

Teórica 8:  
Interacciones interespecíficas:

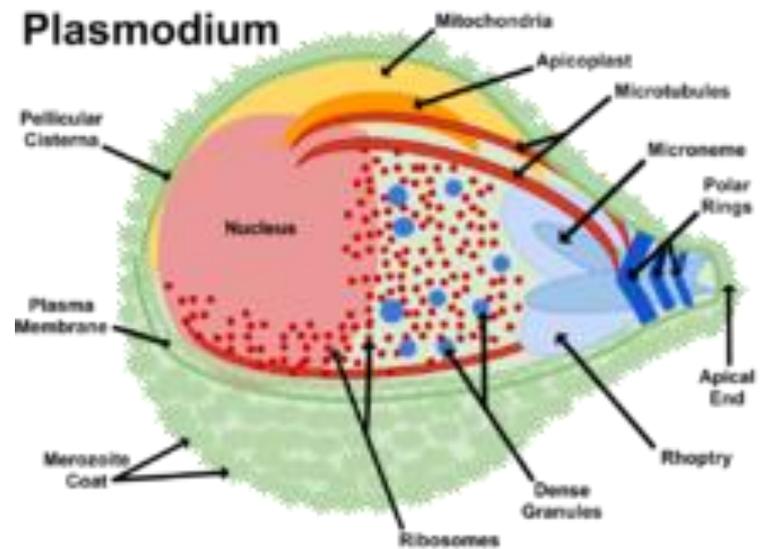
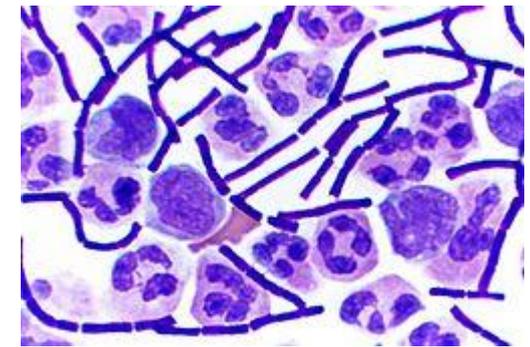
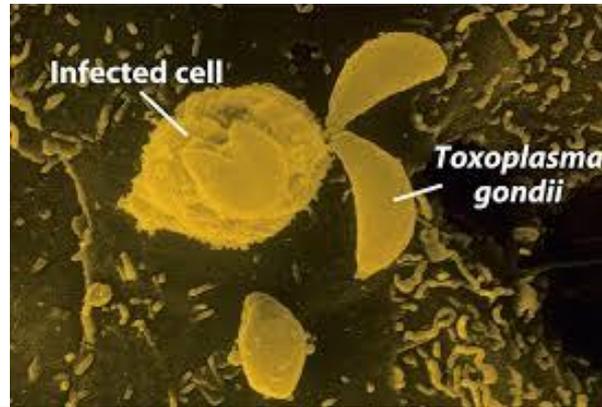
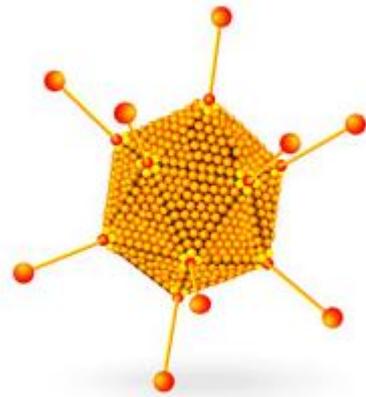
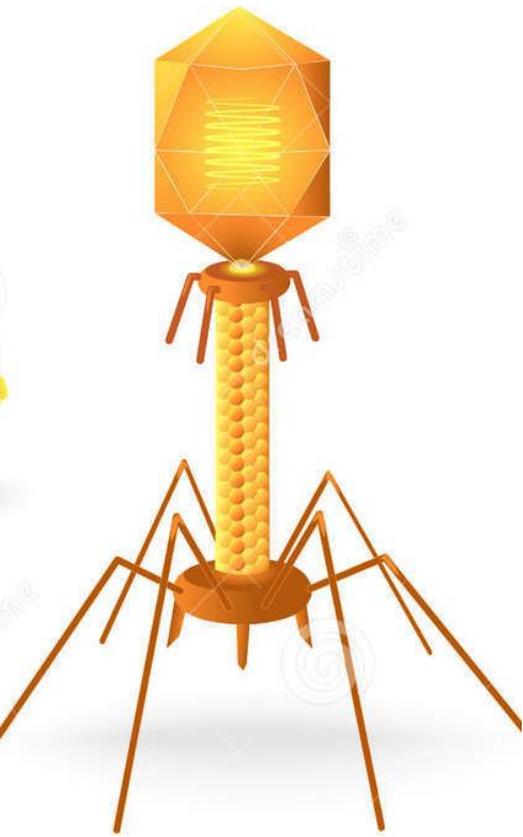
Parasitismo y  
enfermedades infecciosas

# Teórica 8: Esquema conceptual

- Tipos de párasitos: micro y macroparásitos
- Ejemplos de parasitismo
- Modelos de compartimientos de dinámica hospedador-parásito
- Ejemplos de dinámica hospedador-parásito
- Efectos de los parásitos sobre sus hospedadores a nivel individual y poblacional
- Evolución de interacciones hospedador-parásito

# Tipos de parásitos

- **Microparásitos:** Pequeños y frecuentemente intracelulares, se reproducen dentro o sobre sus hospedadores (virus, bacterias y protozoos).
- **Macroparásitos:** Crecen, pero, en general, no se reproducen, sobre sus hospedadores, producen estadios infectivos especializados, intercelulares (helmintos, artrópodos, etc.).





Helmintos



Nematodes



Platenmiltos

Artrópodos



# 10 causas principales de muerte en la población humana mundial

World	Deaths in millions	% of deaths
Coronary heart disease	7.20	12.2
Stroke and other cerebrovascular diseases	5.71	9.7
Lower respiratory infections	4.18	7.1
Chronic obstructive pulmonary disease	3.02	5.1
Diarrhoeal diseases	2.16	3.7
HIV/AIDS	2.04	3.5
Tuberculosis	1.46	2.5
Trachea, bronchus, lung cancers	1.32	2.3
Road traffic accidents	1.27	2.2
Prematurity and low birth weight	1.18	2.0

Total enfermedades infecciosas 16.8%

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2004



# Estabilidad de la interacción huésped-parásito

- ¿Puede la enfermedad persistir en el tiempo en esta población o irá desapareciendo?
- ¿Cómo cambia la proporción de individuos infectados y sanos en el tiempo?
- ¿Puede llevar la enfermedad a extinciones locales?

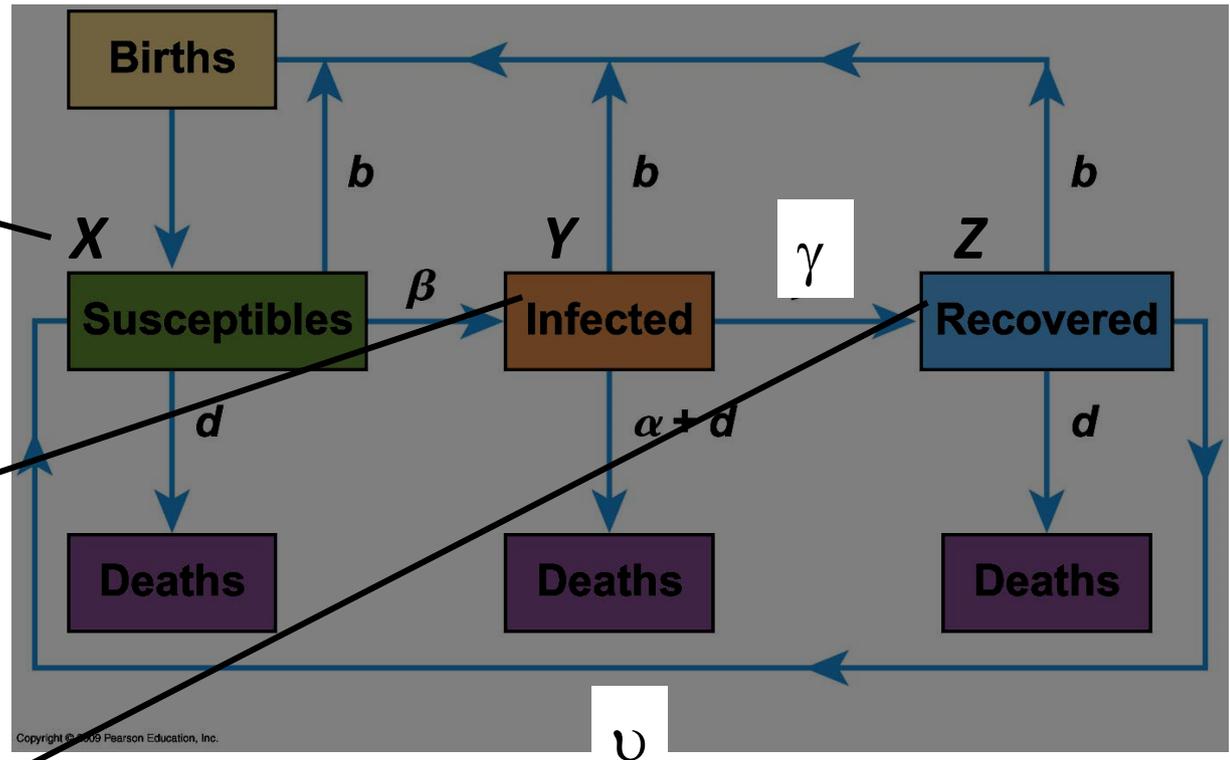
Estas preguntas se pueden contestar reemplazando cada caja por modelos matemáticos

# Dinámica de la transmisión: Densidad de la población y $\beta$ constante

$$\frac{dX}{dt} = \frac{-\beta XY}{N}$$

$$\frac{dY}{dt} = \frac{\beta XY}{N} - \gamma Y$$

$$\frac{dZ}{dt} = \gamma Y$$



$$R_0 = \frac{\beta X}{\gamma}$$

Número promedio de infecciones secundarias producidas por un individuo infectado.

Para que haya epidemia

$$R_0 > 1.$$

# Cálculo de $R_0$

Para que haya transmisión,  $dY/dt > 0$ , o

$$\beta XY - \gamma Y > 0$$

Simplificando,

$$\beta X - \gamma > 0$$

$$\beta X > \gamma$$

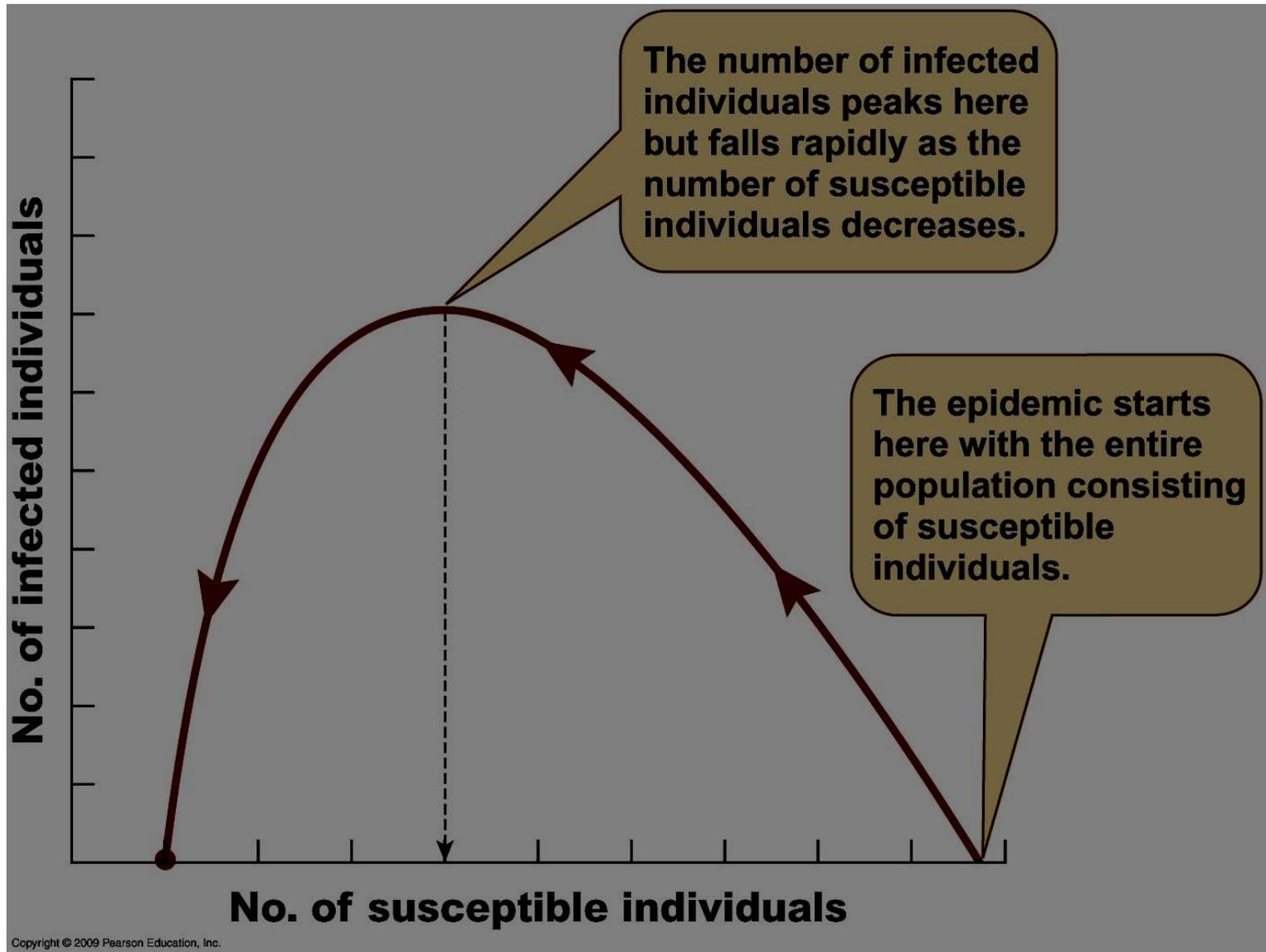
$$\frac{\beta X}{\gamma} > 1$$

**Definimos** →

$$R_0 = \frac{\beta X}{\gamma}$$

Un individuo infectado se encuentra e infecta en promedio a  $\beta$  individuos susceptibles por unidad de tiempo

# Dinámica de la transmisión: Densidad de hospedador constante



# Control de enfermedades infecciosas por vacunación

Si vacunamos a una proporción  $c$  de la población, los individuos susceptibles serán  $(1 - c)X$ , y entonces

$$R_0 = \frac{(1 - c)\beta X}{\gamma}$$

Para evitar una epidemia,  $R_0 < 1$ . Entonces

$$\frac{(1 - c)\beta X}{\gamma} < 1$$

y

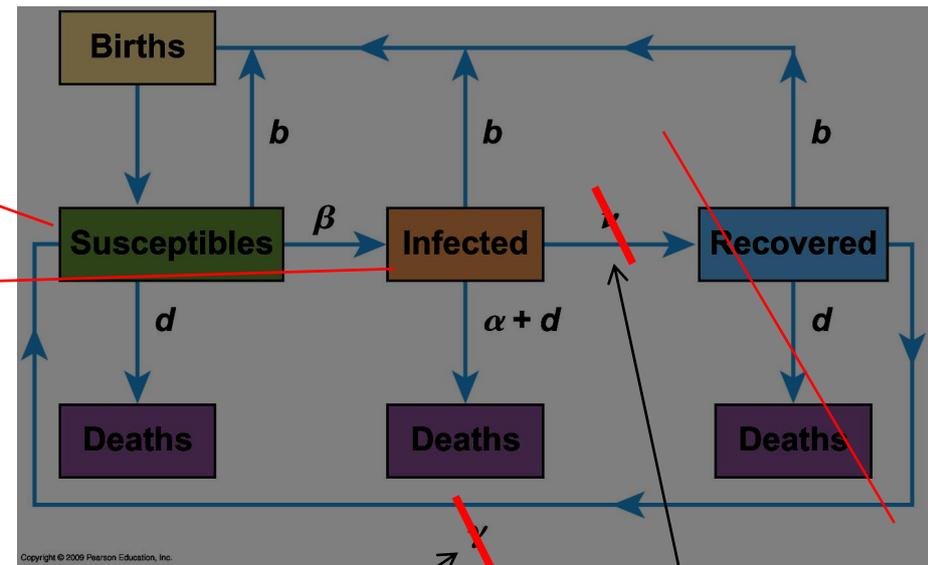
$$c > 1 - \frac{\gamma}{\beta X} = 1 - \frac{1}{R_0}$$

# Dinámica de la transmisión:

Densidad de hospedador variable. Modelo S.I.

$$\frac{dX}{dt} = bN - dX - \frac{c\beta XY}{N}$$

$$\frac{dY}{dt} = \frac{c\beta XY}{N} - (\alpha + d) Y$$



C: tasa constante que es función del tamaño poblacional.

En equilibrio:

$$\frac{dX}{dt} = 0 = \frac{dY}{dt}$$

$$Y^* = \frac{b-d}{\alpha} N^*$$

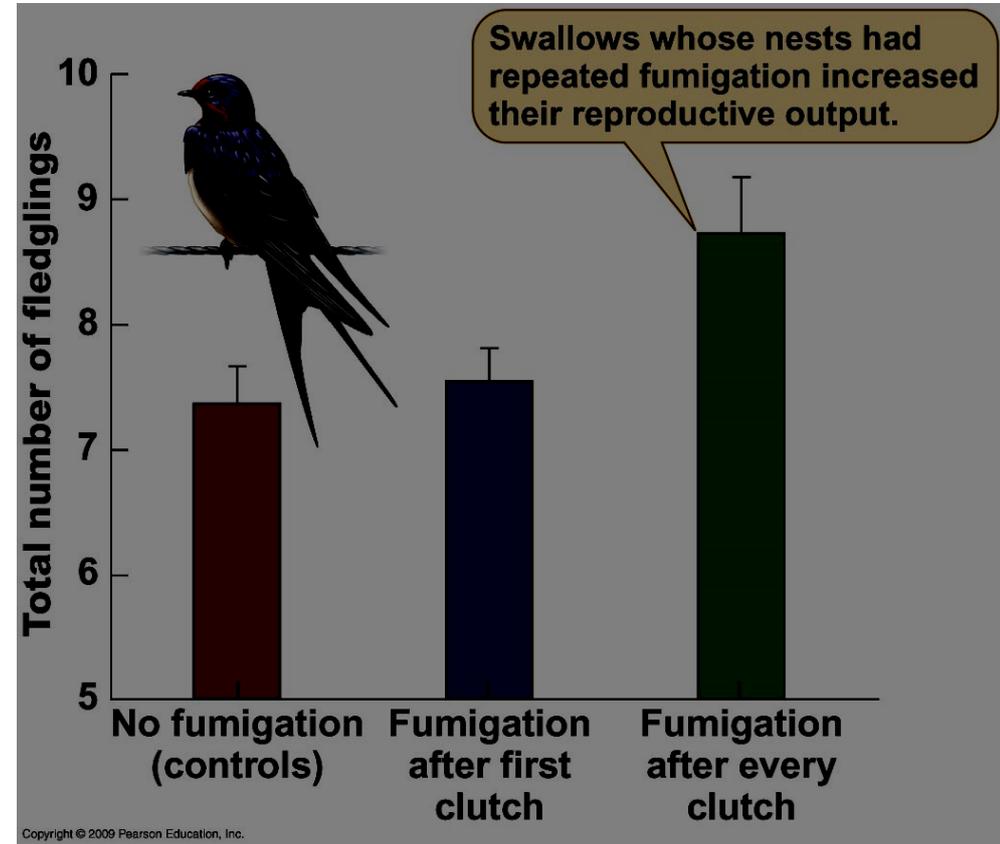
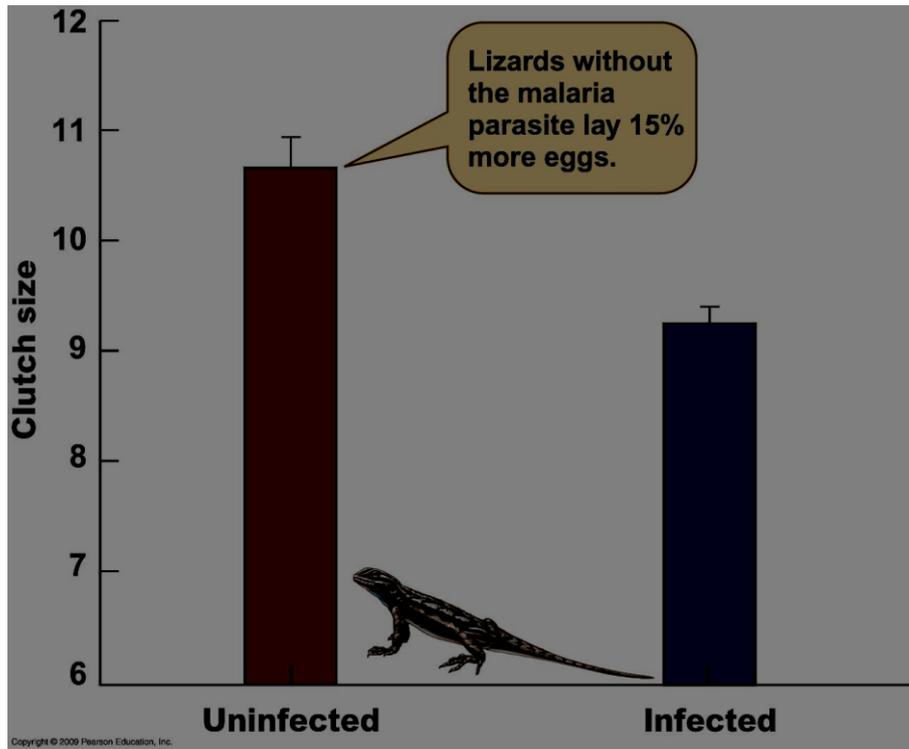
$$c^* N = \frac{\alpha(\alpha + d)}{\beta(\alpha + d - b)}$$

La población del hospedador va a disminuir cuando:

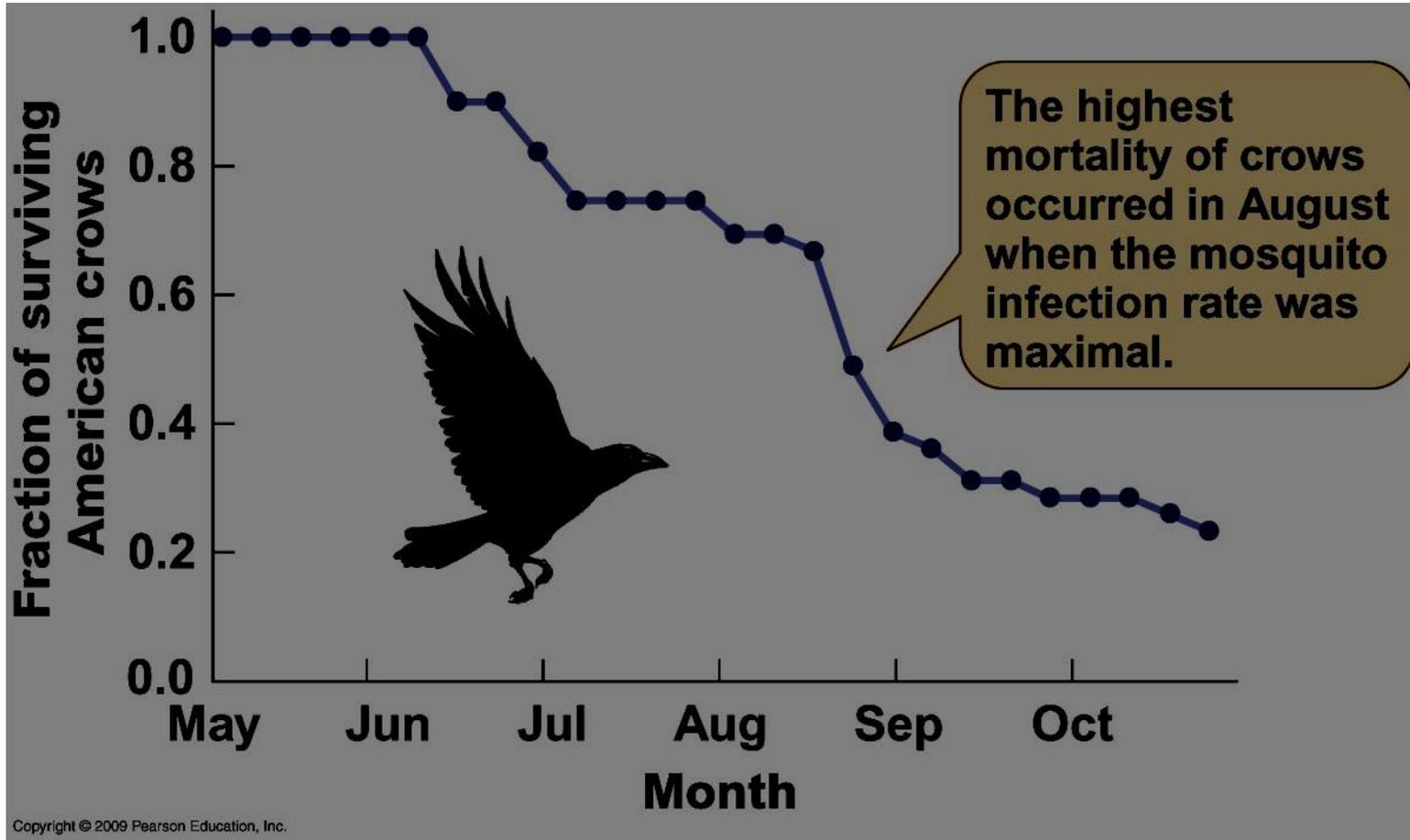
$$\alpha > b - d$$

Es decir, cuando la tasa de mortandad de la enfermedad sea mayor que la tasa de crecimiento potencial de la población.

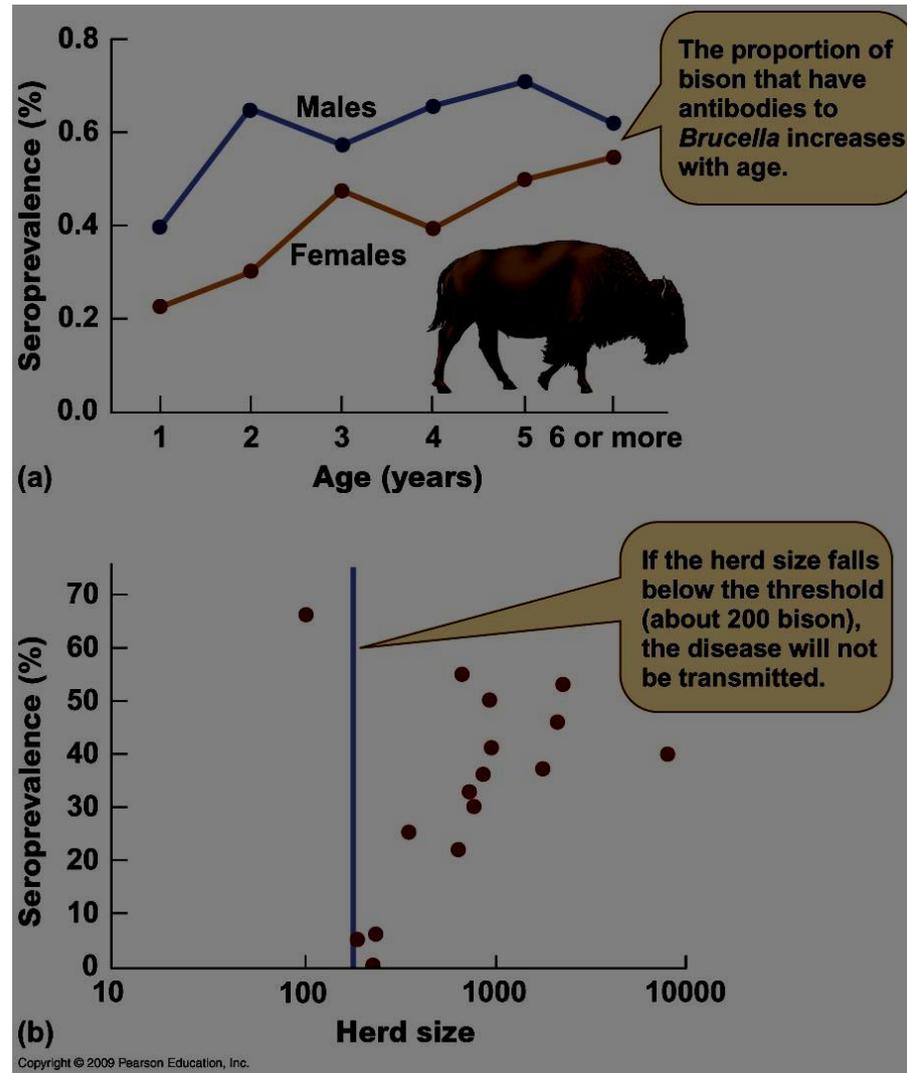
# Efectos de los parásitos sobre la reproducción de sus hospedadores



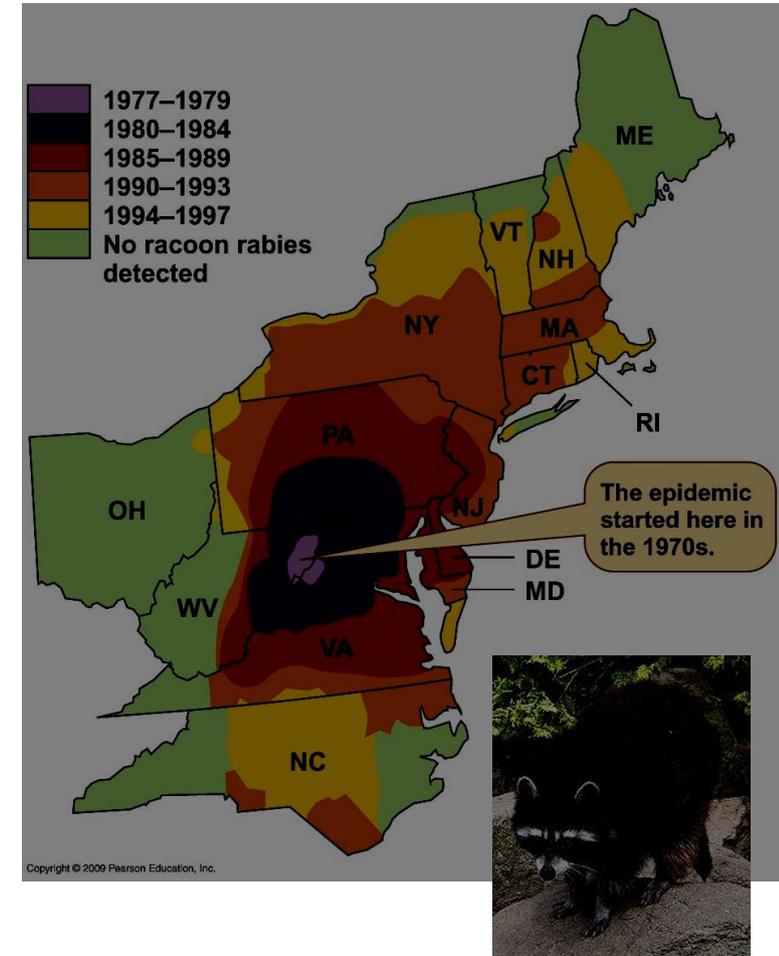
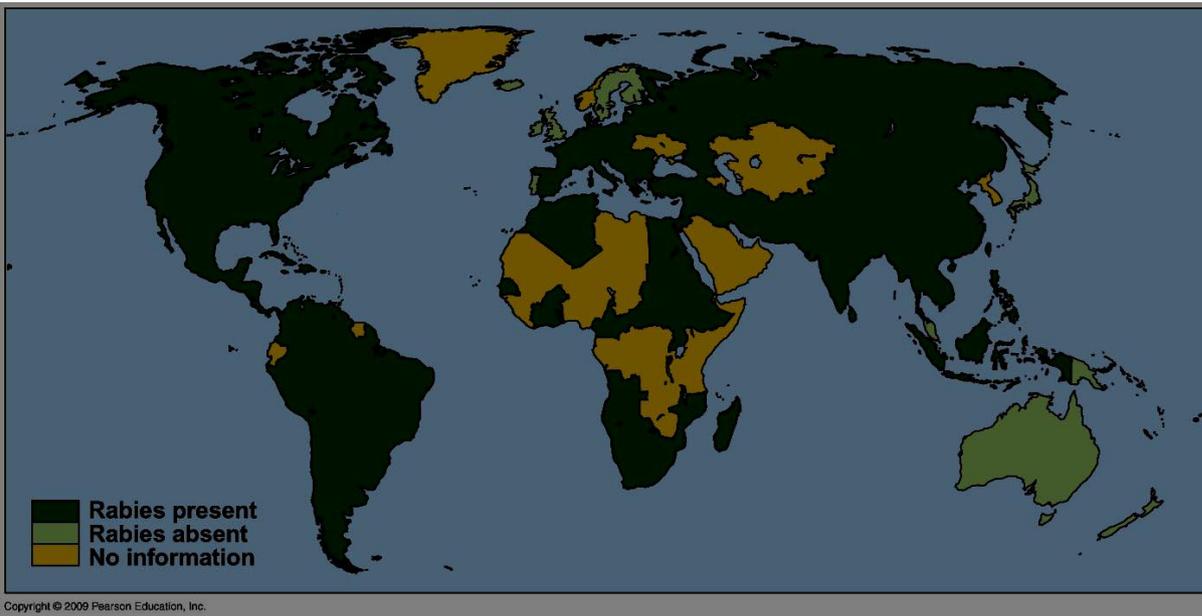
# Efectos de los parásitos sobre la mortalidad de sus hospedadores



# Ejemplos: Brucelosis en el bisón de Yellowstone

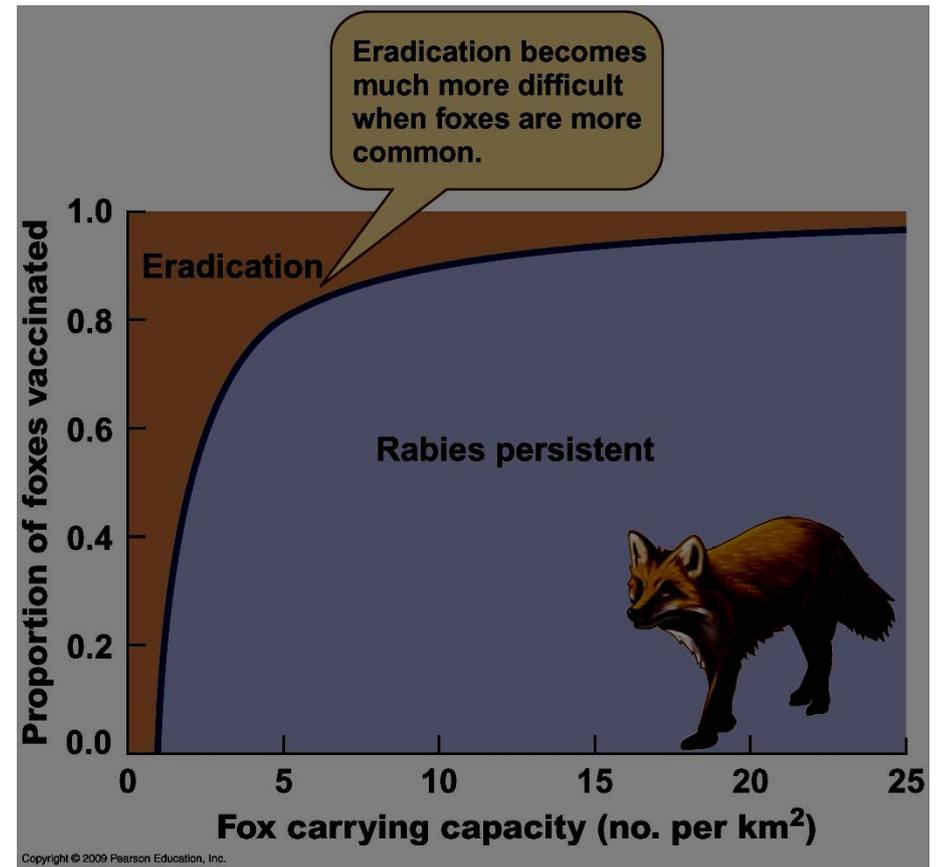
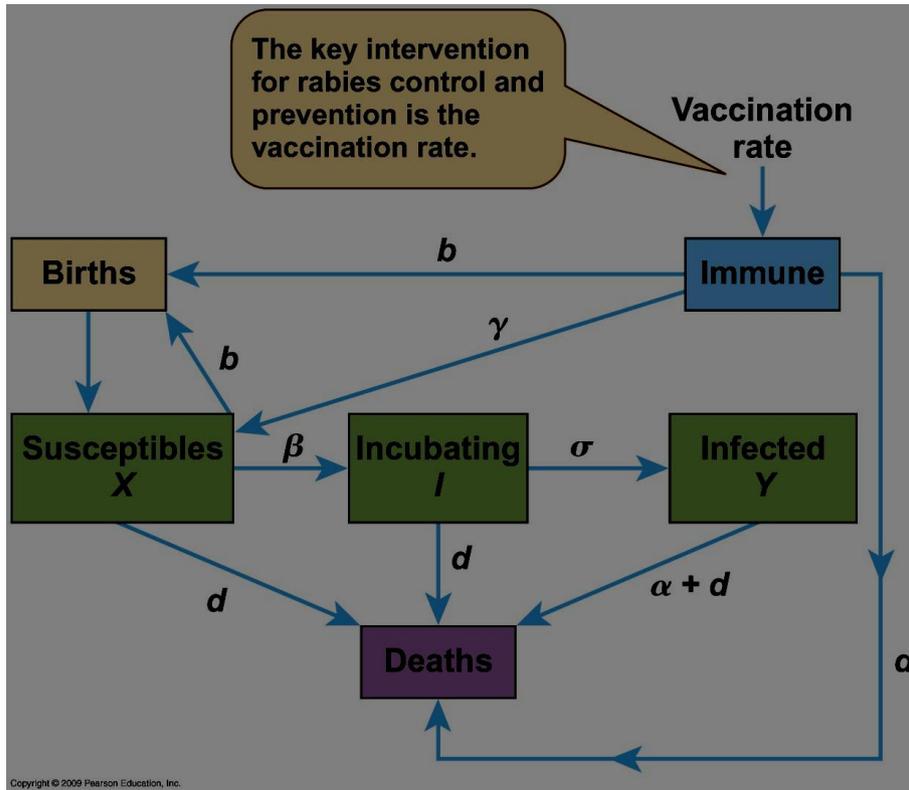


# Ejemplos: Rabia en mamíferos silvestres

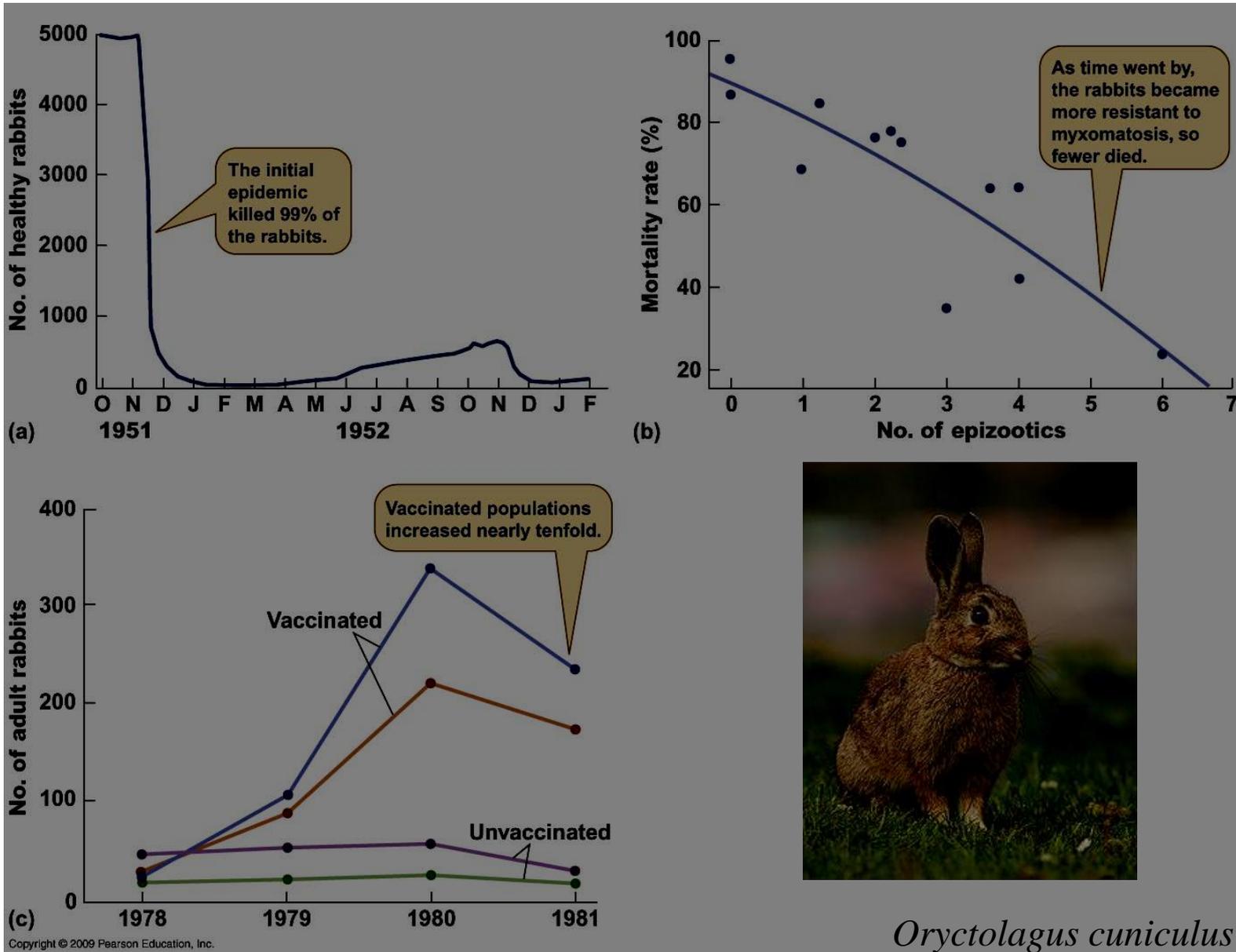


*Procyon lotor*

# Ejemplos: Rabia en mamíferos silvestres

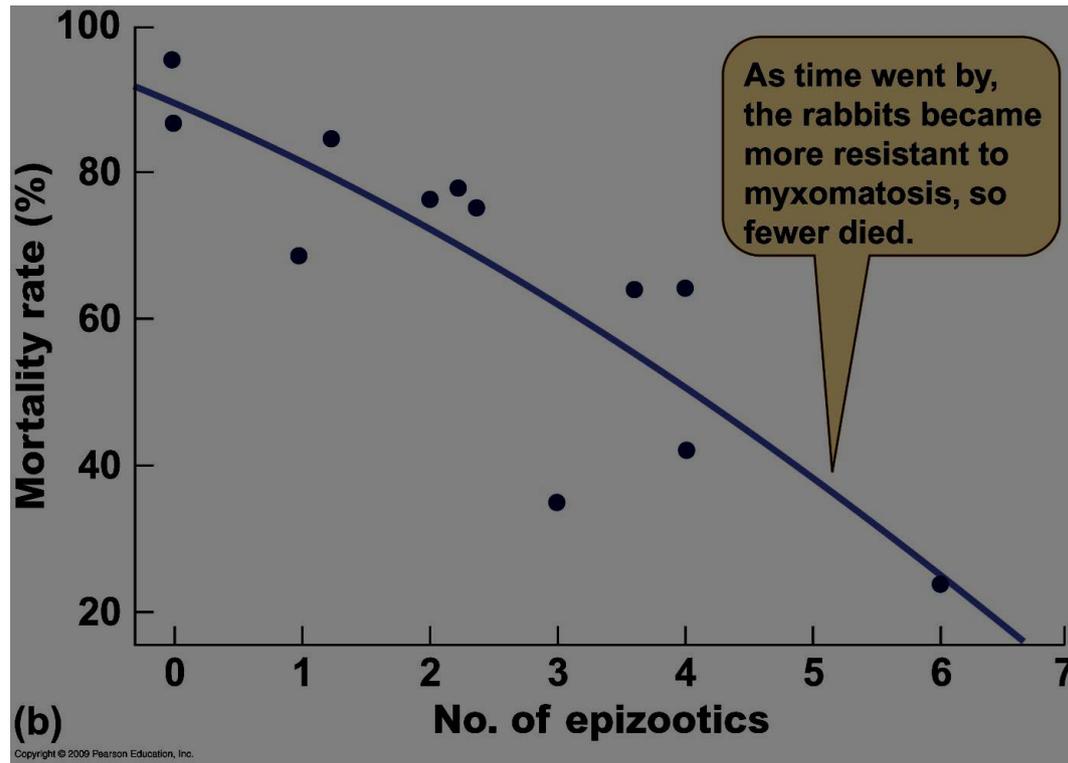


# Ejemplos: Mixomatosis en conejos

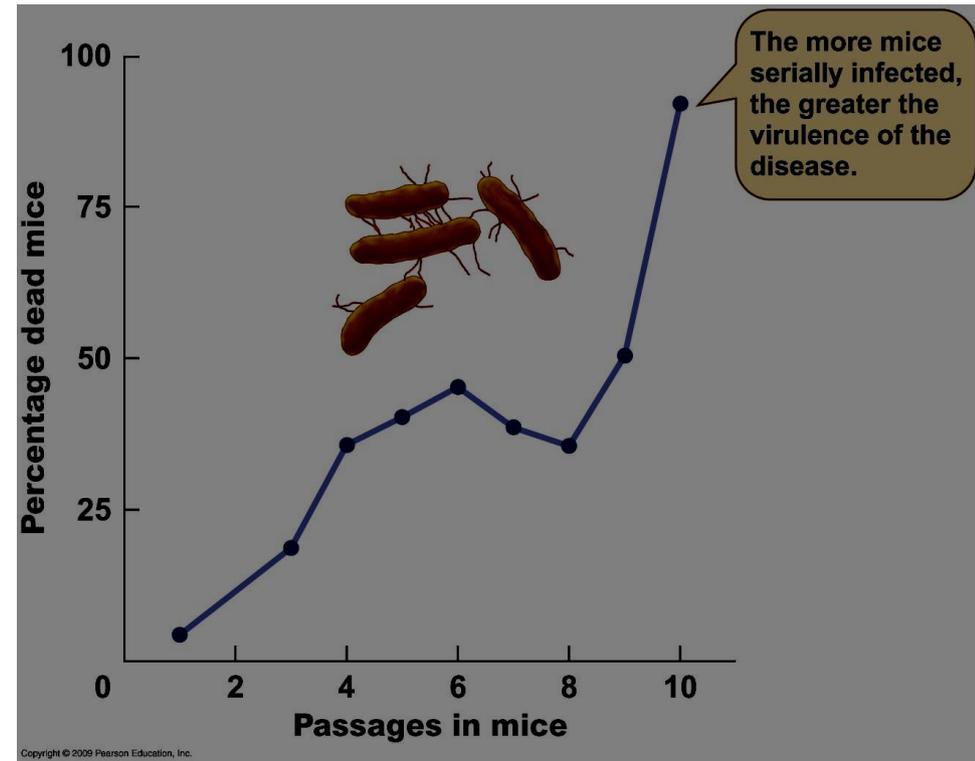


# Evolución de la virulencia

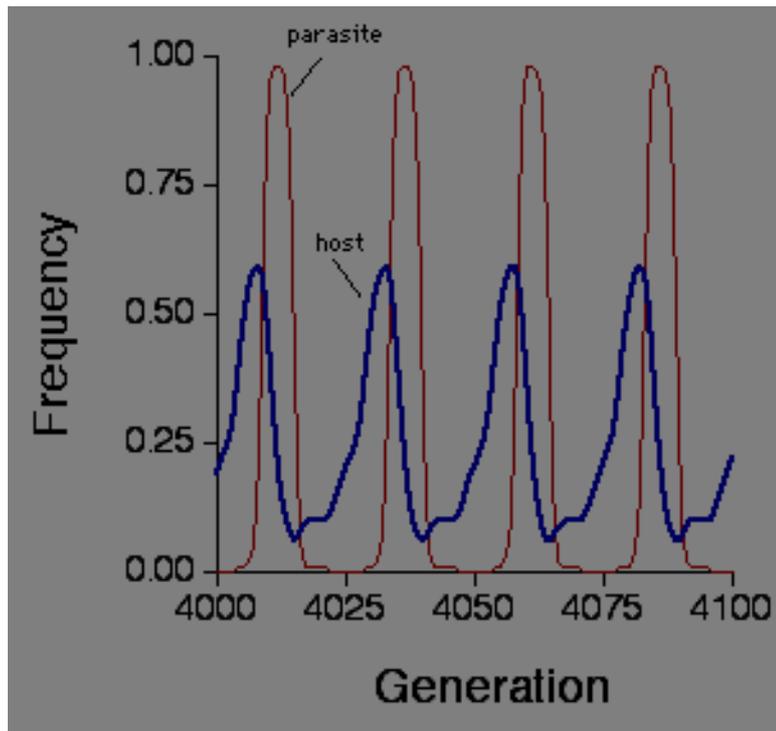
Virus myxoma en conejo europeo



*Salmonella typhimurium* en ratones



# Evolución de la virulencia: Hipótesis de la reina roja



# Teórica 8: Recapitulación

- Pueden utilizarse modelos matemáticos simples para estudiar la dinámica de los sistemas hospedador-parásito
- Los parásitos pueden afectar a sus hospedadores tanto a nivel individual (fecundidad y mortalidad) como poblacional
- Los sistemas h-p pueden coevolucionar para volverse más benignos, o mantenerse altamente perjudiciales mediante una carrera armamentista