

ECOLOGÍA DE POBLACIONES



Parte 3 - Modelos de Crecimiento

MODELOS DE CRECIMIENTO

✓ INDEPENDIENTE DE LA DENSIDAD

- Discreta
- Continua

✓ DEPENDIENTE DE LA DENSIDAD

Los modelos de crecimiento son una herramienta para predecir el tamaño de una población

REALIDAD



ABSTRACCIÓN

Tomar los elementos más importantes de la realidad (variables) para llevarlos al modelo.

MODELO



INTERPRETACIÓN

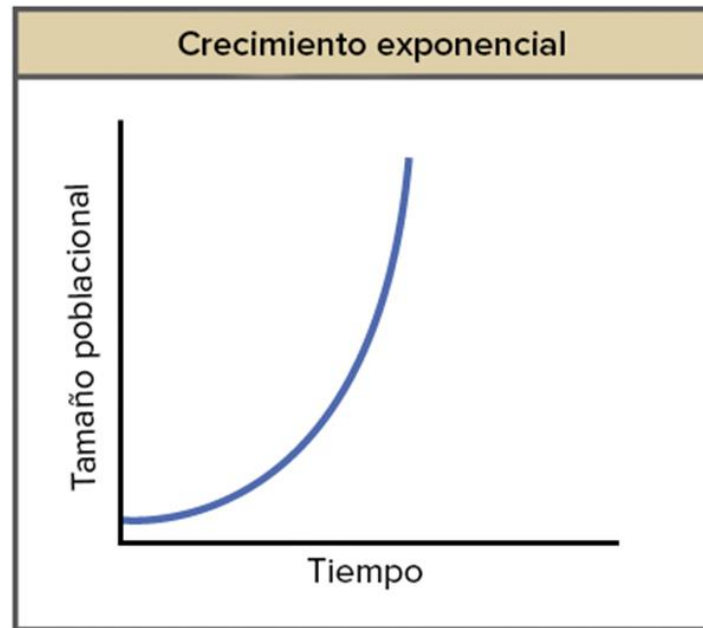
Los elementos más importantes del modelo (variables) representen elementos importantes en la realidad, tanto en características como en comportamiento

✓ INDEPENDIENTE DE LA DENSIDAD

Crecimiento Exponencial

¿Cuándo una población puede crecer exponencialmente?

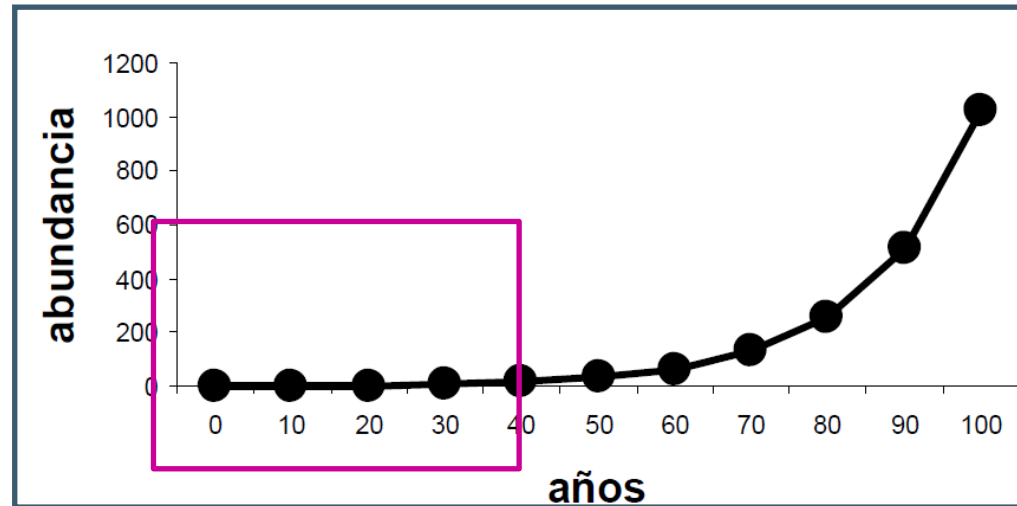
Cuando la cantidad de recursos son ilimitados
alimento, espacio, parejas, etc,



✓ INDEPENDIENTE DE LA DENSIDAD

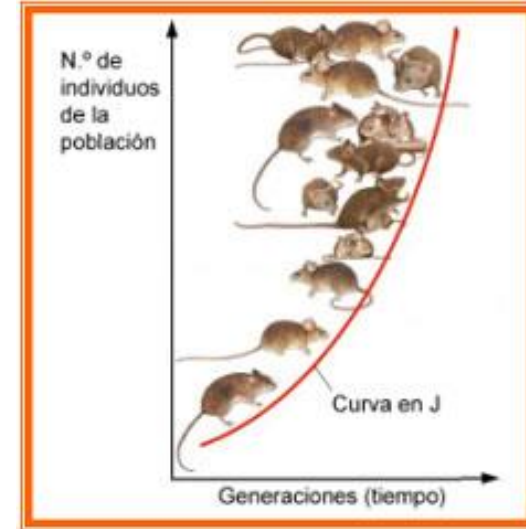
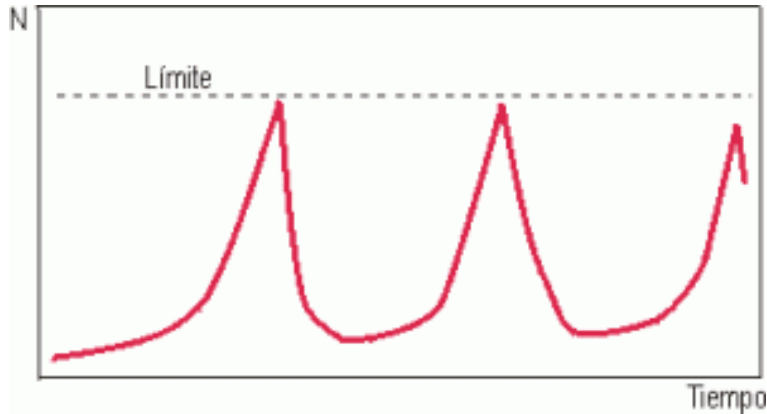
Crecimiento Exponencial

- ✓ La razón de mortalidad y natalidad no dependen del tamaño poblacional.
- ✓ Se asume que el efecto de la migración es mínimo o nulo
- ✓ La tasa de crecimiento poblacional es una función de la natalidad y supervivencia.



Por lo tanto, la tasa de crecimiento es constante

Crecimiento Exponencial



¿Estrategia de Vida?

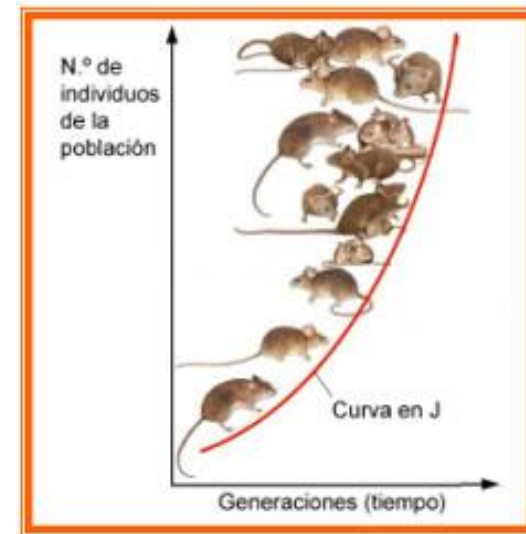
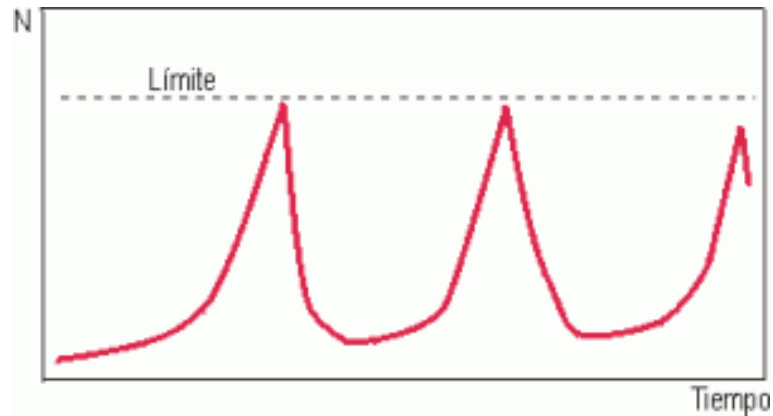


r

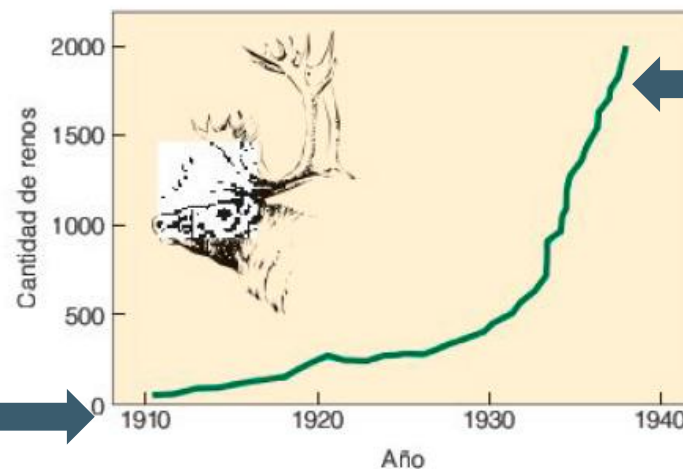
Relación entre estrategias de historia de vida y los hábitats

Ambiente	Estrategia
<ul style="list-style-type: none">▪ Inestable e Impredecible▪ Recursos y condiciones varían▪ Alta probabilidad de morir para adultos▪ Alta probabilidad de morir para crías	<ul style="list-style-type: none">➤ Capacidad de reproducirse rápido➤ Gran número de crías chicas✓ Poca inversión en cuidado de crías➤ Edad de madurez baja➤ Abundancia variable. Especies irruptivas

Crecimiento Exponencial



4 machos y 22 hembras



2000 individuos

Figura 10.4 | Crecimiento exponencial de la manada de renos de San Pablo (*Rangifer tarandus*) tras su introducción en 1910. (Adaptado de Scheffer 1951.)



✓ INDEPENDIENTE DE LA DENSIDAD

Crecimiento Exponencial

➤ VERSIÓN DISCRETA

- Se ajusta a individuos como plantas, insectos y mamíferos que se reproducen estacionalmente.

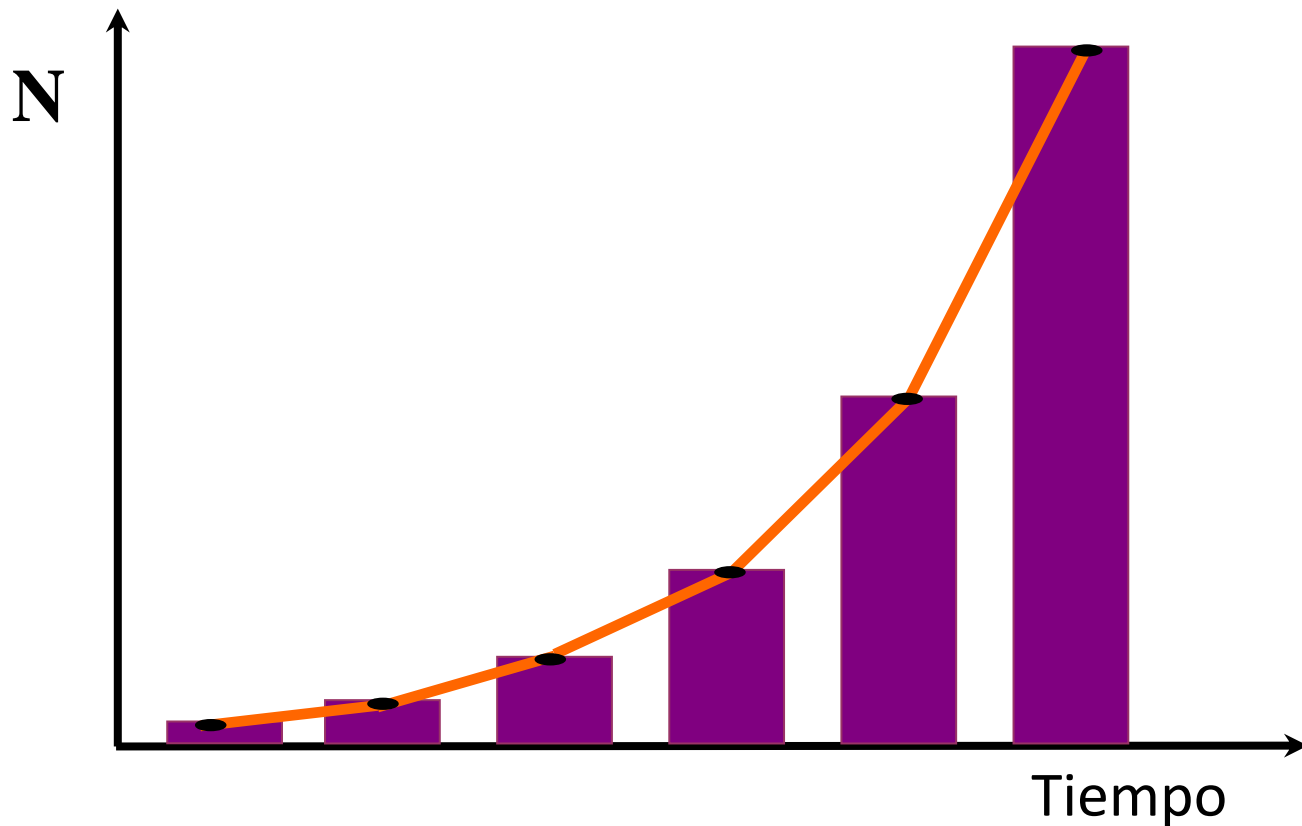
Los padres pueden

- morir antes de que la progenie nazca (Ej. plantas anuales)
- superponerse parcialmente, como en algunos mamíferos
- Los Juveniles aparecen siempre en grupos sincrónicos.

✓ INDEPENDIENTE DE LA DENSIDAD

Crecimiento Exponencial

➤ VERSIÓN DISCRETA



Crecimiento Exponencial (denso-independiente)


Con generaciones discretas (**Reproducción discontinua**)

$$N_0 = 10; \quad N_1 = 20; \quad N_2 = 40; \quad N_3 = 80; \quad N_4 = 160$$

$$N_1 = N_0 \cdot R; \quad R = 2$$

Cada individuo puede producir 2 crías y morir o producir 1 cría y seguir viviendo

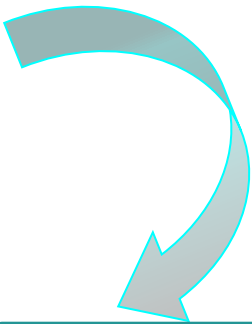
$$N_2 = N_1 \cdot R = N_0 \cdot R \cdot R$$


$$N_2 = N_1 \cdot R = N_0 \cdot R \cdot R$$

$$N_3 = N_2 \cdot R = N_0 \cdot R \cdot R \cdot R = N_0 \cdot R^3$$



$$N_{t+1} = N_t \cdot R \Rightarrow R = \lambda = \frac{N_{t+1}}{N_t}$$


$$N_t = N_0 \cdot R^t$$

$R = \lambda$: Tasa finita de crecimiento o tasa de cambio poblacional sobre un intervalo t .

R ó $\lambda = 1$, la población se mantiene constante.

R ó $\lambda < 1$, la población disminuye

R ó $\lambda > 1$, la población está creciendo.

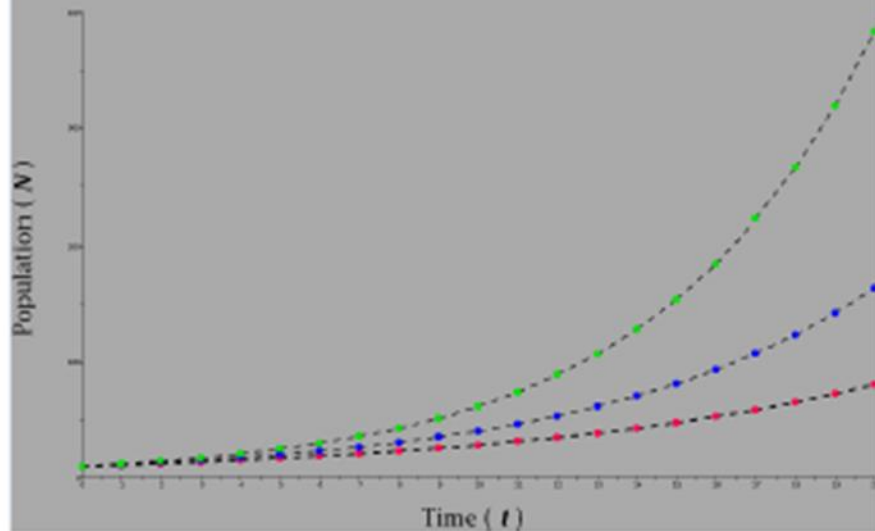
Generaciones discretas: crecimiento exponencial (λ constante)

$$N_{t+1} = \lambda N_t$$

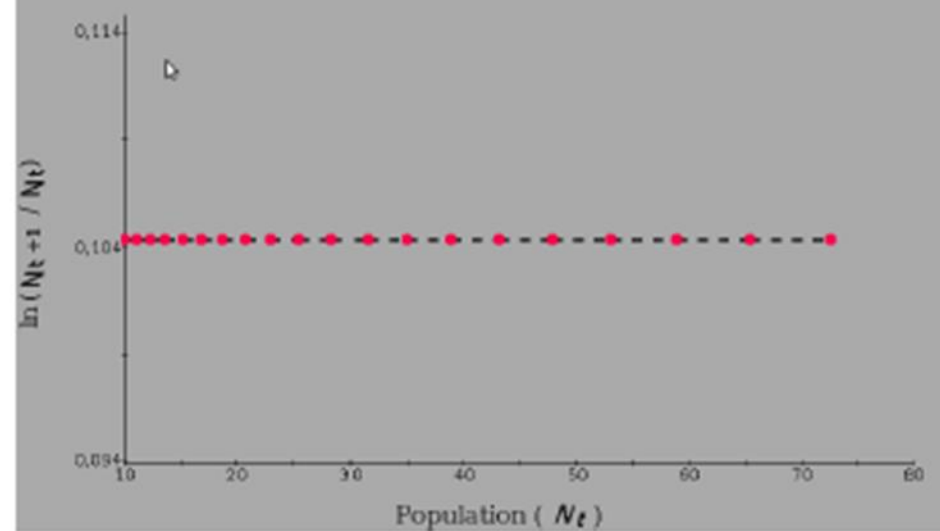
Abundancia poblacional
vs tiempo: crece

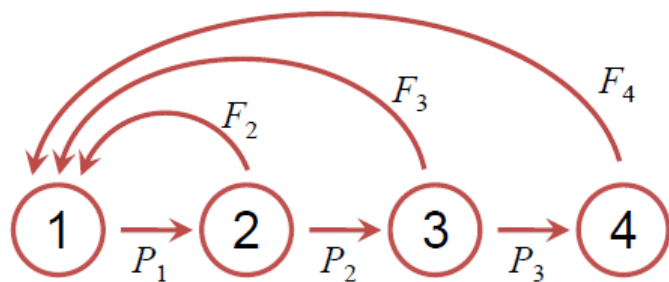
Tasa finita de crecimiento
permanece constante

Discrete Geometric Growth



Discrete Geometric Growth, $\lambda = 1.11$





$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & F_2 & F_3 & F_4 \\ P_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_3 & 0 \end{bmatrix}$$

Tabla 10.6 | Tabla de proyección poblacional, población de ardillas

Edad	Año (t)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	20	27	34,1	40,71	48,21	58,37	70,31	84,8	101,86	122,88	148,06
1	10	6	8,1	10,23	12,05	14,46	17,51	21,0	25,44	30,56	36,86
2	0	5	3,0	4,05	5,1	6,03	7,23	8,7	10,50	12,72	15,28
3	0	0	3,0	1,8	2,43	3,06	3,62	4,4	5,22	6,30	7,63
4	0	0	0	1,35	0,81	1,09	1,38	1,6	1,94	2,35	2,83
5	0	0	0	0	0,33	0,20	0,27	0,35	0,40	0,49	0,59
<i>N(t)</i>											
Total	30	38	48,2	58,14	68,93	83,21	100,32	120,85	145,36	175,30	211,25
Lambda	λ	1,27	1,27	1,21	1,19	1,21	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20

✓ INDEPENDIENTE DE LA DENSIDAD

Crecimiento Exponencial

➤ Versión continua

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

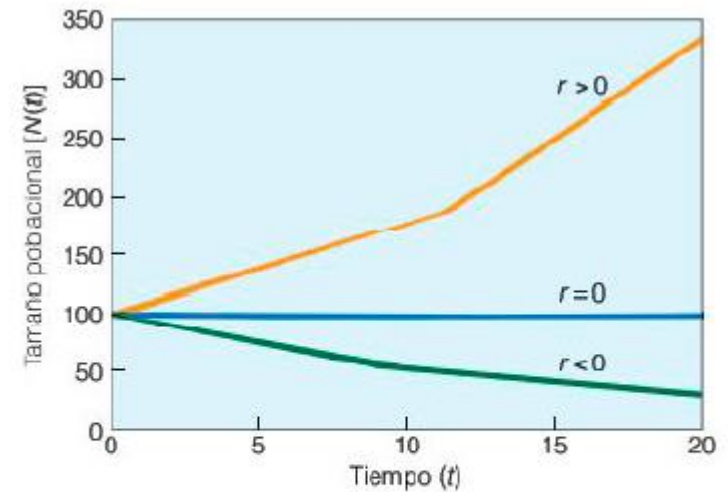
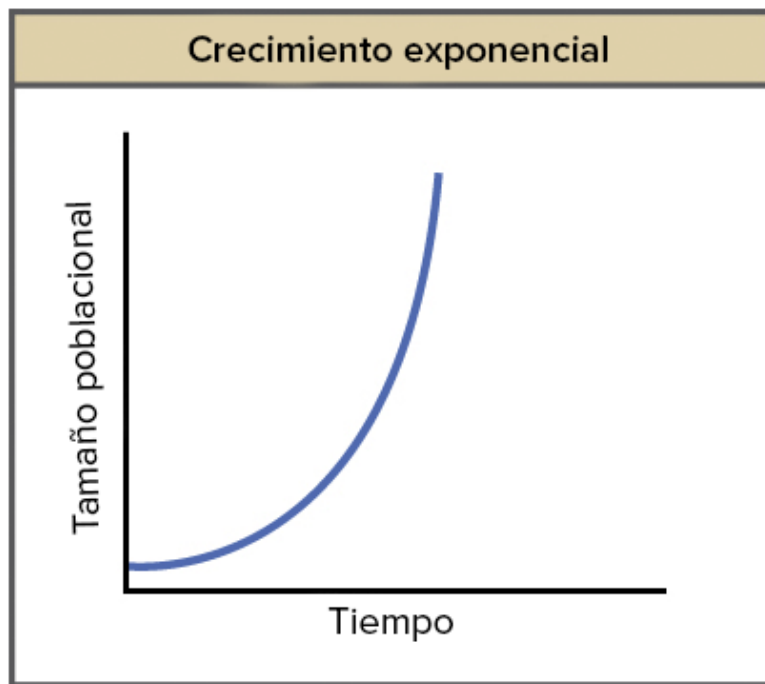


Figura 10.2 | Ejemplos de crecimiento exponencial bajo diferentes valores de r , la tasa instantánea de crecimiento per cápita. Cuando $r > 0$ ($b > d$), el tamaño poblacional aumenta exponencialmente, mientras que para los valores de $r < 0$ ($b < d$), existe una reducción exponencial. Cuando $r = 0$ ($b = d$), no existe en el transcurso del tiempo ningún cambio en el tamaño poblacional.

Crecimiento Exponencial

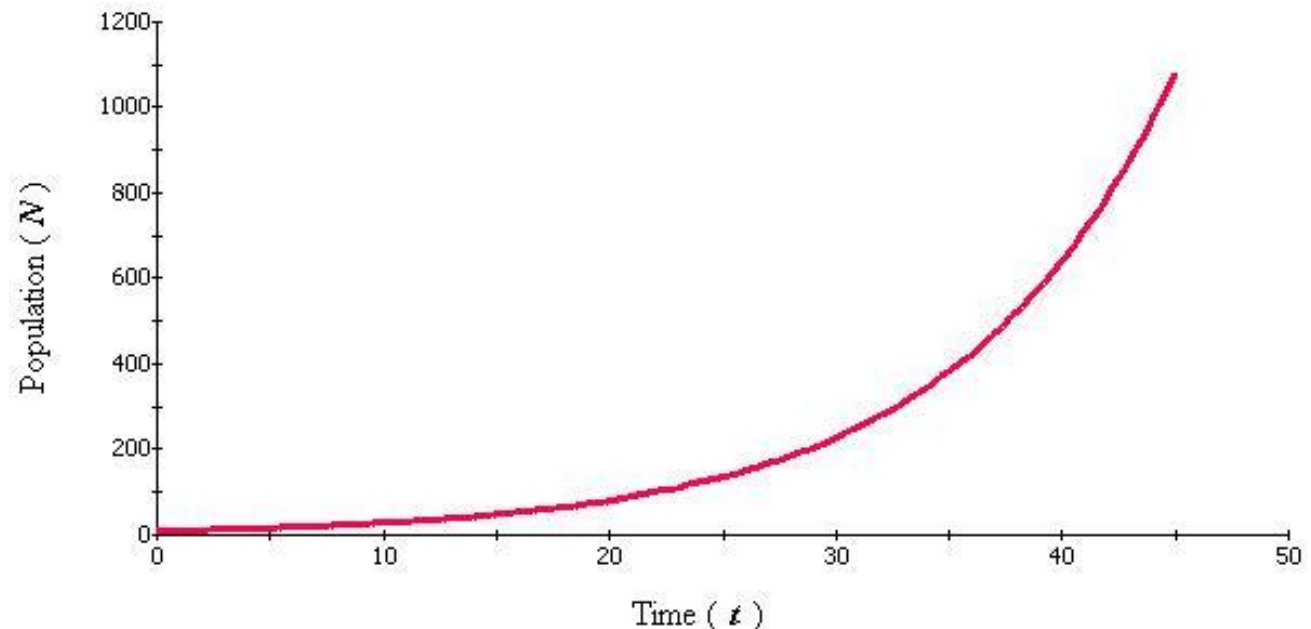
Con generaciones superpuestas
(reproducción continua)

Se ajusta a individuos como el humano o las bacterias con nacimientos continuos y superposición de generaciones, **donde es posible que se presenten simultáneamente todas las edades y estados de desarrollo (es poco frecuente en la naturaleza)**



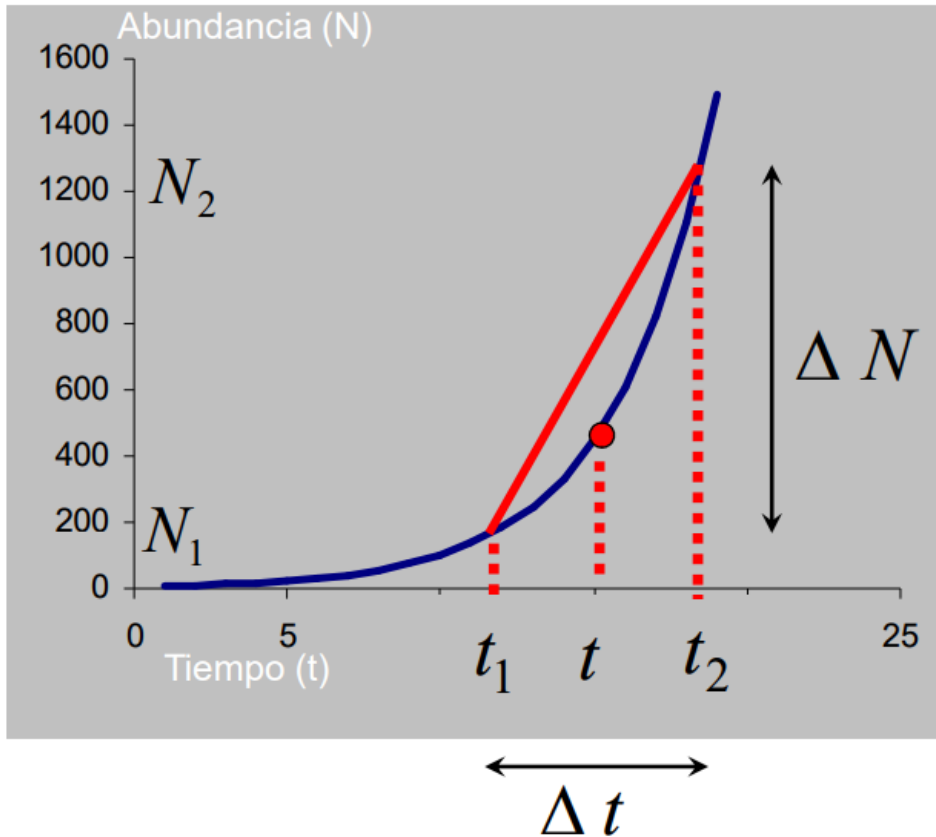
$$\frac{dN}{dt} = rN$$

Continuous Exponential Growth, $r = 0.104$



Crecimiento Exponencial

Con generaciones superpuestas
(reproducción continua)



$$\frac{N_2 - N_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta N}{\Delta t}$$

TASA ABSOLUTA DE
CRECIMIENTO

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

Velocidad a la cual la
población crece a medida
que avanza el tiempo

Crecimiento Exponencial

Con generaciones superpuestas
(reproducción continua)

TASA ABSOLUTA DE
CRECIMIENTO

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


- La tasa absoluta de crecimiento (dN/dt)
varía en proporción directa con el tamaño
poblacional (N)

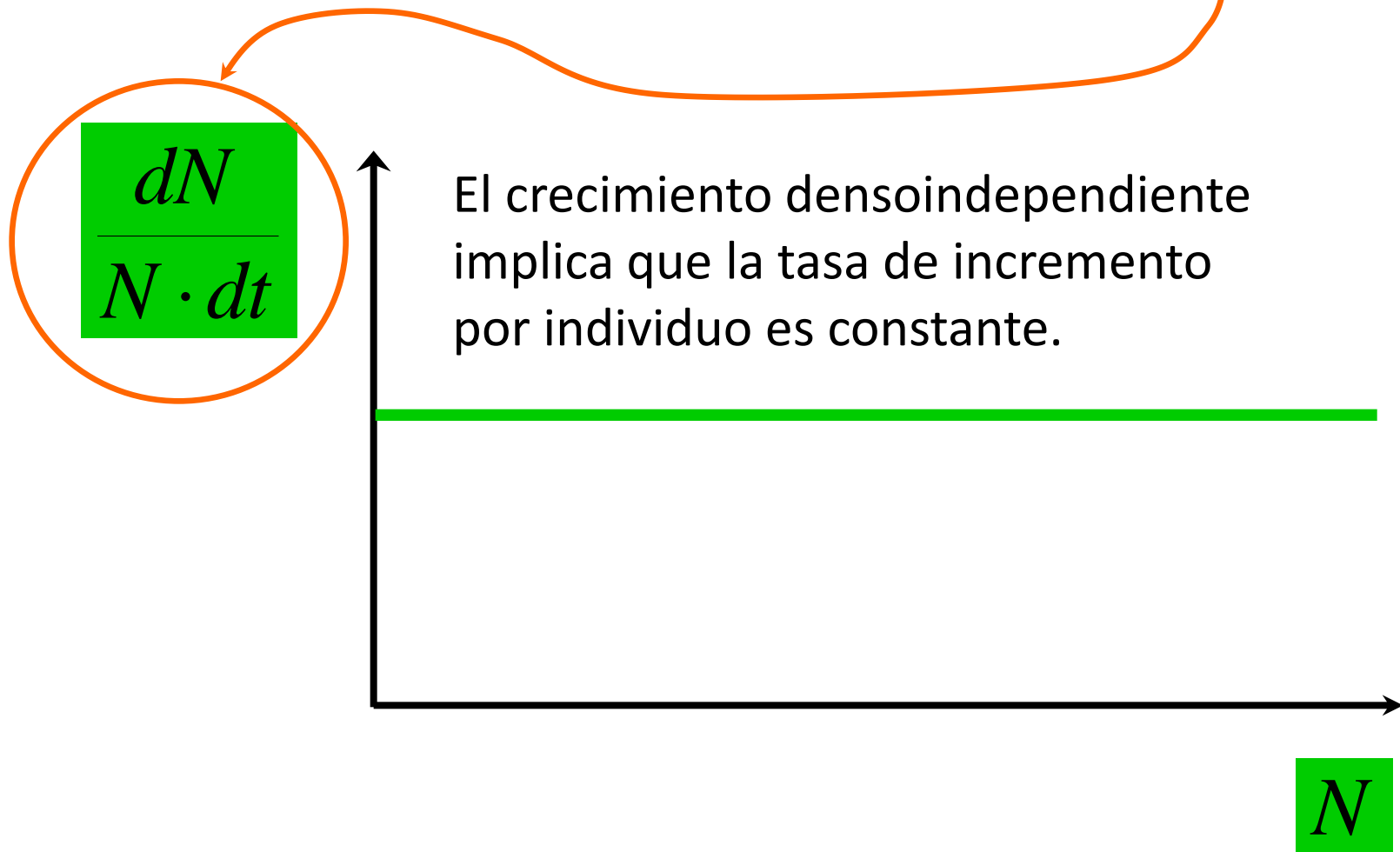
Ritmo de cambio en el tamaño poblacional =

(contribución de c / individuo al crecimiento poblacional = r)

x

(n° individuos de la población = N)

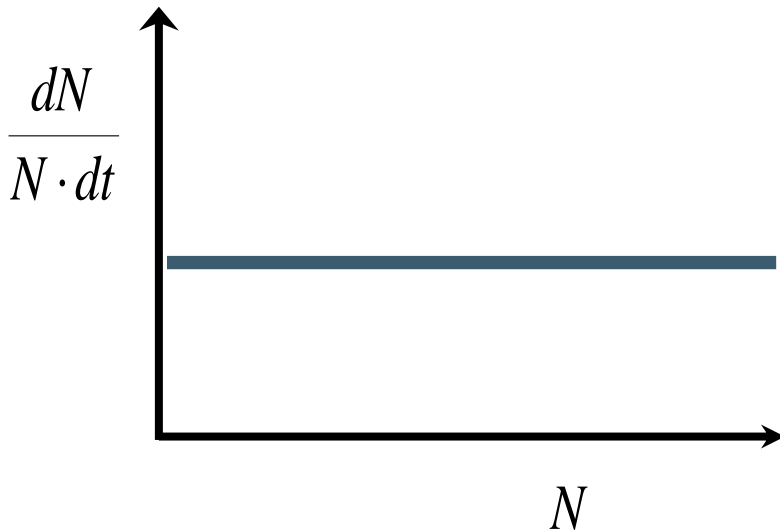

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N \Rightarrow \frac{dN}{N \cdot dt} = r$$



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

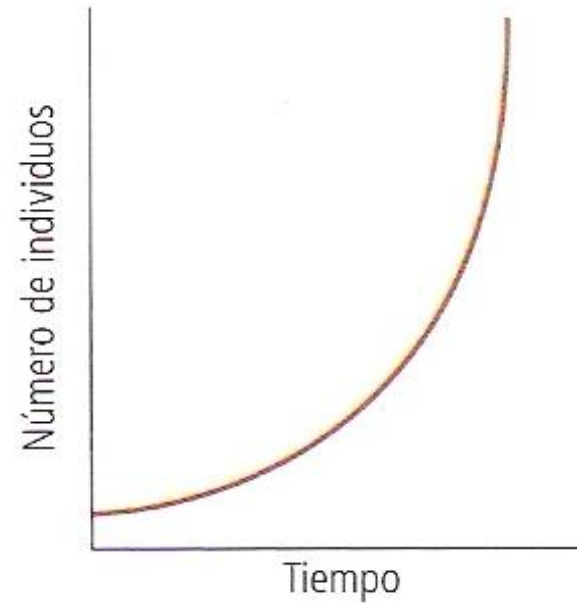


$$N_t = N_0 \cdot e^{r \cdot t}$$



Aunque r permanezca constante, la población aumenta (cada vez mas individuos se reproducen)

Curva de crecimiento exponencial



Representación gráfica del modelo de crecimiento exponencial.

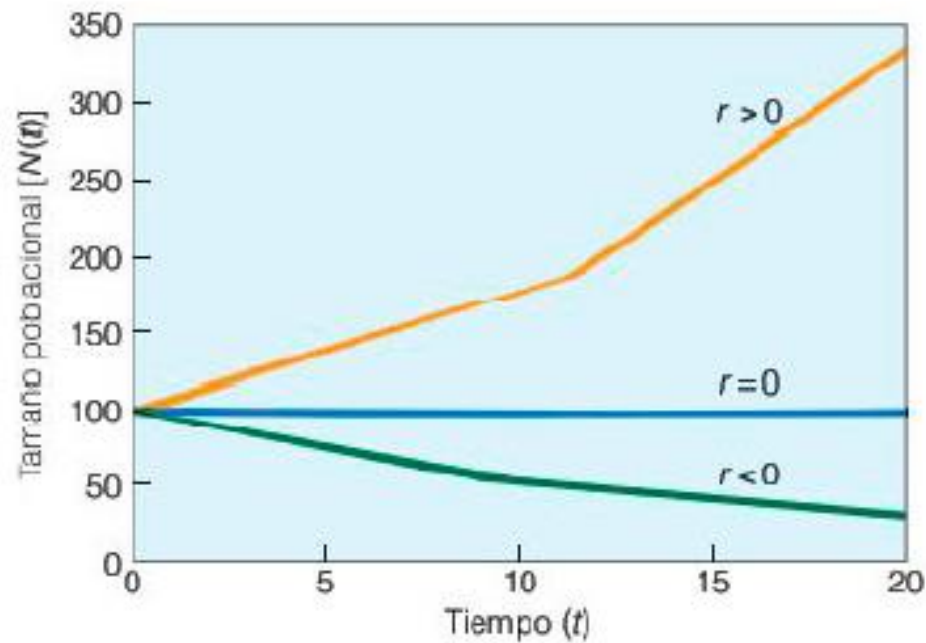


Figura 10.2 | Ejemplos de crecimiento exponencial bajo diferentes valores de r , la tasa instantánea de crecimiento per cápita. Cuando $r > 0$ ($b > d$), el tamaño poblacional aumenta exponencialmente, mientras que para los valores de $r < 0$ ($b < d$), existe una reducción exponencial. Cuando $r = 0$ ($b = d$), no existe en el transcurso del tiempo ningún cambio en el tamaño poblacional.

✓ INDEPENDIENTE DE LA DENSIDAD

Crecimiento Exponencial

Supuestos

- ✓ Los nacimientos y las muertes son los únicos determinantes de la densidad poblacional (~~emigración~~ ~~inmigración~~)
- ✓ Todos los individuos son idénticos (especialmente respecto de sus probabilidades de morir o de producir descendencia)
- ✓ Los únicos factores que afectan el tamaño poblacional son las tasas intrínsecas de nacimiento y muerte
- ✓ A bajas densidades todos encuentran pareja.

- ✓ Disponibilidad de recursos es ilimitada




$$\ln R = r$$



$$R = e^r = \lambda$$

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

$T = 1$ (una generación)

$$N_t = N_0 \cdot R^t; \quad N_T = N_0 \cdot R^T, \quad N_T = N_0 \cdot R_0$$

$$N_0 \cdot R_0 = N_0 \cdot R^T \Rightarrow R_0 = R^T$$

$$\ln R_0 = \ln R^T \Rightarrow \ln R_0 = T \cdot \ln R \Rightarrow$$

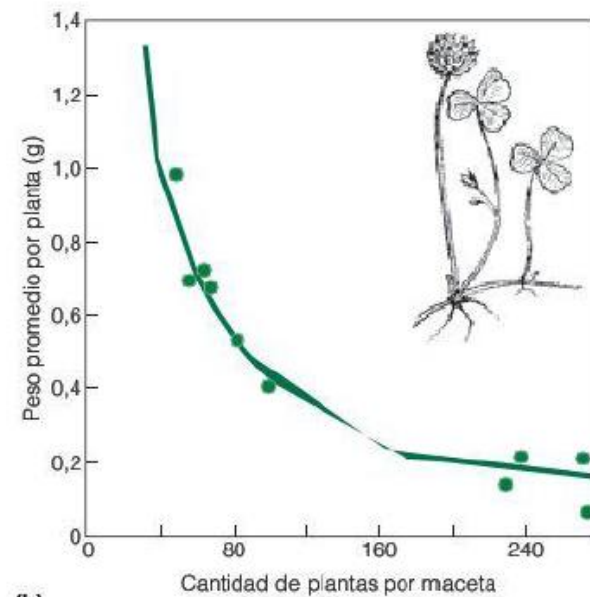
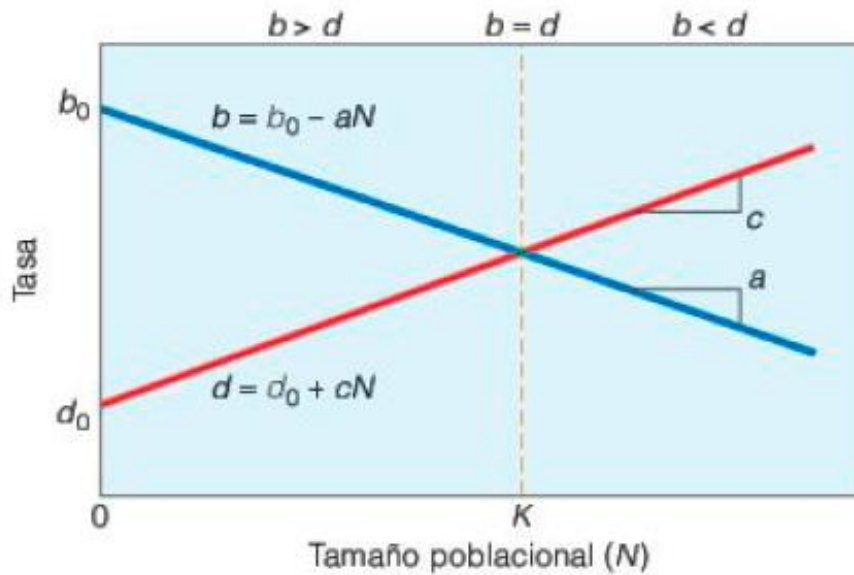
$$\frac{\ln R_0}{T} = \ln R; \quad \ln R = r \quad r = \frac{\ln R_0}{T}$$

\downarrow

$$R = e^r$$

¿UNA POBLACIÓN PUEDE CRECER ILIMITADAMENTE?

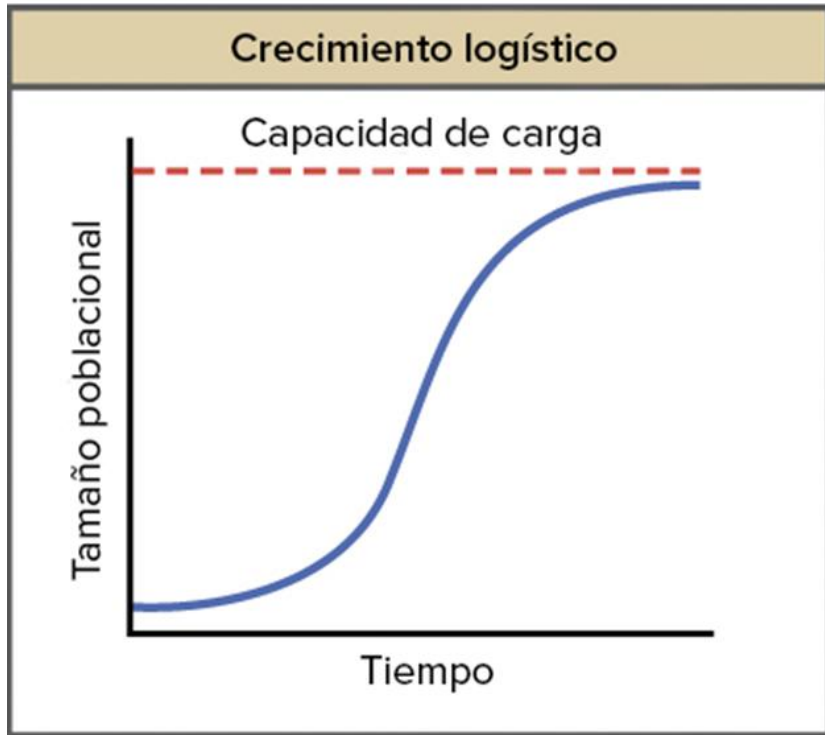
¿QUÉ SUCEDE SI LOS RECURSOS SON LIMITADOS?



(b)

Crecimiento denso-dependiente

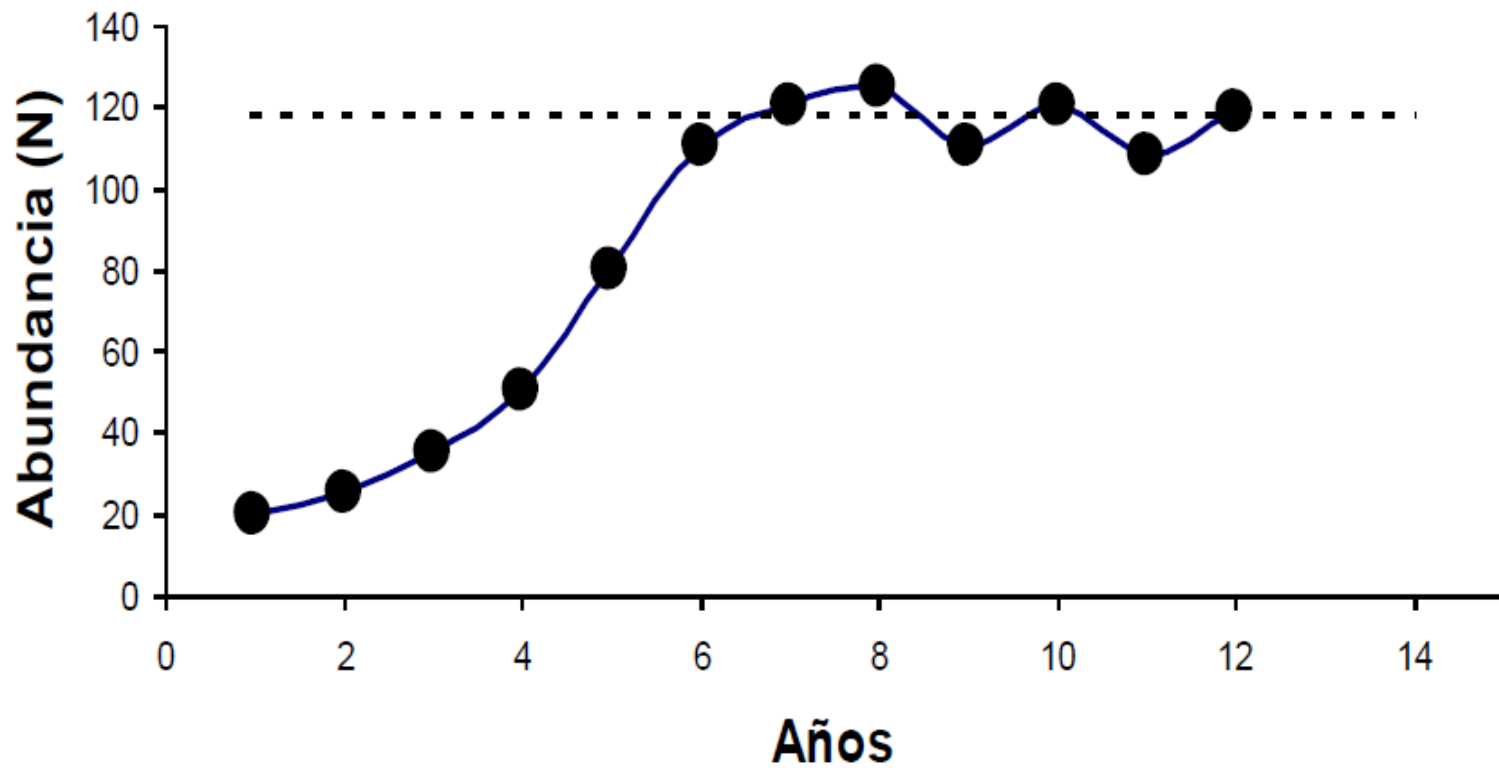
Modelo Logístico



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

Denso-dependencia

Tasa absoluta de
cambio de la
densidad
poblacional



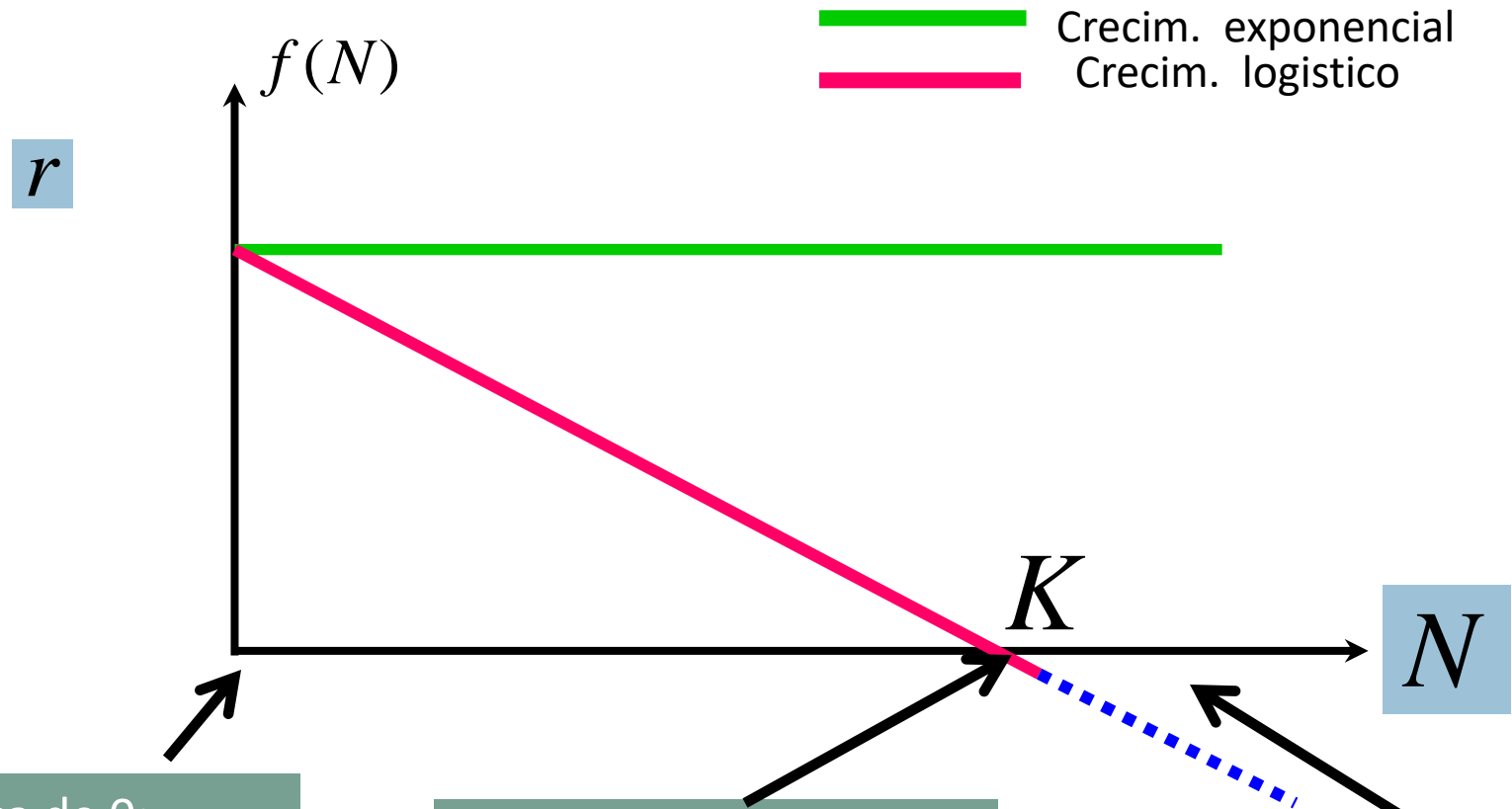
¿ QUE MECANISMO BIOLÓGICO ESTA ACTUANDO?

COMPETENCIA INTRAESPECÍFICA

Modelo Logístico

K = capacidad de carga

Función que describe como varía la verdadera tasa de incremento per cápita en función de la abundancia



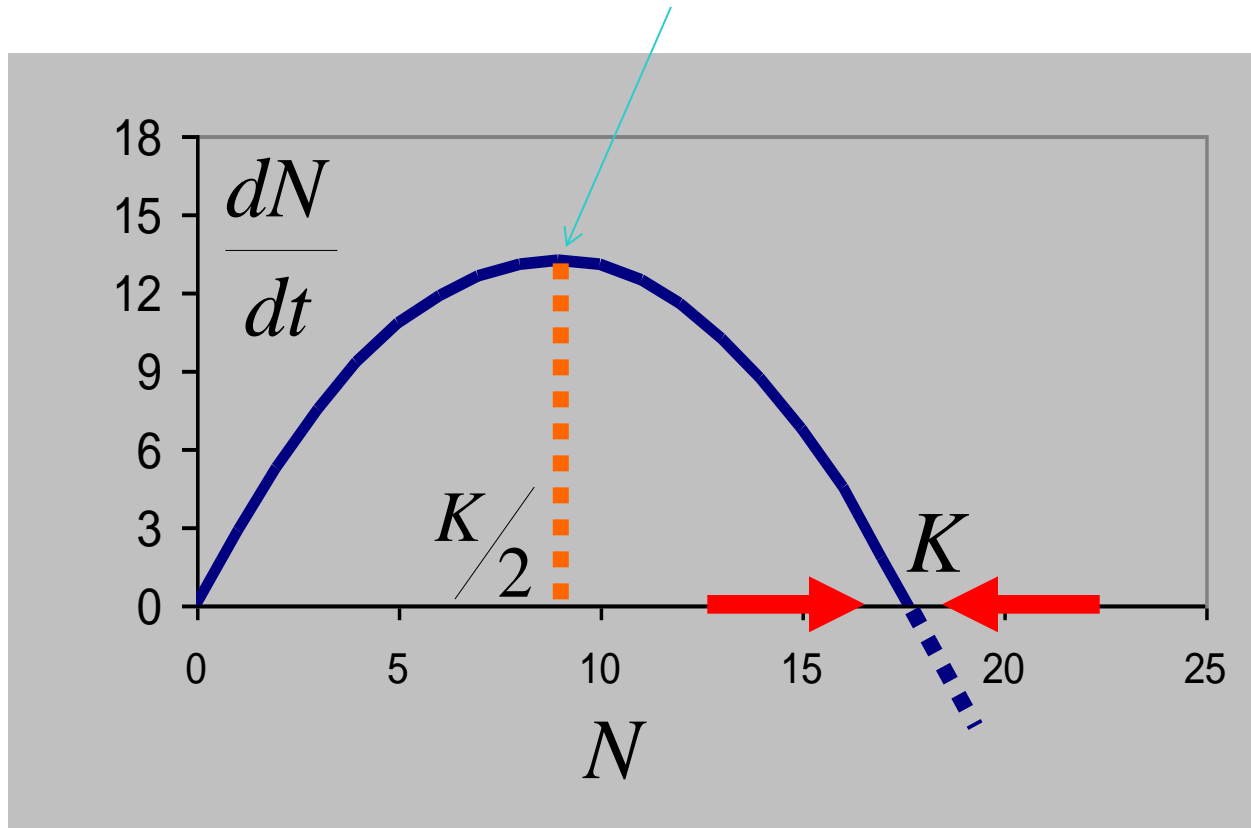
N cerca de 0:
ambiente casi sin
uso, y r (dN/Ndt) es
máximo.

Si $N = K$, el ambiente
está totalmente
ocupado, y $r = 0$

Si N es mayor que
 K , r es negativo.

MODELO LOGÍSTICO

La tasa **absoluta** de crecimiento alcanza un máximo cuando la población alcanza el 50% de K



Crecimiento poblacional denso-dependiente: Modelo Logístico

Supuestos

- Reproducción es posible aún a muy bajas densidades.
- **Disponibilidad de recursos limitada.**
- **El tamaño de la población afecta la tasa de crecimiento per capita (r no constante).**
- Todos los individuos ejercen el mismo efecto competitivo.
- La tasa exponencial de crecimiento (r) disminuye a medida que incrementa el tamaño poblacional

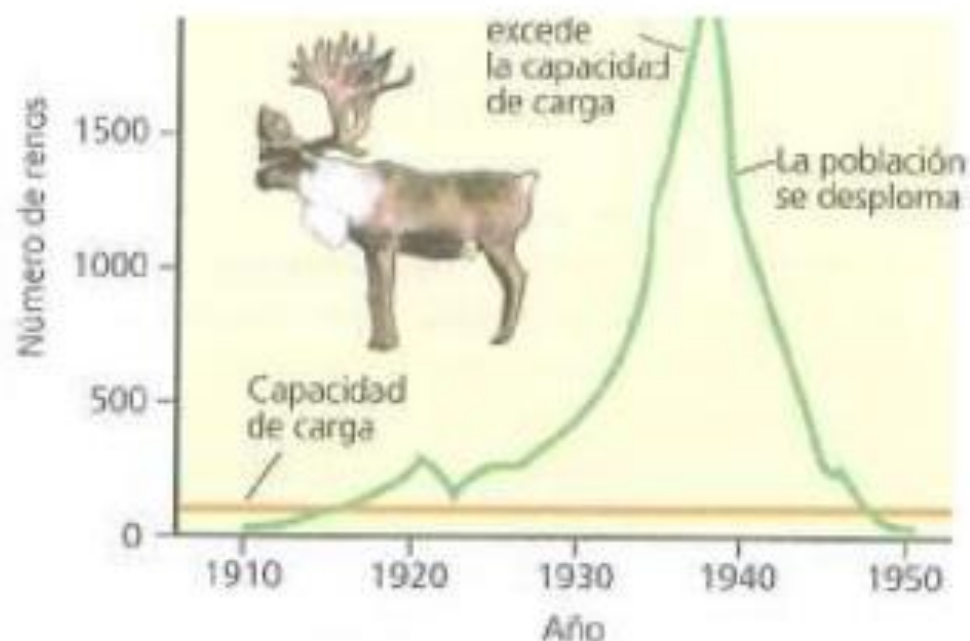


Figura 5.13 Crecimiento exponencial, exceso y desplome de una población de renos introducida en la pequeña isla de St. Paul. Cuando se introdujeron 26 renos (24 hembras) en 1910, abundaban líquenes, musgos y otras fuentes de alimento. Para 1935, el tamaño de la manada se había disparado a 2000 individuos, excediendo la capacidad de carga de la isla. Esto provocó que la población se desplomara y que, para 1950, decayera sólo a ocho renos. **Pregunta:** ¿Cuál supone que haya sido la causa del veloz crecimiento de la población y su debacle, a diferencia de lo sucedido con los borregos de la figura 5.12?

La competencia se puede dar de diferentes modos:

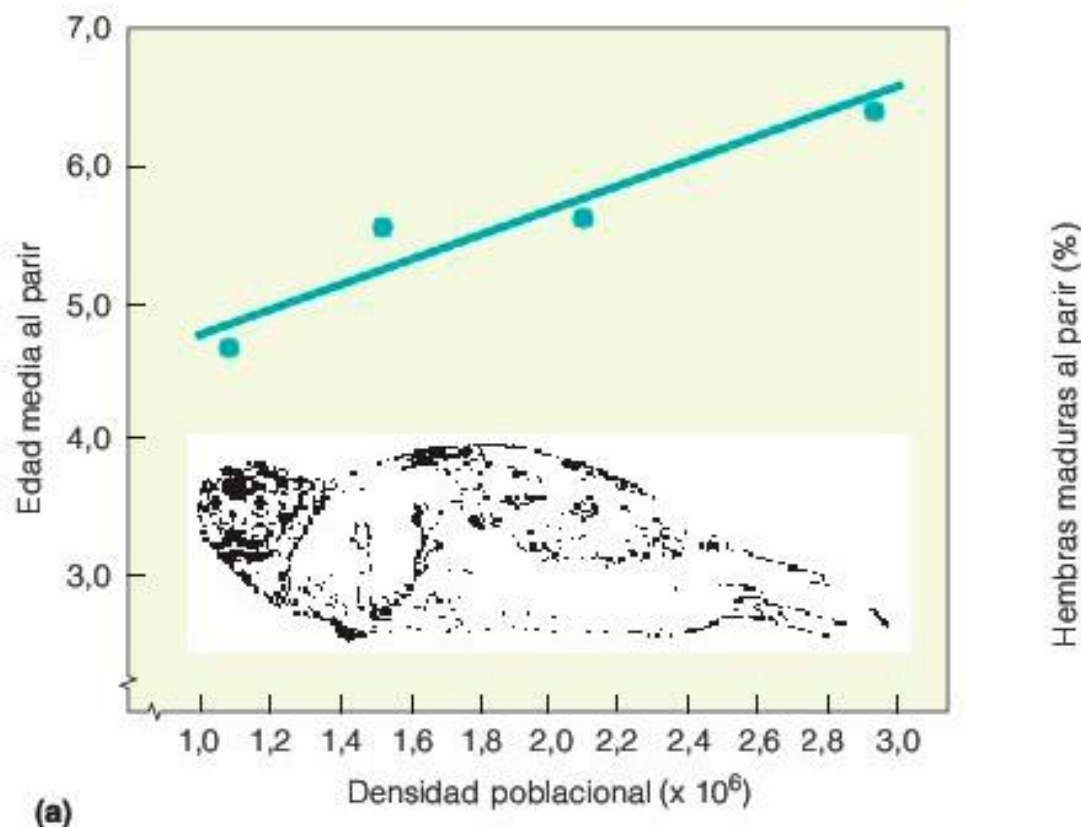


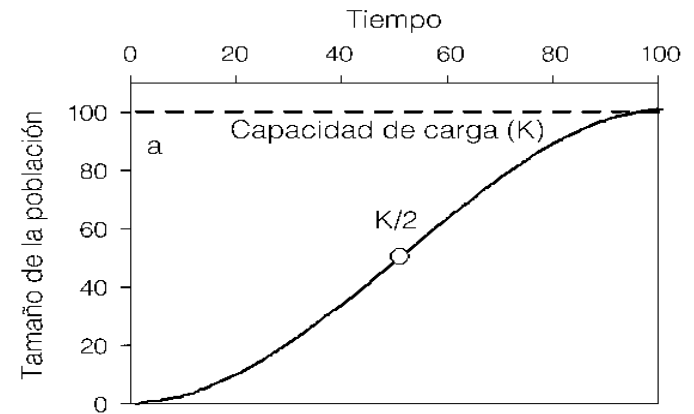
Figura 11.9 | (a) La edad media de madurez sexual de las focas de Groenlandia hembras (*Phoca groenlandica*) no está tan relacionado con la edad sino con el peso. Las focas alcanzan la madurez sexual cuando presentan el 87 por ciento del peso corporal promedio del adulto. Cuando la densidad poblacional es baja, alcanzan este peso a una edad más temprana.

Resumiendo: Dos grandes modelos de crecimiento poblacional

- | • Densoindependiente | • Densodependiente |
|--|---|
| • Recursos ilimitados | • Recursos limitados |
| • Modelo exponencial | • Modelo logístico |
| • Tasa neta de crecimiento directamente relacionada a abundancia | • Tasa neta de crecimiento depende de la abundancia |
| • Tasa de incremento per cápita constante, independiente de densidad | • Tasa de incremento per cápita función de densidad |

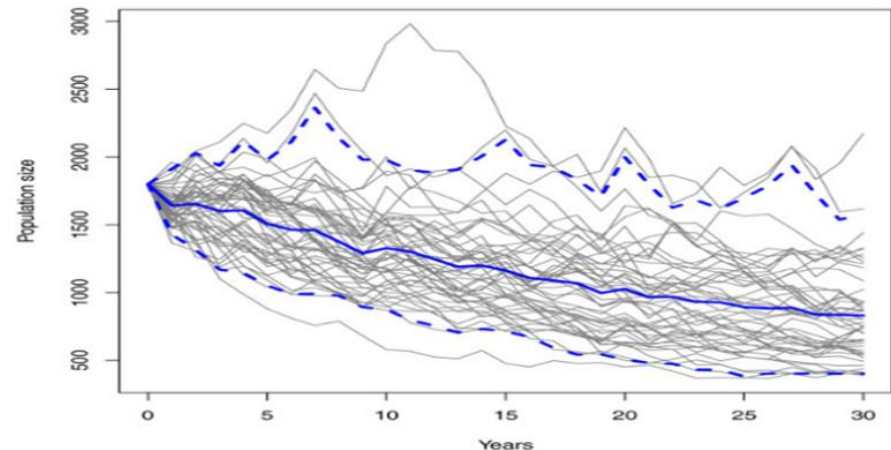
MODELO DETERMINÍSTICO

Ambiente estable idealizado una población aumenta hasta alcanzar la capacidad de carga del ambiente. La tasa de natalidad promedio quedaría equilibrada por la tasa de mortalidad promedio



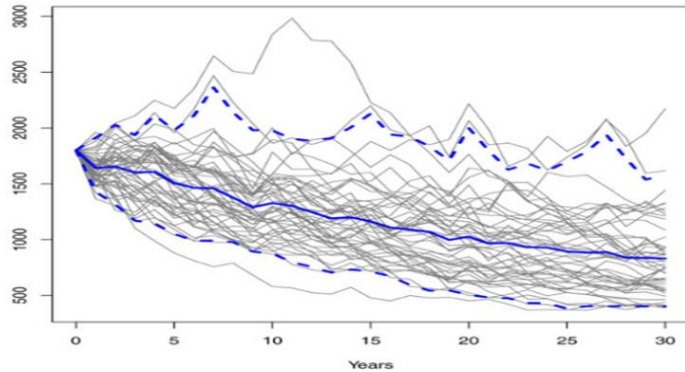
MODELO ESTOCÁSTICO

Población real los individuos no suelen producir el n° promedio de descendientes si no que pueden producir por arriba o por debajo de la media o no producir descendientes.



Los factores independientes de la densidad afectan la tasa de crecimiento per capita sin importar la densidad poblacional. Entre ellos se encuentran los desastres naturales, como los incendios forestales.



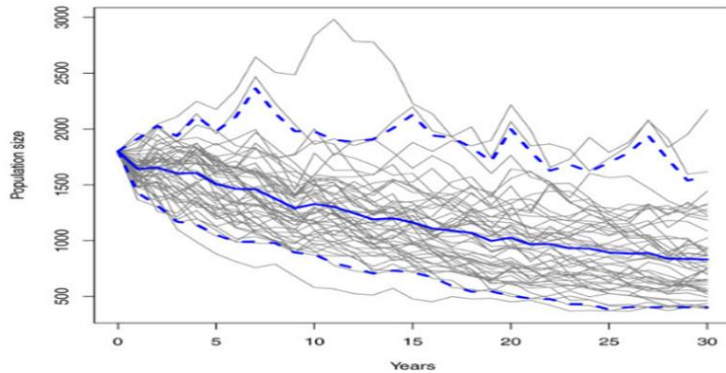


Fuente de variación de los modelos estocásticos

Estocacidad demográfica

- ✓ Consecuencia de eventos aleatorios
- ✓ Crecimiento poblacional variable por eventos que afectan independientemente a todos los individuos.
- ✓ Variaciones naturales en las tasas de mortalidad y fecundidad en torno a un promedio.
- ✓ Fluctuaciones aleatorias, más marcadas en poblaciones pequeñas.
- ✓ Extinciones posibles aún cuando la tasa media de natalidad supere a la de mortalidad.

Fuente de variación de los modelos estocásticos



Estocacidad Ambiental

- ✓ Variaciones estacionales / Estacionalidad climática
- ✓ Variación interanual en disponibilidad de alimento
- ✓ Eventos catastróficos
- ✓ Efectos sobre poblaciones independientes de su tamaño
- ✓ Mayor impacto en poblaciones pequeñas



Relaciones interespecíficas

Relaciones entre individuos de diferentes especies

Tres tipos fundamentales

- ✓ los individuos de una especie afectan negativamente a los de otra
- ✓ los individuos de distintas especies se favorecen
- ✓ La interacción es neutra

¿Cuáles son las consecuencias de las interacciones?

A nivel individual

- ✓ crecimiento
- ✓ la reproducción
- ✓ supervivencia
- ✓ fitness

A nivel poblacional

- ✓ Tasa de crecimiento poblacional



RELACIONES ENTRE ESPECIES



PREDACIÓN: relación por la cual un organismo vivo sirve como fuente de **alimento** a otro. En esta relación una especie se ve beneficiada y la otra perjudicada.





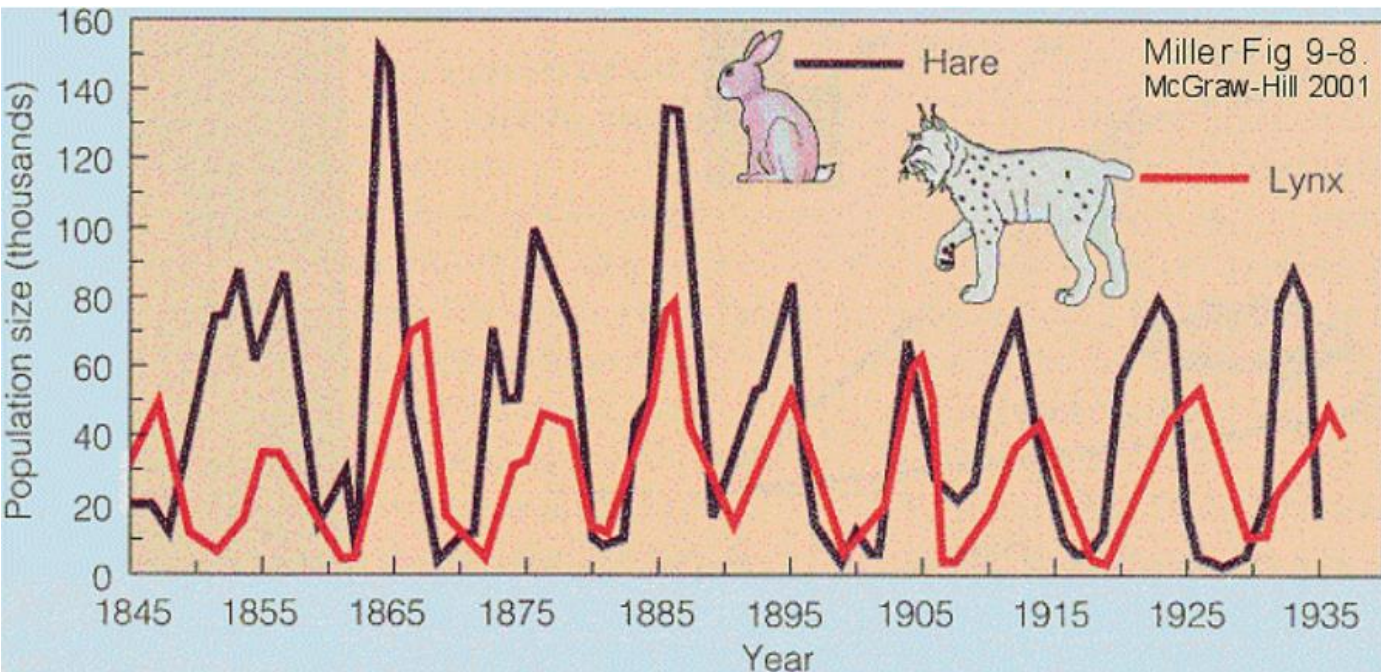
RELACIONES ENTRE ESPECIES

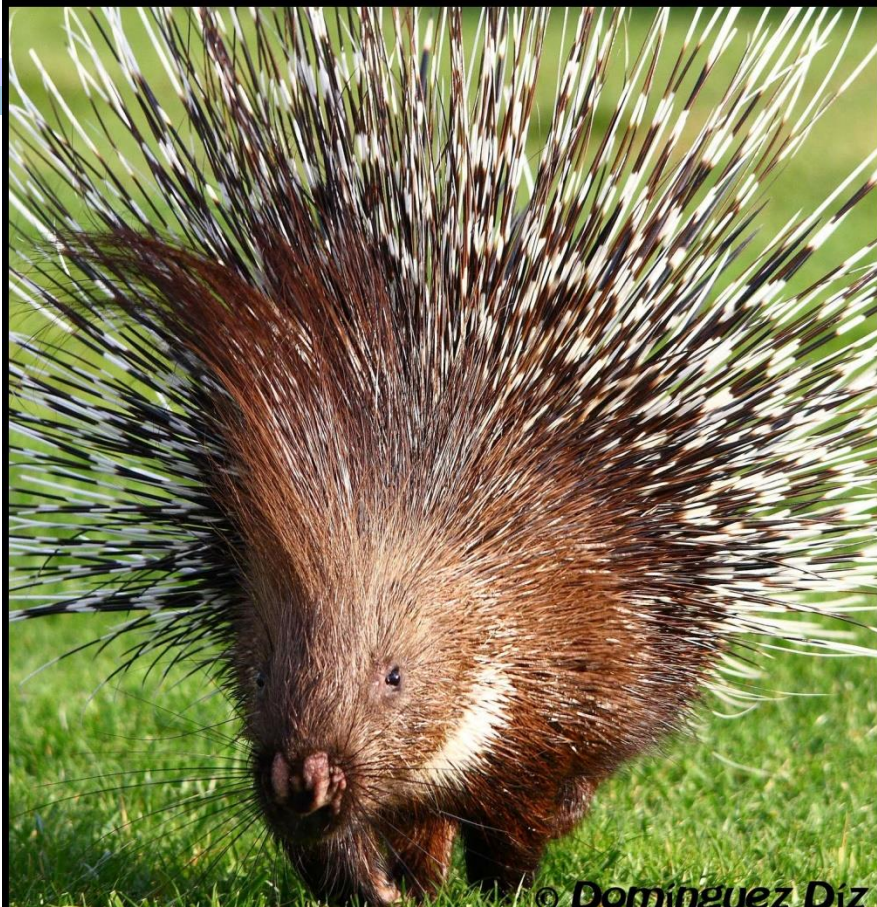
PREDACIÓN: relación por la cual un organismo vivo sirve como fuente de **alimento** a otro. En esta relación una especie se ve beneficiada y la otra perjudicada.

¿Los predadores reducen el tamaño de las poblaciones por debajo de su capacidad de carga?

¿La dinámica de las interacciones predador presa hace que las poblaciones oscilen?

La **PREDACIÓN** es un mecanismo muy importante de mantenimiento del equilibrio y de evolución en los ecosistemas. **Regula el crecimiento de las poblaciones**





© Dominguez Diz

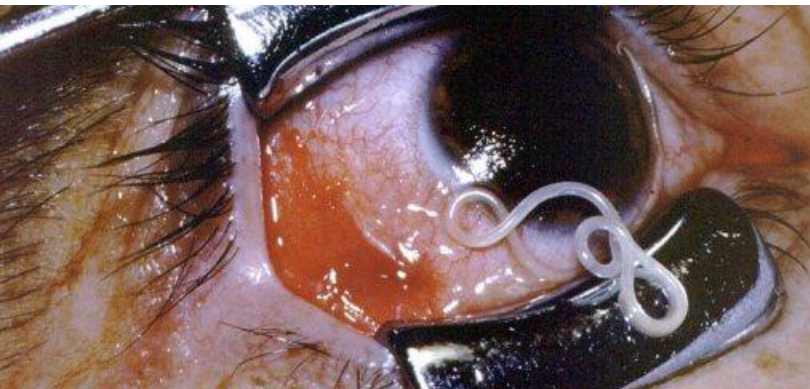


Parasitismo

Predación

Los **parásitos** son depredadores muy especializados, que **no causan la muerte del huésped**, de la que toma el alimento. Pero si lo debilita, lo que favorece el ataque secundario de otros organismos. El parásito amplía su capacidad de supervivencia utilizando a otras especies para que cubran sus necesidades básicas y vitales,

La relación entre parásito y hospedador suele mantenerse en equilibrio ya que de morir el huésped, moriría también el parásito.



Parasitismo





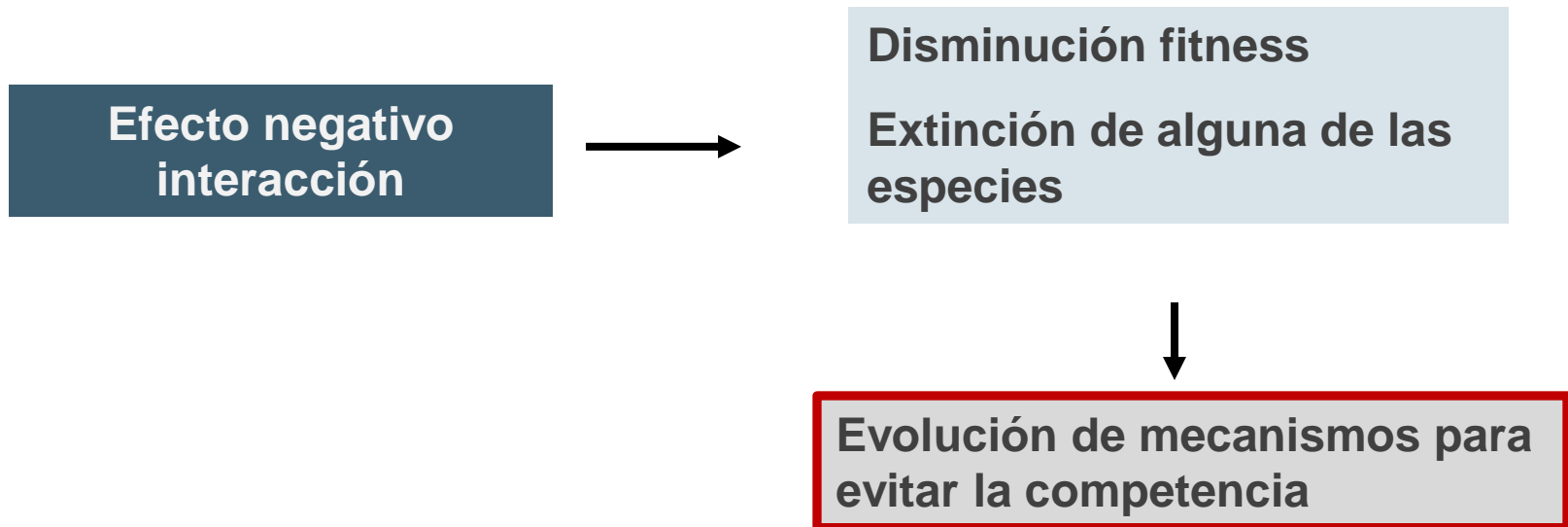
Predación

LOS HERBÍVOROS COMEN PLANTAS ENTERAS O PARTES DE ELLAS

- ✓ Funcionan como **PREDADORES** cuando consumen plantas enteras.
- ✓ Funcionan como **PARÁSITOS** cuando consumen tejido vivo de las plantas pero no matan al individuo.

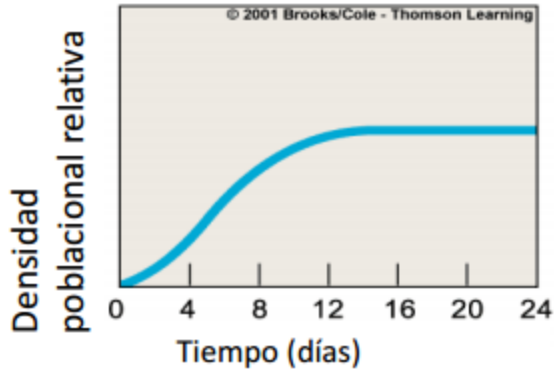
COMPETENCIA INTERESPECIFICA

La **COMPETENCIA** ocurre cuando **dos especies compiten** por el **mismo recurso limitante** del ecosistema (alimento, luz, agua, territorio, etc). Ambas especies se ven afectadas negativamente por la interacción, no necesariamente con la misma intensidad

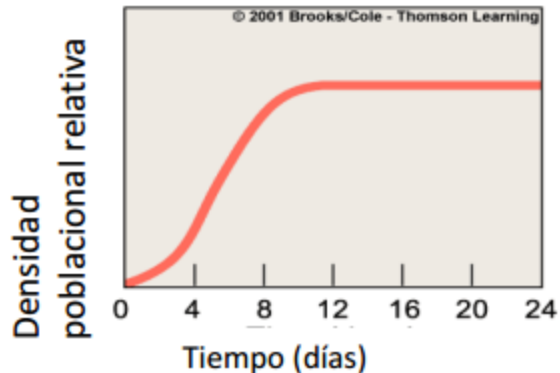


Exclusión competitiva

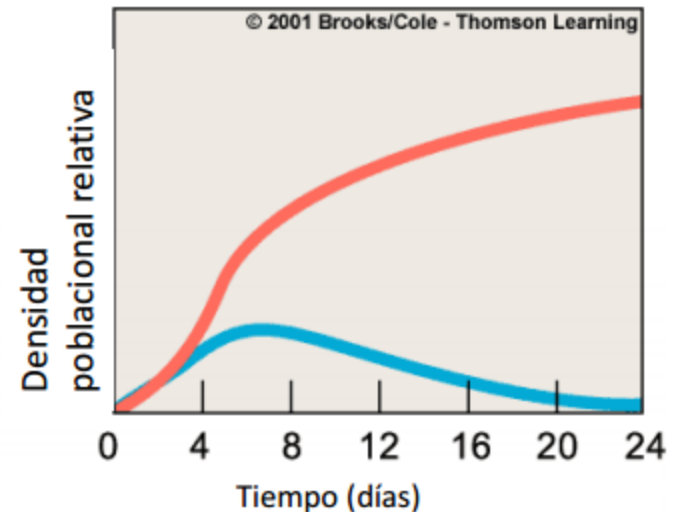
Dos especies no pueden explotar un recurso exactamente de la misma forma



Paramecium caudatum



Paramecium aurelia



Especies creciendo juntas

RELACIONES ENTRE ESPECIES

Relación Positiva



MUTUALISMO: dos especies se asocian para obtener **beneficios mutuos** como obtener alimento, protección contra los enemigos o un ambiente favorable donde crecer y reproducirse.

Facultativo: no es indispensable para la vida

Obligado: no pueden vivir uno sin el otro

Micorrizas (hongos y raíces) el 70% de las plantas terrestres necesitan micorrizas

El mutualismo esta muy frecuente en la naturaleza, gran parte de los seres vivos dependen de esta relación

La tercera parte de los alimentos que consumimos dependen de la polinización

Mutualismo

Hormigas ganaderas



RELACIONES ENTRE ESPECIES

COMENSALISMO : una especie se beneficia, mientras que la otra no es perjudicada ni beneficiada.

