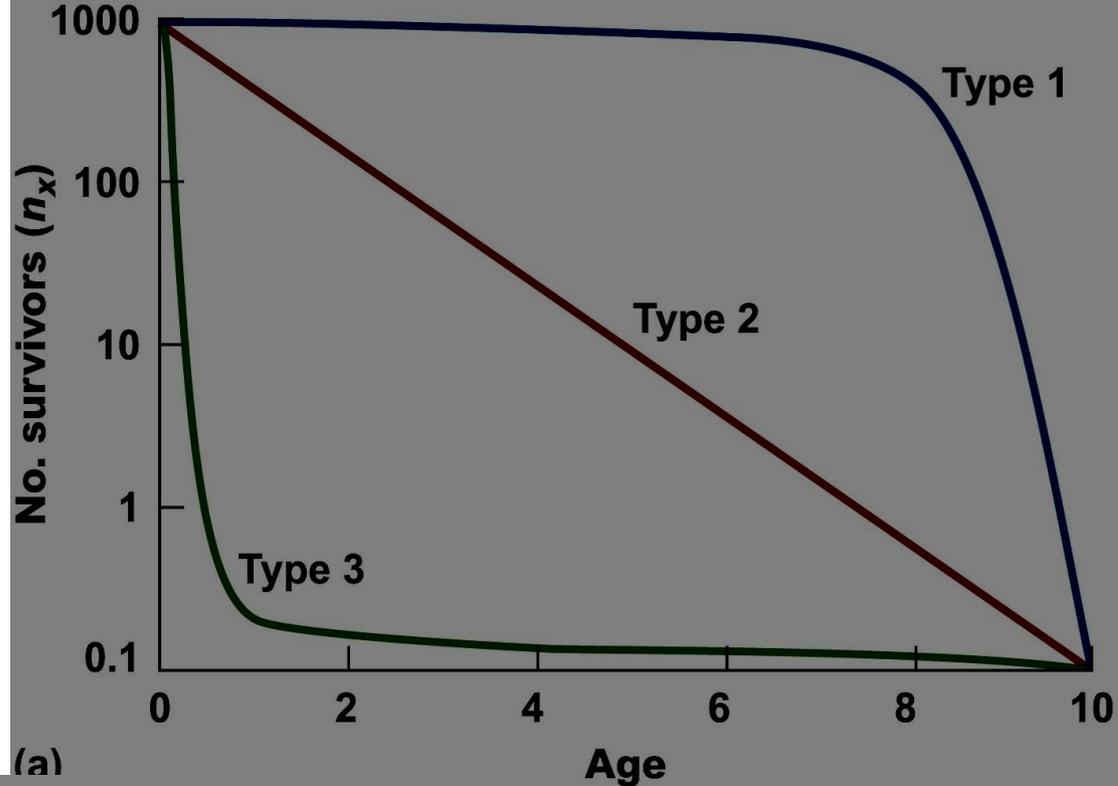
# Curvas de supervivencia



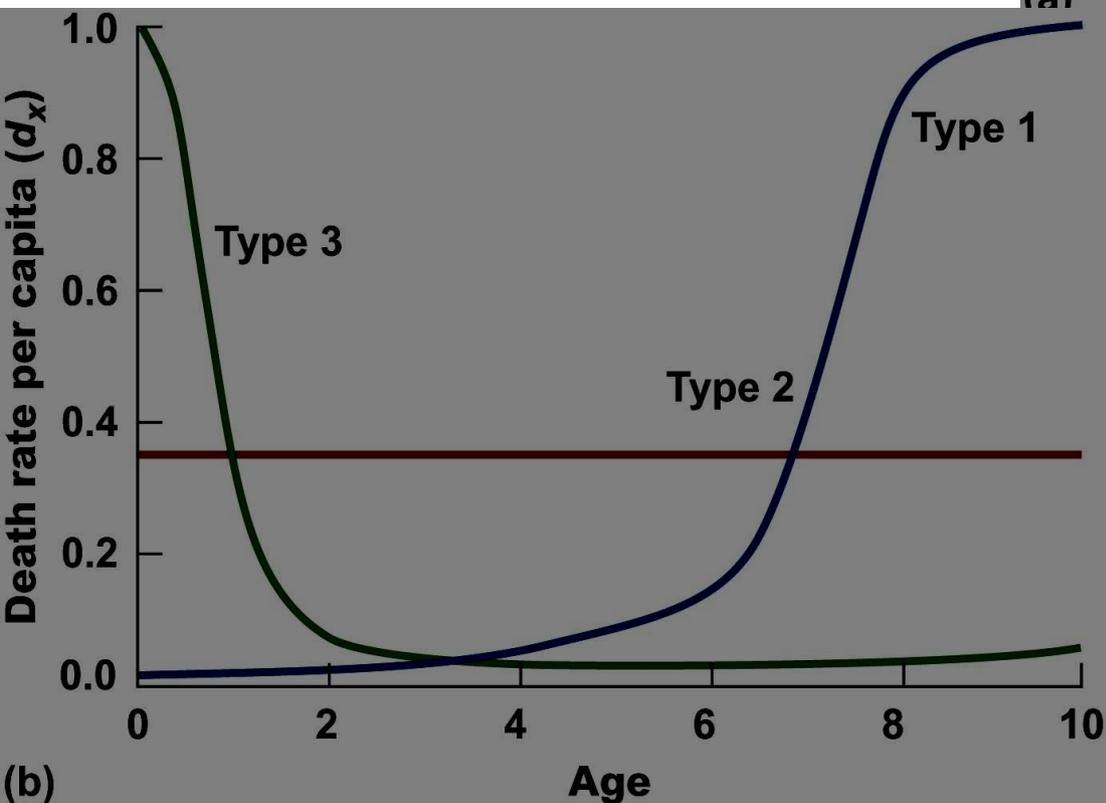
Curva de supervivencia para hombres (rojo) y mujeres (azul) en los Estados Unidos en 2003 para una cohorte inicial de 1000 individuos.

# Tipos de curvas de supervivencia

R. Pearl (1929)



(a)



(b)

# Tabla de vida estática o vertical

**Table 8.4 Static life table for the human female population of Canada, 2006.**

Age group (yr)	No. in each age group	Deaths in each age group	Mortality rate per 1000 persons (1000 $q_x$ )
0-4	829,300	911	1.10
5-9	899,500	70	0.08
10-14	1,016,500	136	0.13
15-19	1,055,500	317	0.30
20-24	1,100,200	370	0.34
25-29	1,101,200	377	0.34
30-34	1,101,100	511	0.46
35-39	1,168,400	853	0.73
40-44	1,341,700	1481	1.10
45-49	1,336,900	2364	1.77
50-54	1,193,800	3338	2.80
55-59	1,054,000	4775	4.53
60-64	805,500	5729	7.11
65-69	636,800	7253	11.39
70-74	554,300	10,210	18.42
75-79	490,800	15,221	31.01
80-84	389,200	21,236	54.56
85-90	227,900	22,256	97.66
90 and above	125,300	38,742	309.19

SOURCE: Statistics Canada (2007).

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

# Tipos de datos para tablas de vida

- Observación directa de la supervivencia
- Estimación de la edad de la muerte (organismos cuya morfología puede usarse para estimar la edad)
- Estructura de edades observada (sin datos reales sobre mortalidad)

# Cronograma de fertilidad

**TABLE 17-2** Time-specific life tables for female Eastern Screech Owls in either a suburban or a rural study area, 1976-1991

Age Classes <sup>a</sup>	$S_x^b$	$L_x^c$	Average Number of Fledglings per Individual	$B_x^d$	$LB_x^e$
			<u>Suburban</u>		
Fledglings	0.36	1.00	0.0	0.0	0.00
Adults					
1	0.49	0.49	1.6	0.8	0.39
2	0.58	0.18	2.6	1.3	0.23
3	0.61	0.10	3.1	1.5	0.15
4	0.67	0.06	3.2	1.6	0.10
5	0.75	0.04	2.7	1.3	0.05
6	0.75	0.03	2.7	1.3	0.04
7	0.75	0.02	2.7	1.3	0.03
8	0.75	0.02	2.7	1.3	0.03
9	0.75	0.01	2.7	1.3	0.00
10	0.75	0.01	2.7	1.3	0.00
			<u>Rural</u>		
Fledglings	0.30	1.00	0.0	0.0	0.00
Adults					
1	0.36	0.30	1.6	0.8	0.24
2	0.60	0.11	2.3	1.1	0.12
3	0.67	0.06	3.2	1.6	0.10
4	0.53	0.04	2.0	1.0	0.04
5	0.50	0.02	2.0	1.0	0.02

# Tasa reproductiva neta

$$R_0 = \sum_0^{\infty} l_x b_x$$

$R_0$  = Tasa reproductiva neta (descendencia promedio de un individuo durante su vida)

Es la suma de los valores de fecundidad anual esperada ( $L_x B_x$ ) de todas las categorías.

Da un valor de la proyección de un individuo a lo largo de su vida y la tasa de renovación de la población.

Si una hembra se reemplaza a si misma por una hija durante su vida, entonces su  $R_0$  es igual a 1.

# Tiempo generacional y tasas de crecimiento poblacional

- Generación: período medio entre el nacimiento de los padres y el nacimiento de los hijos.

-  $r$ : Tasa intrínseca (o instantánea) de crecimiento (capacidad instantánea de crecimiento de la población).

-

$$r = \ln R_0 / G = \ln \lambda.$$

Se usa para modelos poblaciones con generaciones continuas.

-  $\lambda$  : Tasa finita de crecimiento (descendencia promedio de un individuo en una generación).

$$R_0 = \lambda^G$$

donde  $G$  es la duración de una generación. Nótese que cuando  $G = 1$ ,  $R_0 = \lambda$ . Se usa para modelos de poblaciones con generaciones discretas.

# Crecimiento exponencial y distribución estable de edades (teorema de Lotka 1922)

Una población sujeta a un cronograma constante de natalidad y mortalidad se aproxima a una *distribución estable de edades*. Cuando la población alcanza esta distribución estable no es necesario conocer la estructura de edades para proyectar la población, que crecerá según la siguiente ecuación de crecimiento exponencial,

$$\frac{dN}{dt} = rN \quad , \text{ que integrada queda } N_t = N_0 e^{rt}$$

Donde  $r$  es la capacidad intrínseca de crecimiento en un ambiente determinado

# Crecimiento exponencial: ejemplo

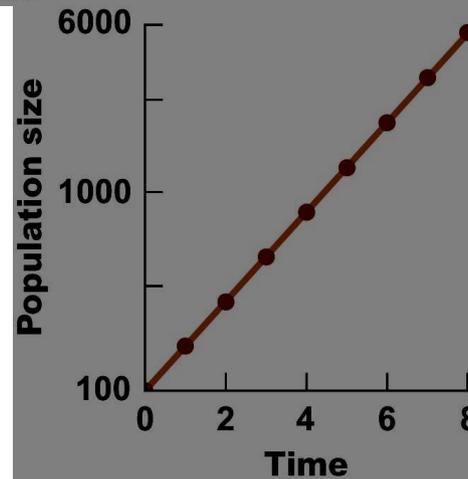
Supongamos que  $N_0 = 100$  y  $r = 0.5$ .

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

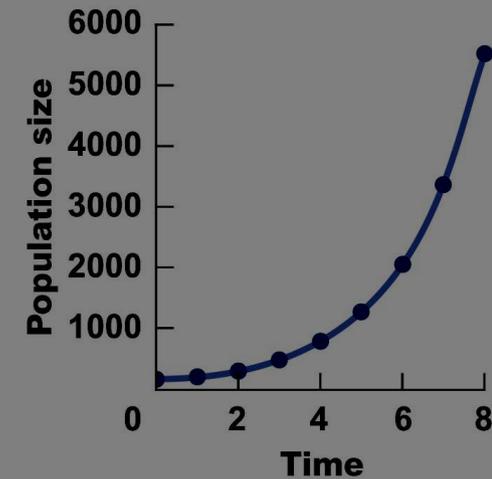
$$N_t = N_0 e^{rt}$$

Year	Population size
0	100
1	$(100)(e^{0.5}) = 165$
2	$(100)(e^{1.0}) = 272$
3	$(100)(e^{1.5}) = 448$
4	$(100)(e^{2.0}) = 739$
5	$(100)(e^{2.5}) = 1218$

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



(a) Logarithmic scale



(b) Arithmetic scale

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

# Cálculo de la tasa intrínseca de crecimiento, $r$

Recordemos que  $r = \ln R_0 / G$ .

$R_0$  puede ser calculado de la tabla de vida. ¿Cómo calculamos el tiempo generacional  $G$  (el tiempo promedio entre el nacimiento de los padres y el nacimiento de los hijos) Usamos la ecuación de Dublin y Lotka (1925):

$$G = \frac{\sum l_x b_x x}{\sum l_x b_x} = \frac{\sum l_x b_x x}{R_0}$$

# Ejemplo del cálculo de la tasa intrínseca de crecimiento, $r$ , y la tasa finita

$$G = \frac{\sum l_x b_x x}{\sum l_x b_x} = \frac{\sum l_x b_x x}{R_0}$$

$$r = \frac{\ln R_0}{G}$$

$$\lambda = e^r$$

x	$l_x$	$b_x$	$l_x b_x$	(x)	( $l_x$ )	( $b_x$ )
0	1	0	0	0		
1	1	2	2	2		
2	1	1	1	2		
3	1	0	0	0		
4	0	-	-	-		

$$R_0 = \sum_0^4 l_x b_x = 3$$

$$R_0 = 0 + 2 + 1 + 0 = 3$$

$$G = (0 + 2 + 2 + 0) / 3 = 1.33 \text{ años}$$

$$r = \ln(3) / 1.33 = 0.824$$

$$\lambda = e^{0.824} = 2.2796$$

# Teórica 3: Recapitulación

- La población como unidad de estudio
- Parámetros poblacionales: densidad, natalidad, mortalidad, inmigración y emigración
- Métodos de estimación de densidad absoluta y relativa
- Estadísticas vitales: tablas de vida de cohortes y estáticas
- Tasas reproductivas:  $R_0$  y  $r$