DINÁMICA DE POBLACIONES

Si partimos de una pareja de conejos que alcanzan la madurez reproductiva a los 2 meses y que a partir de entonces se reproducen cada mes y tienen dos crías. ¿Cual es el número de parejas al cabo de n meses? (no hay mortalidad).

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, ...

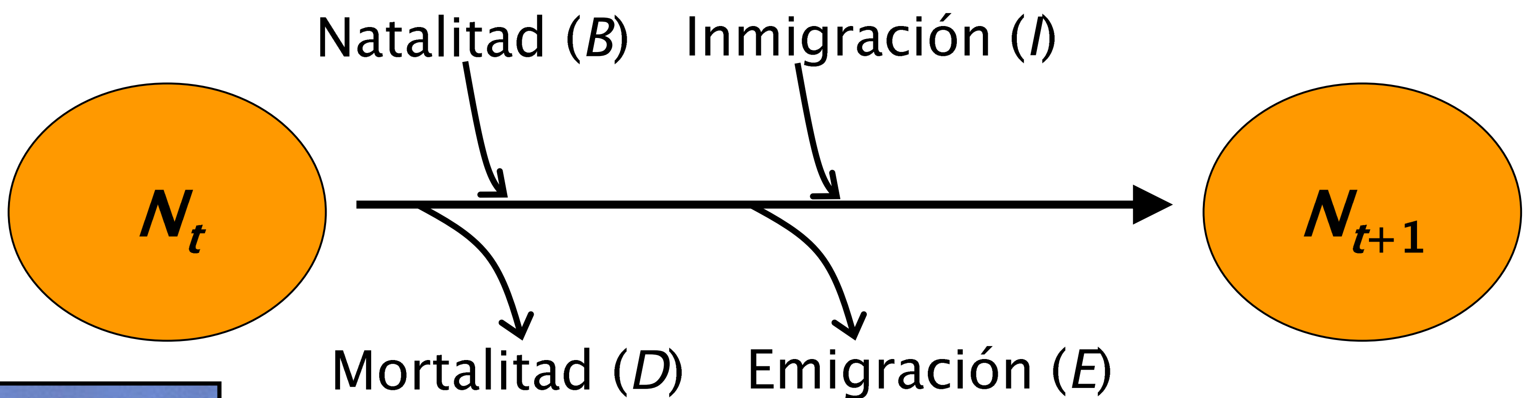
Sucesión de Fibonacci

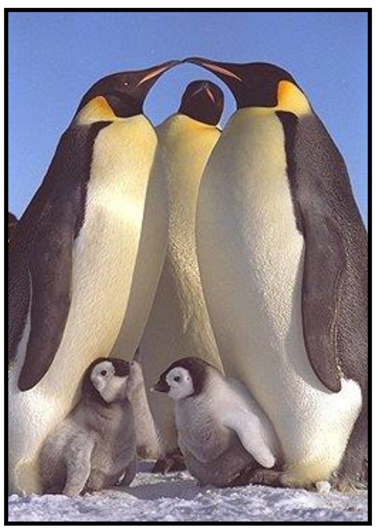
$$\boxed{F(n) = \begin{cases} 0 & \text{si } n = 0; \\ 1 & \text{si } n = 1; \\ F(n-1) + F(n-2) & \text{si } n > 1. \end{cases}}$$

Leonardo da Pisa FIBONACCI
(Pisa, 1170 - 1250)

PROCESOS DEMOGRÁFICOS BÁSICOS:

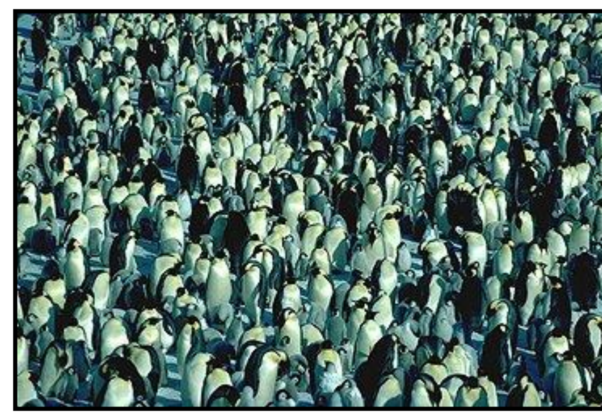
Momento *t* **Momento *t*+1**





Equación fundamental:

$$N_{t+1} = N_t + B - D + I - E$$



1. CRECIMIENTO ILIMITADO: EL MODELO EXPONENCIAL

✓ Si no hay movimientos migratorios (población aislada o cerrada):

$$N_{t+1} = N_t + B - D \Rightarrow \frac{dN}{dt} = B - D$$

✓ Si las tasas de natalidad y mortalidad son una función lineal del tamaño poblacional:

$$\begin{matrix} B = b \cdot N \\ D = d \cdot N \end{matrix} \Rightarrow \frac{dN}{dt} = (b - d) \cdot N = r \cdot N$$

tasa instantánea de crecimiento

1. CRECIMIENTO ILIMITADO: EL MODELO EXPONENCIAL

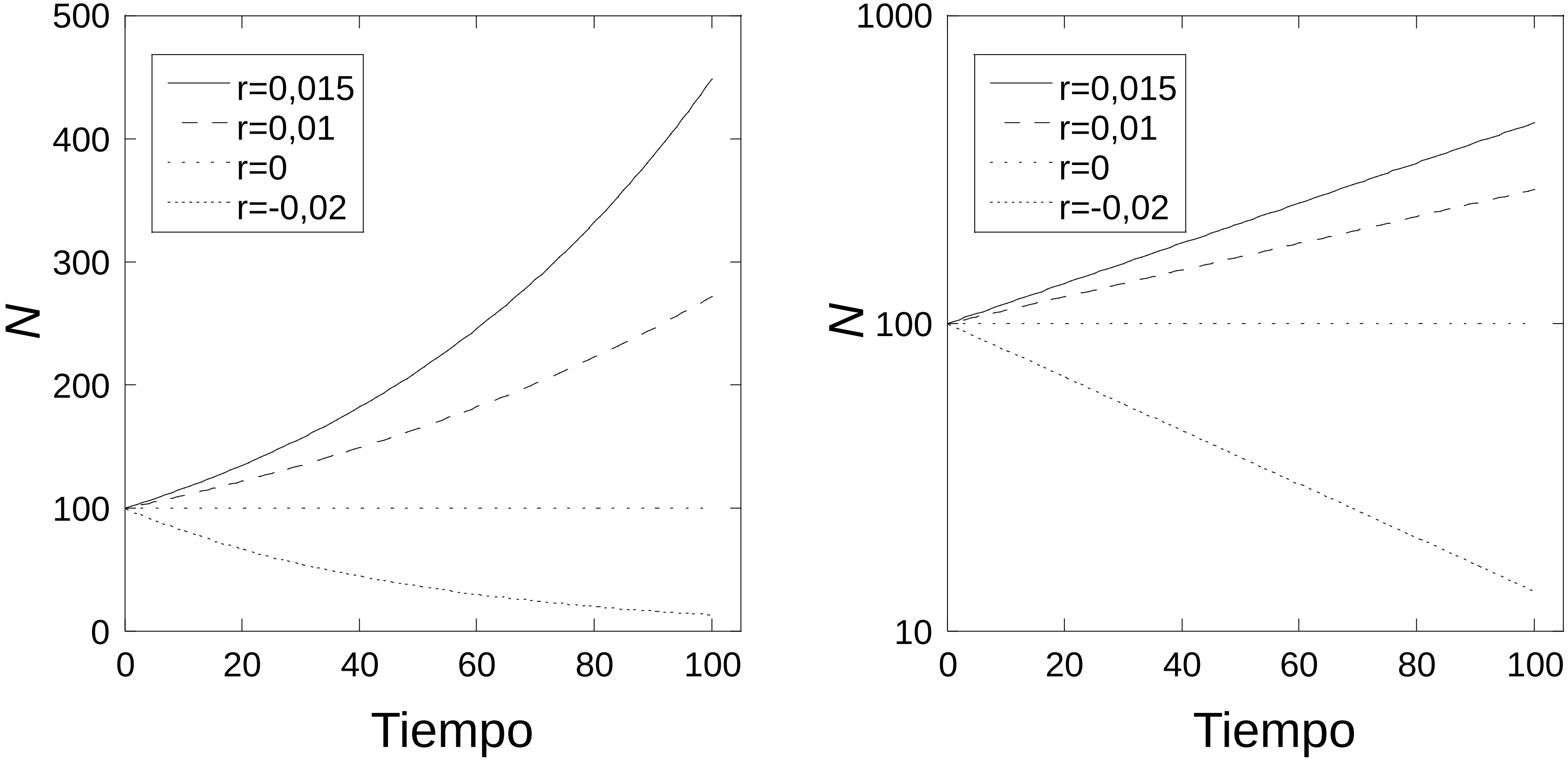
✓ Si integramos la ecuación:

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N \Rightarrow \int \frac{dN}{N} = \int r \cdot dt \Rightarrow \boxed{\ln N = r \cdot t + C}$$

✓ Si cuando $t = 0 \Rightarrow N = N_0$, tenemos que C = $\ln N_0$

$$\ln N_t = r \cdot t + \ln N_0 \Rightarrow N_t = N_0 \cdot e^{r \cdot t}$$

1. CRECIMIENTO ILIMITADO: EL MODELO EXPONENCIAL



1. EL MODELO EXPONENCIAL DISCRETO

✓ En muchas especies las generaciones son discretas.

$$N_{t+1} = \lambda \cdot N_t \;\Rightarrow\; N_t = \lambda^t \cdot N_0$$

✓ Cuando el tiempo de cada generación se hace muy pequeño el modelo discreto converge hacia el modelo continuo:

$$e^{r \cdot t} \cdot N_0 = \lambda^t \cdot N_0$$
$$e^{r \cdot t} = \lambda^t \;\Leftrightarrow\; r = \ln \lambda$$

$$\begin{cases} r > 0 \Leftrightarrow \lambda > 1 \Leftrightarrow N\uparrow \\ r = 0 \Leftrightarrow \lambda = 1 \Leftrightarrow N = \\ r < 0 \Leftrightarrow \lambda < 1 \Leftrightarrow N\downarrow \end{cases}$$

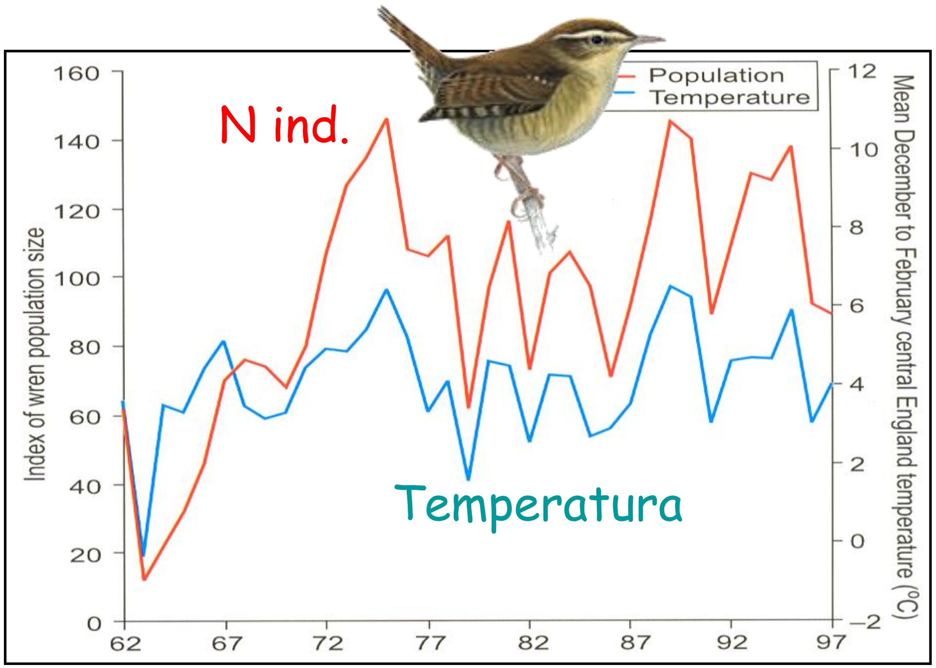
1. CRECIMIENTO ILIMITADO: EL MODELO EXPONENCIAL

El efecto de la estocasticidad: Hemos supuesto que la **tasa instantánea de crecimiento (r)** es **constante**, pero esto **no tiene que ser así** por:

- La **estocasticidad ambiental** (condiciones ambientales variables)
- La **estocasticidad demográfica** (tasa crecimiento no es siempre igual)

✓ Modelo exponencial con estocasticidad ambiental: tendremos una ***r* promedio** (<*r*>) con una cierta **desviación estándar** (s_r).

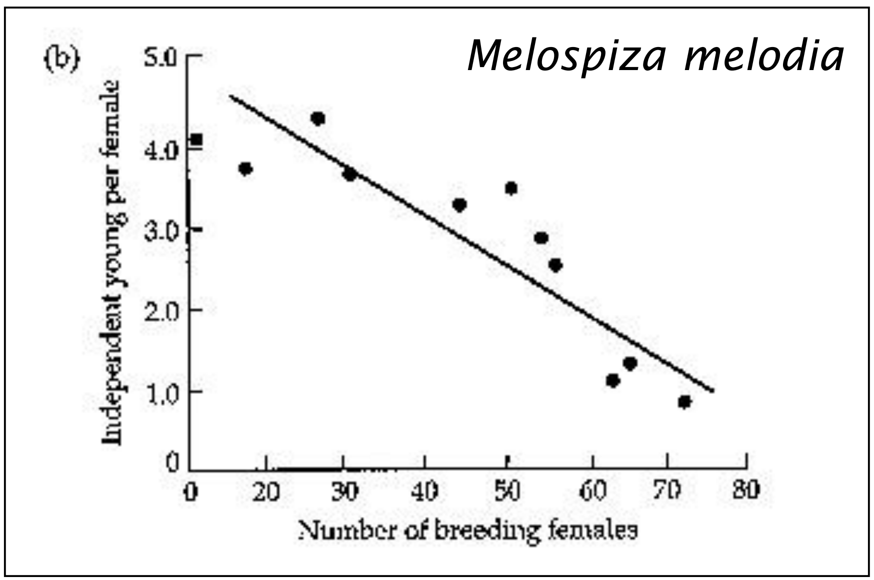
$$< N_t >= N_0 \cdot e^{<r>\cdot t}$$

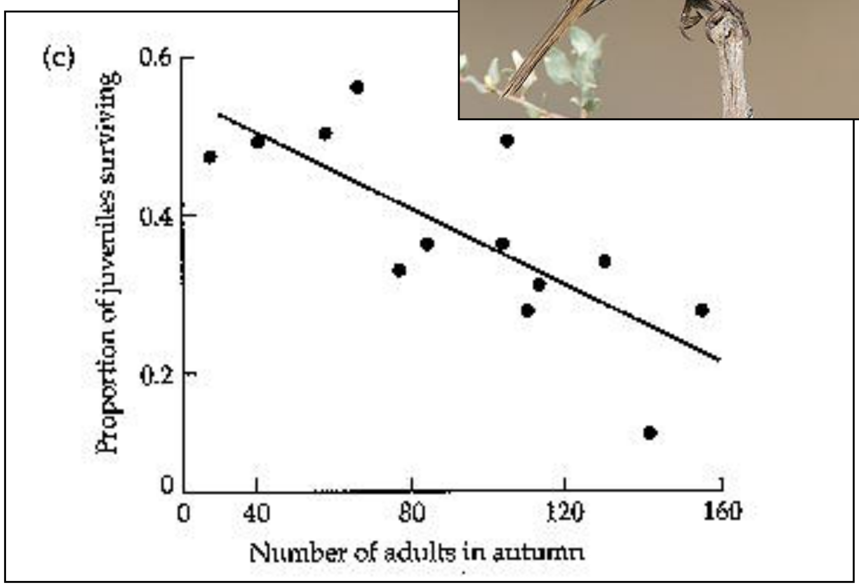


2. LA CAPACIDAD DE CARGA Y EL MODELO LOGÍSTICO

✓ Si una población **crece exponencialmente** llegará un momento en que un **recurso** será **limitante** -> tasa de **crecimiento se reducirá**.

✓ En la mayoría de poblaciones las **tasas de natalidad y mortalidad** son función de… la **densidad poblacional**.





Arcese & Smith, Journal of Animal Ecology (1988), 57, 119-136

2. LA CAPACIDAD DE CARGA Y EL MODELO LOGÍSTICO

✓ Si (como en el ejemplo anterior), el número de individuos afecta linealmente tanto a la natalidad como a la mortalidad:

MODELO EXPONENCIAL

$$\begin{array}{l} B = b \cdot N \\ D = d \cdot N \end{array} \Rightarrow \frac{dN}{dt} = (b-d) \cdot N = r \cdot N$$

MODELO LOGÍSTICO

$$\begin{array}{l} b' = b - a \cdot N \\ d' = d + c \cdot N \end{array} \Rightarrow \frac{dN}{dt} = (b' - d') \cdot N = [(b - a \cdot N) - (d + c \cdot N)] \cdot N$$

✓ Si reordenamos y consideramos: ***r* = (*b* - *d*)** y ***K* = (*b* - *d*)/(*a* + *c*)**:

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N \cdot \left(1 - \frac{N}{K}\right)$$

Capacidad de carga de la población

2. LA CAPACIDAD DE CARGA Y EL MODELO LOGÍSTICO

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N \cdot \left(1 - \frac{N}{K}\right)$$

✓ Cuando la densidad poblacional es baja:

$$N << K \Rightarrow \frac{dN}{dt} \approx r \cdot N$$

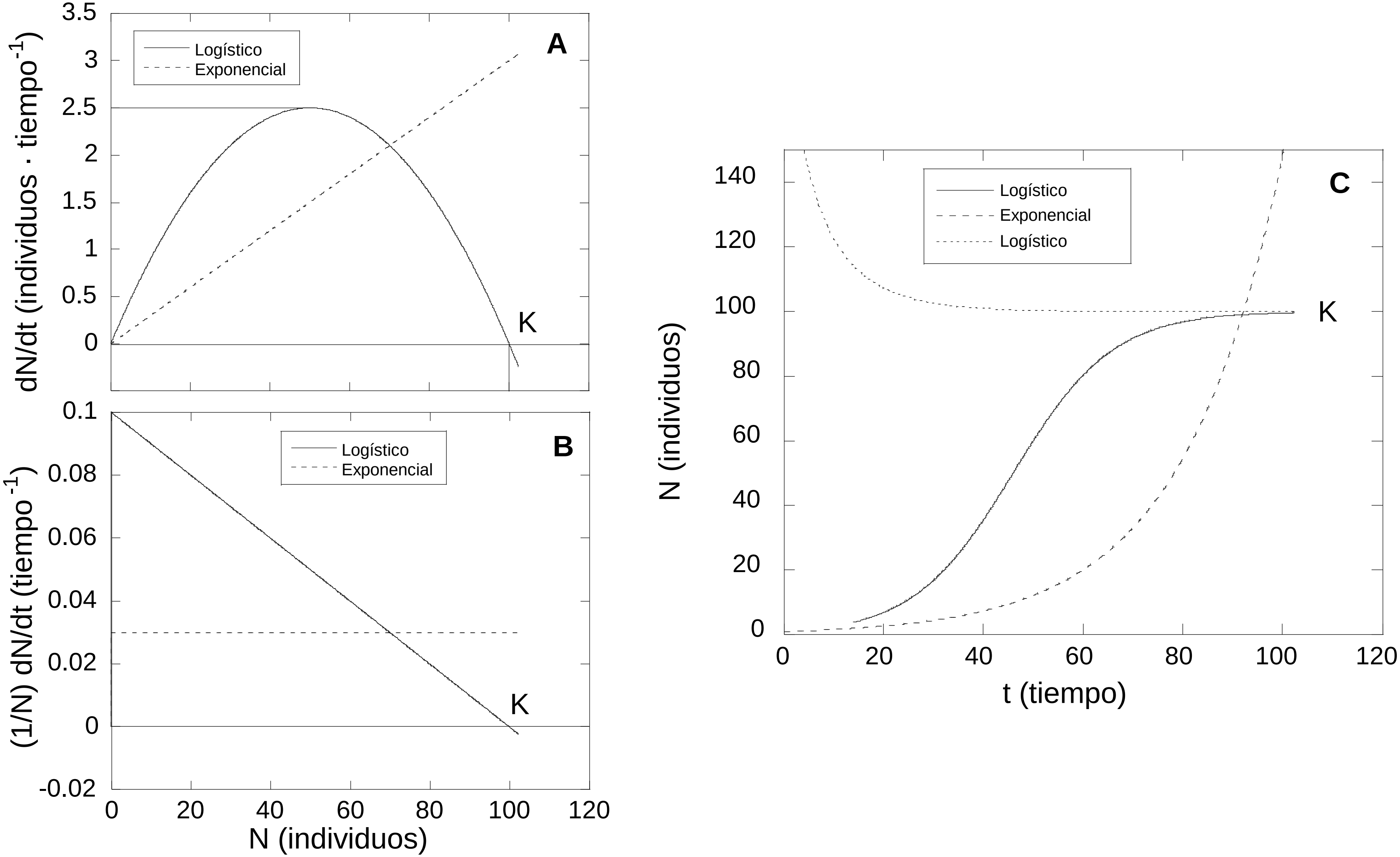
✓ Cuando la densidad poblacional se acerca a la capacidad de carga:

$$N \approx K \Rightarrow \frac{dN}{dt} \approx 0$$

✓ La tasa de crecimiento se hace máxima cuando:

$$\left(\frac{dN}{dt}\right)' = \left(r \cdot N - \frac{r}{K} \cdot N^2\right)' = r - \frac{2 \cdot r}{K} \cdot N \Rightarrow N_{r\max} = \frac{K}{2}$$

2. LA CAPACIDAD DE CARGA Y EL MODELO LOGÍSTICO

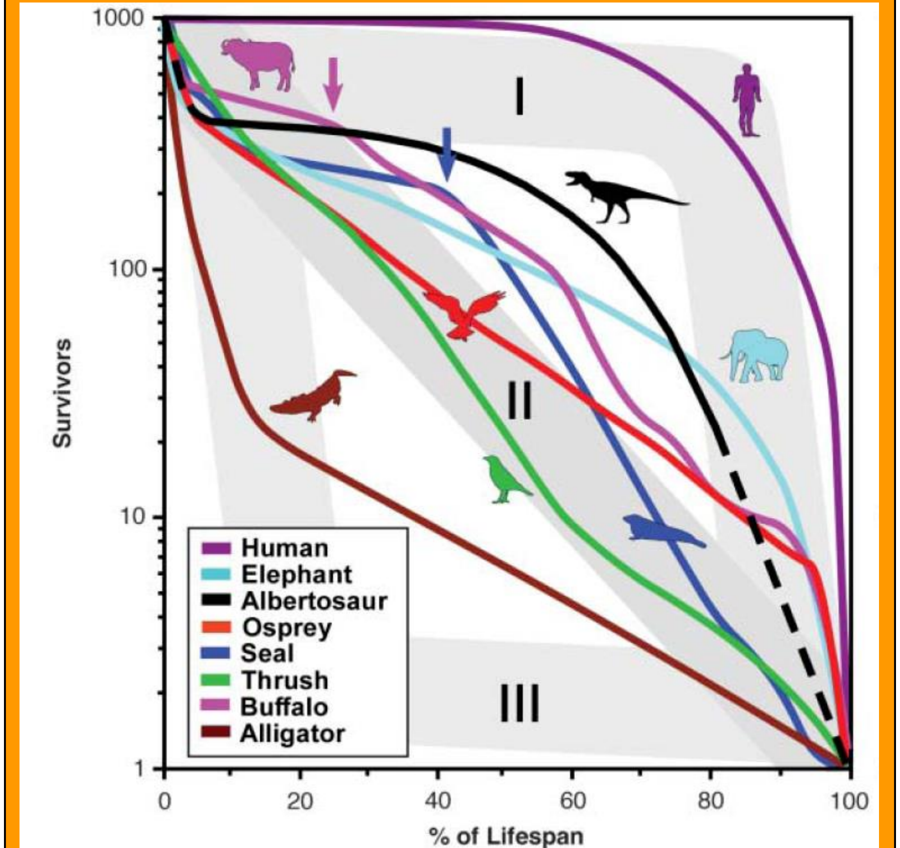


3. CRECIMIENTO DE POBLACIONES ESTRUCTURADAS

✓ En la mayoría de poblaciones los individuos **no** son iguales desde el punto de vista demográfico -> las tasas de fecundidad y mortalidad varían con la edad.

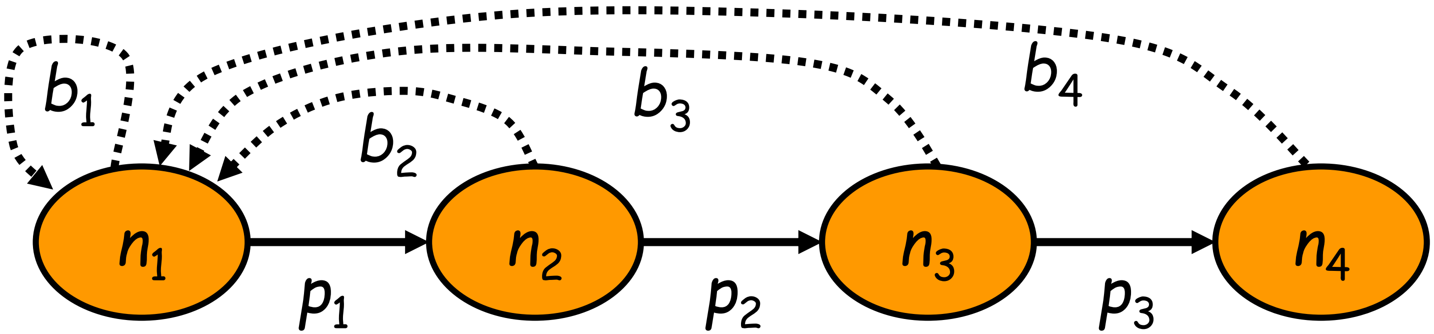
- Especies **semélparas o monocárpicas** (un evento reproductivo en la vida)

- Especies **iteróparas o policárpicas** (varios eventos reproductivos en la vida)



Erickson et al., *Science* (2006)

3. CRECIMIENTO DE POBLACIONES ESTRUCTURADAS



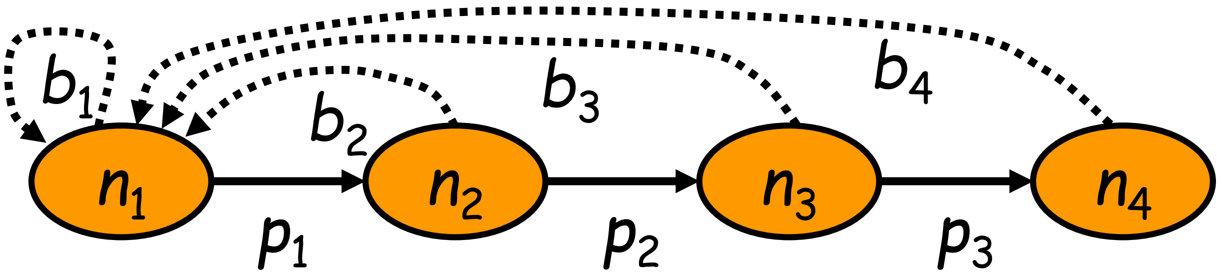
$$n_{2,t+1} = n_{1,t} \cdot p_1$$
$$n_{3,t+1} = n_{2,t} \cdot p_2$$
$$\dots$$
$$n_{m,t+1} = n_{m-1,t} \cdot p_{m-1}$$

En general:

$$n_{i,t+1} = n_{i-1,t} \cdot p_{i-1}\,, \qquad i = 2, 3, \dots, m$$

$$n_{1,t+1} = n_{1,t} \cdot b_1 + n_{2,t} \cdot b_2 + \dots + n_{m,t} \cdot b_m = \sum_{i=1}^{m} n_{i,t} \cdot b_i$$

3. CRECIMIENTO DE POBLACIONES ESTRUCTURADAS

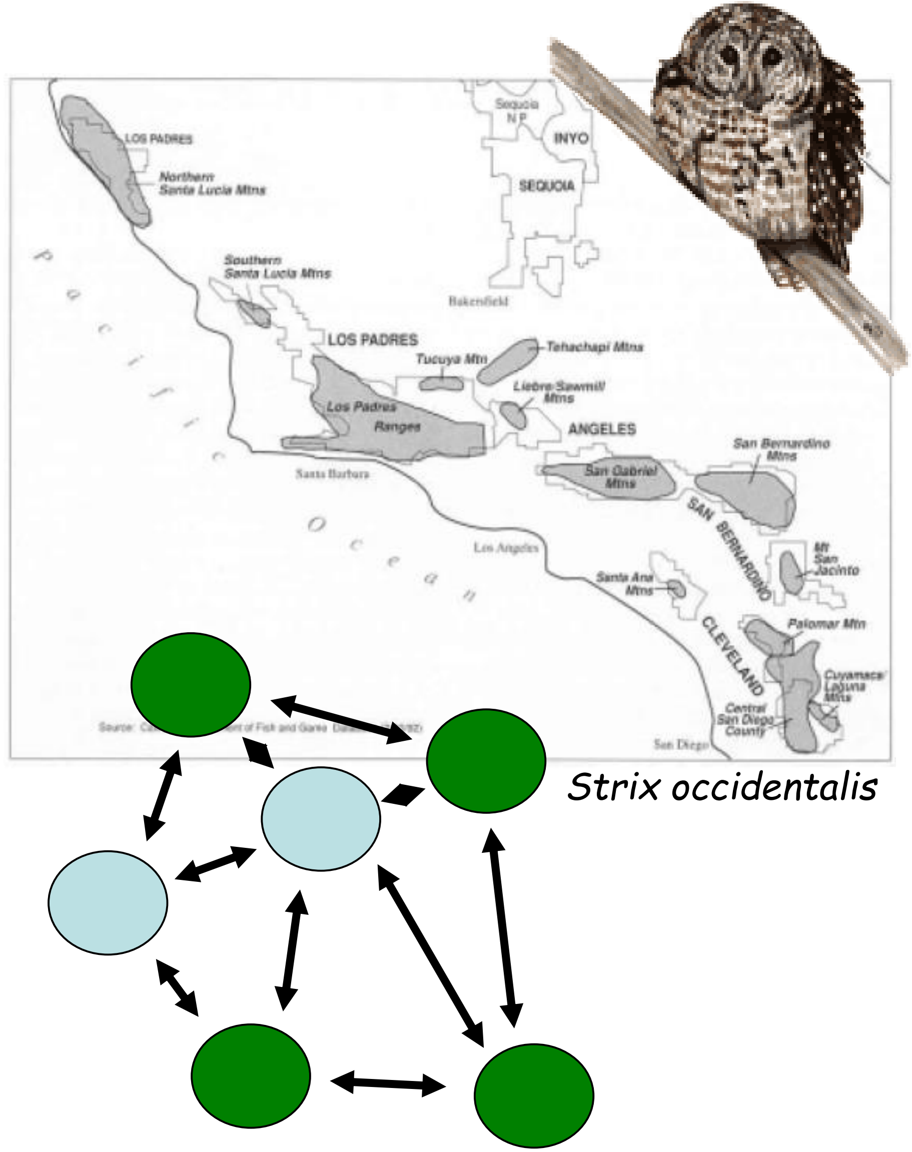


$$\begin{pmatrix} n_{1,t+1} \\ n_{2,t+1} \\ \dots \\ n_{m,t+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 & b_2 & b_3 & \dots\dots & b_{m-1} & b_m \\ p_1 & 0 & 0 & \dots\dots & 0 & 0 \\ 0 & p_2 & 0 & \dots\dots & 0 & 0 \\ \dots\dots & & & & & \\ 0 & 0 & 0 & & p_{m-1} & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} n_{1,t} \\ n_{2,t} \\ \dots \\ n_{m,t} \end{pmatrix}$$

$$\left.\begin{array}{l} n_{t+1} = L \cdot n_t \\ n_1 = L \cdot n_0 \\ n_2 = L \cdot n_1 = L \cdot L \cdot n_0 = L^2 \cdot n_0 \\ n_3 = L \cdot n_2 = L \cdot L^2 \cdot n_0 = L^3 \cdot n_0 \end{array}\right\} \quad \boxed{n_t = L^t \cdot n_0}$$

4. MIGRACIONES: EL CONCEPTO DE METAPOBLACIÓN

- ✓ En general las poblaciones reales no están aisladas sino que intercambian individuos o propágulos, dando lugar a metapoblaciones.
- ✓ Las tasas de intercambio de individuos dependerán de la estructura espacial de la metapoblación y de la capacidad de dispersión de los individuos.
- ✓ En general las probabilidades de extinción varían mucho según si consideramos una población local o un conjunto de poblaciones interconectadas.



Strix occidentalis