Teórica 7:
Interacciones interespecíficas:

Depredación

Repaso Teóricas 5 y 6: Competencia, herbivoría y mutualismo

- ¿Qué es la competencia por recursos y por interferencia?
- ¿Cómo podemos modelar la competencia?
- ¿Pueden coexistir dos especies ecológicamente iguales?
- ¿Qué es el nicho?
- ¿Cómo podemos estudiar la competencia experimentalmente?
- ¿Qué es el desplazamiento de caracteres?
- ¿Cómo pueden defenderse las plantas de los herbívoros? ¿Son las defensas rígidas o inducibles?
- ¿Qué es el mutualismo?

Teórica 7: Esquema conceptual

- Modelos discretos de depredador-presa
- Modelos continuos de depredador-presa
- Estudios de laboratorio y de campo
- Respuesta numérica y respuesta funcional

Tipos de depredación

- Herbivoría: animales que comen plantas, en muchos casos sin matarlas
- Carnivoría: animales (¡o plantas!) que comen animales, en general matándolos
- Parásitos: organismos que viven sobre o en otros organismos y se alimentan de ellos
- Parasitoides: insectos cuyas larvas se desarrollan en otros insectos huéspedes, matándolos
- Canibalismo: organismos que se alimentan de organismos de su misma especie

Dinámica de presas y sus depredadores

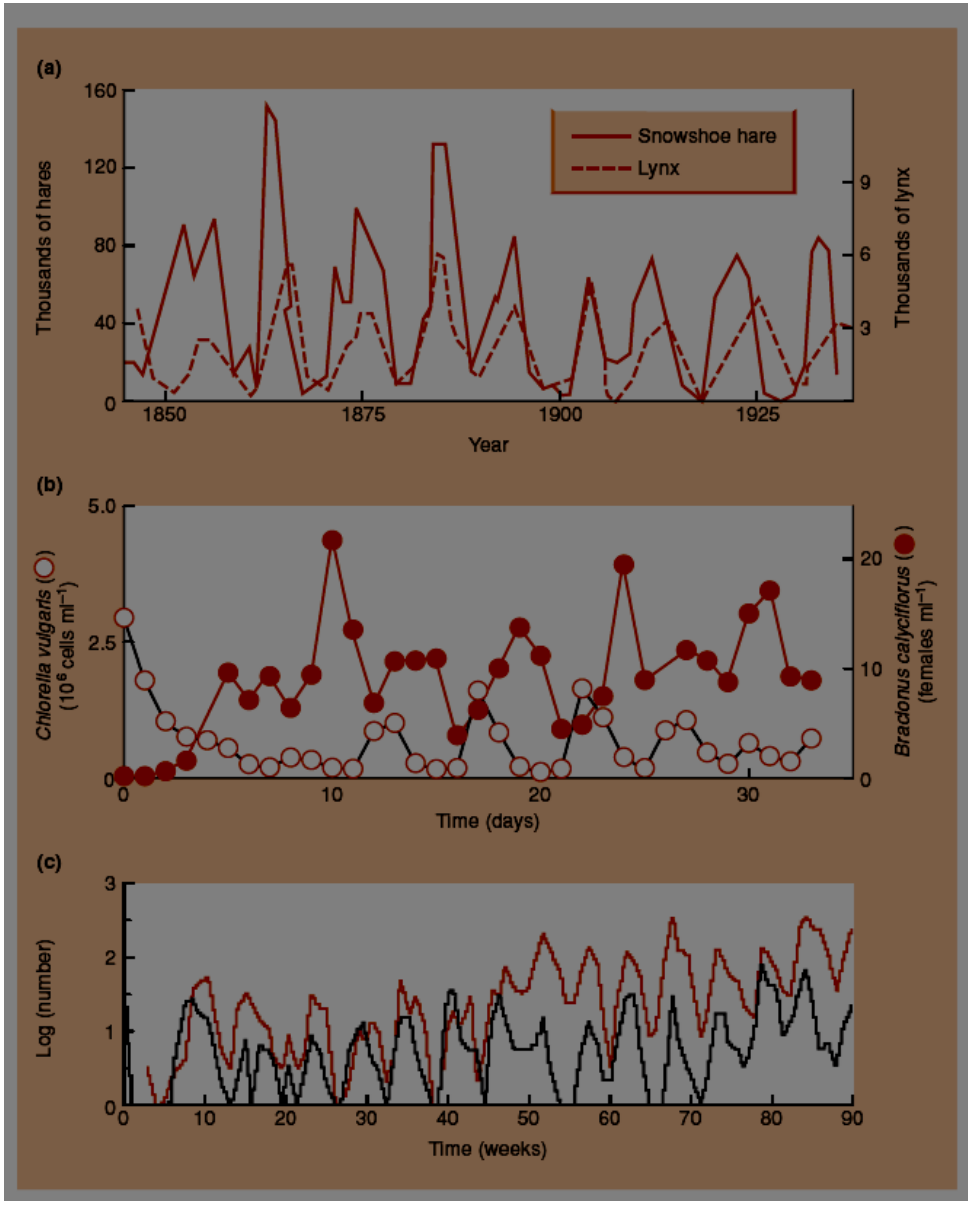


Figure 10.1 Coupled oscillations in the abundance of predators and prey. (a) The snowshoe hare (*Lepus americanus*) and the Canadian lynx (*Lynx canadensis*) as determined by the number of pelts lodged with the Hudson Bay Company. (After MacLulick, 1937.) (b) Parthenogenetic female rotifers, *Bracionus calyciflorus* (predators, ●), and unicellular green algae, *Chlorella vulgaris* (prey, ○) in laboratory cultures. (After Yoshida *et al.*, 2003). (c) The parasitoid *Venturia canescens* (——) and its moth host *Plodia interpunctella* (——) in laboratory cultures. (After Bjørnstad *et al.*, 2001.)

Modelo de depredación de generaciones discretas

$$N_{t+1} = \lambda N_t f(N_t, P_t)$$

$$P_{t+1} = cN_t[1 - f(N_t, P_t)]$$

N_t : Densidad de la presa u hospedador

P_t : Densidad del depredador o parasitoide

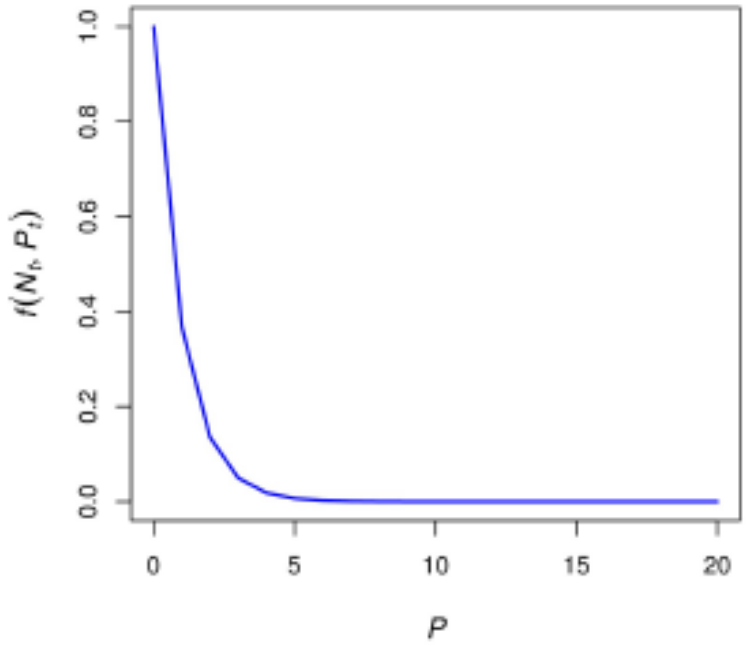
λ: Tasa finita de crecimiento poblacional

c: Número de predadores producido por cada presa consumida (respuesta numérica)

$f(N_t, P_t)$: Función de supervivencia de la presa (proporción que no son atacadas)

Modelo de depredación de generaciones discretas

$$f(N_t, P_t) = e^{-aP_t}$$



f(N_t, P_t): Supervivencia de la presa según las densidades de la presa y el predador

a: área de descubrimiento de la presa del predador o parasitoide (proporción de hospedadores encontrados durante la vida de un parasitoide)

Modelo de depredación de generaciones discretas (Nicholson-Bailey)

$$N_{t+1} = \lambda N_t e^{-aP_t}$$

$$P_{t+1} = N_t[1 - e^{-aP_t}]$$

N_t : Densidad de la presa u hospedador

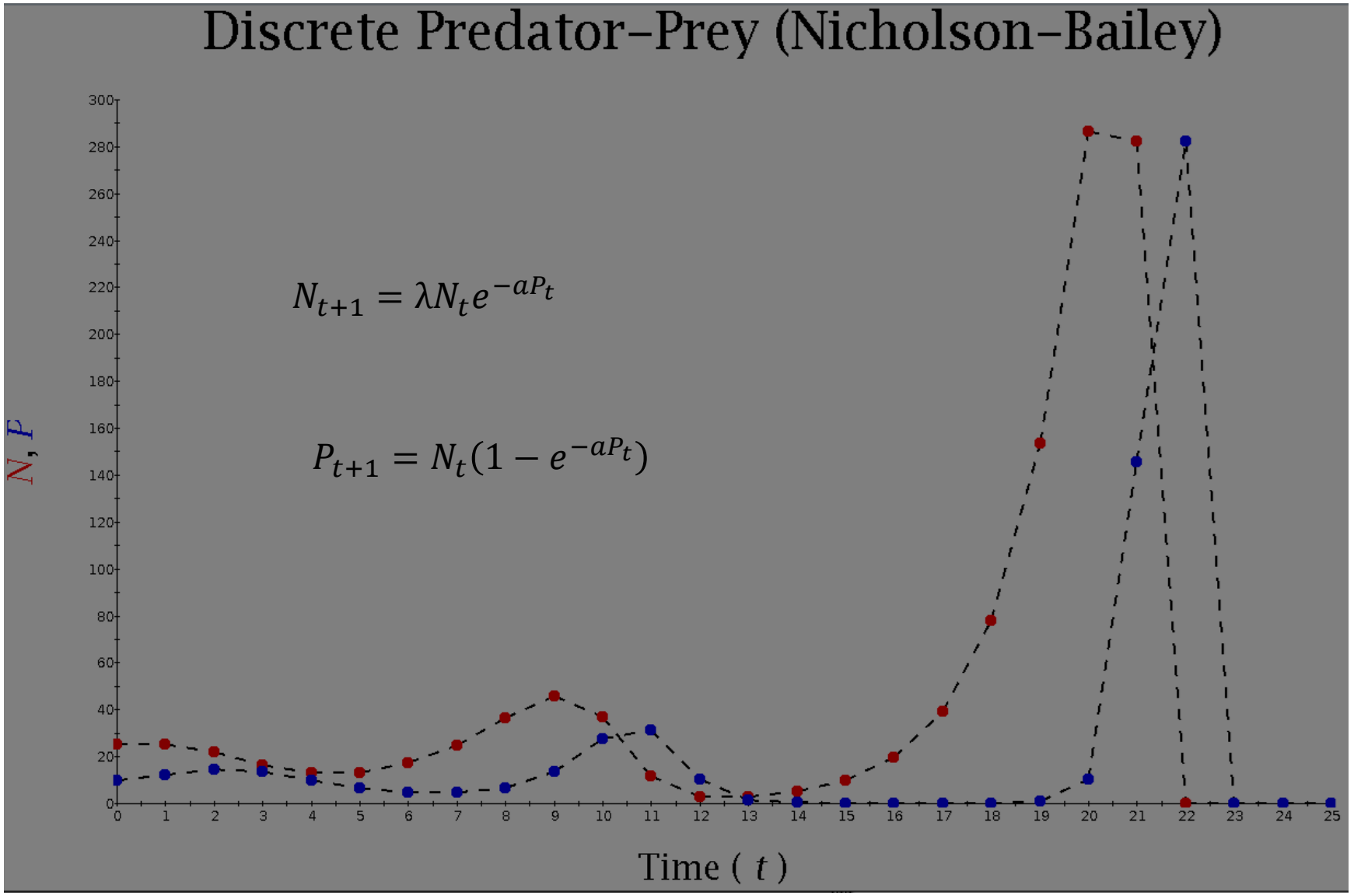
P_t : Densidad del depredador o parasitoide

λ: Tasa finita de crecimiento poblacional

a: Eficiencia de búsqueda o área de descubrimiento del predador o parasitoide (proporción de hosp. encontrados por un parasitoide en toda su vida)

Nota: Suponemos que $c = 1$ (un parasitoide producido por cada hospedador consumido)

El modelo de Nicholson-Bailey es inestable (oscilaciones crecientes)



Modelo de Nicholson-Bailey con densodependencia en la presa

"Las grandes fluctuaciones producidas por la oscilación creciente pueden ser limitadas por otros factores además de los parasitoides, de manera que la oscilación es mantenida perpetuamente a una gran amplitud constante en un ambiente constante."

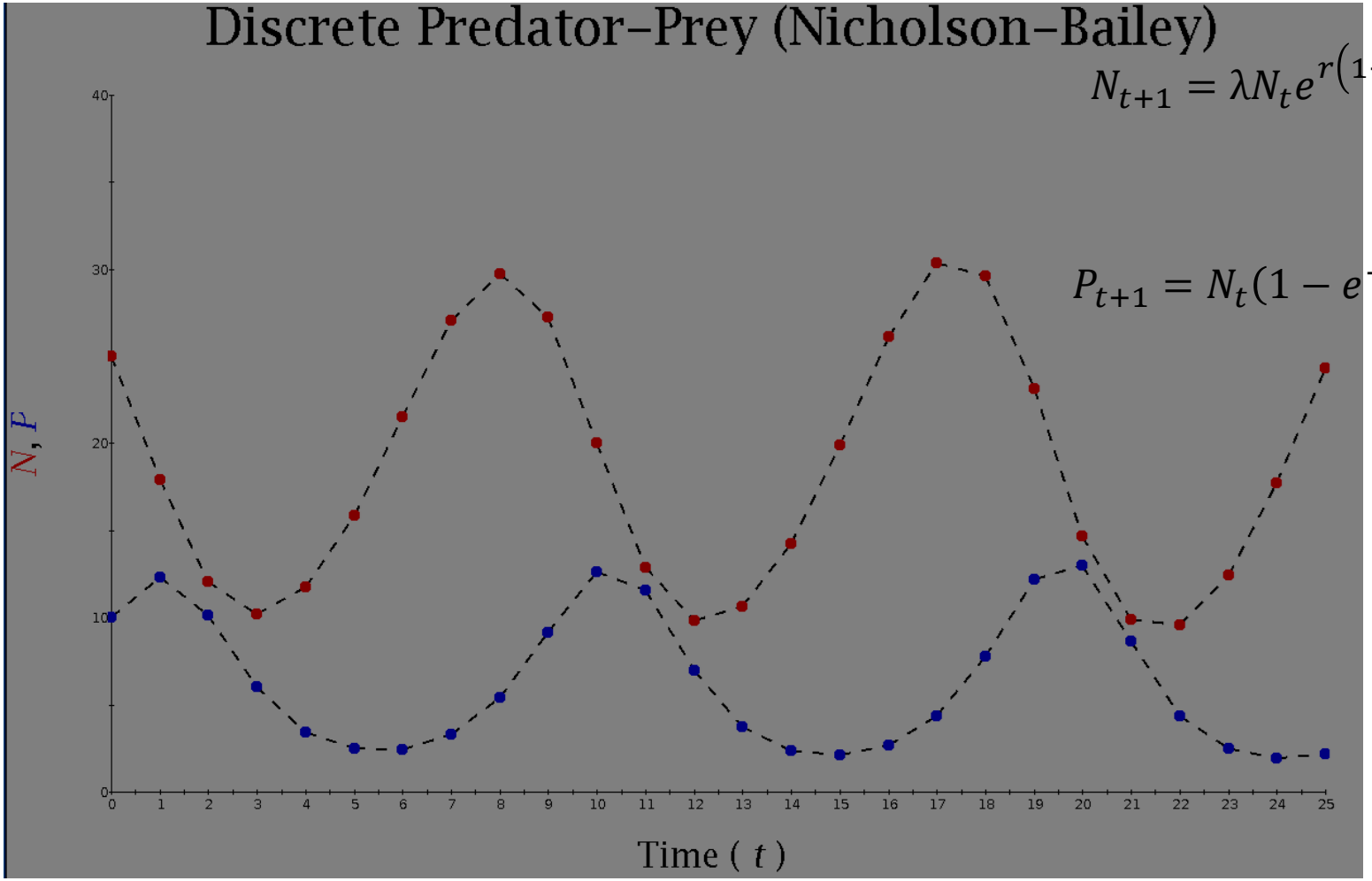
--Nicholson y Bailey (1935)

$$N_{t+1} = \lambda N_t e^{r\left(1-\frac{N_t}{K}\right)-aP_t}$$

$$P_{t+1} = N_t(1 - e^{-aP_t})$$

Equivalente al modelo de Krebs (eqs. 11.2 y 11.3, pág. 190)

La densodependencia en la presa estabiliza el modelo Nicholson-Bailey



Modelo de para generaciones continuas: Lotka-Volterra

- P: número de predadores
- N: número de presas
- Asumen crecimiento exponencial en ausencia de predadores

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

- Pero las presas son removidas por los predadores a una tasa que depende de la probabilidad de encuentro entre ambos
- A mayor cantidad de presas y predadores mayor es la tasa de encuentro
- Pero, el número de presas consumidas depende de la eficiencia de búsqueda y ataque del predador (a) también llamada "Tasa de ataque"

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

$Ecuación\ Lotka - Volterra\ para\ la\ presa$

Modelo de para generaciones continuas: Lotka-Volterra

- En ausencia de presas asumen que el número de predadores disminuirá exponencialmente por muertes por inanición

$$\frac{dP}{dt} = -qP$$

- q: Tasa de mortalidad de los predadores
- La tasa de mortalidad es contrarrestada por la tasa de nacimientos, que dependen de:
  - 1- La tasa a la que la presa es consumida (*aPN)*
  - 2- La eficiencia de consumo en términos de conversión de esa energía en número de predadores (*f*)

$$\frac{dP}{dt} = faNP - qP$$

Ecuación Lotka –Volterra para el predador

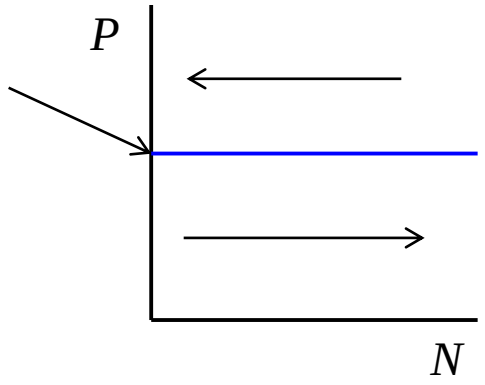
Modelo de Lotka-Volterra: Isoclinas

Para la presa:

$$\frac{dN}{dt} = rN - aNP = 0$$

$$rN = aNP$$

$$P = \frac{r}{a}$$

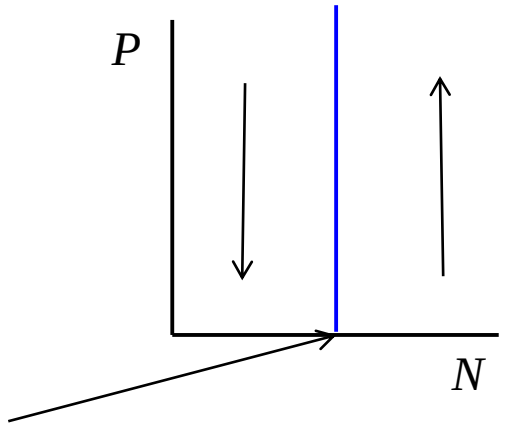


Para el predador:

$$\frac{dP}{dt} = faNP - qP = 0$$

$$faNP = qP$$

$$N = \frac{q}{fa}$$



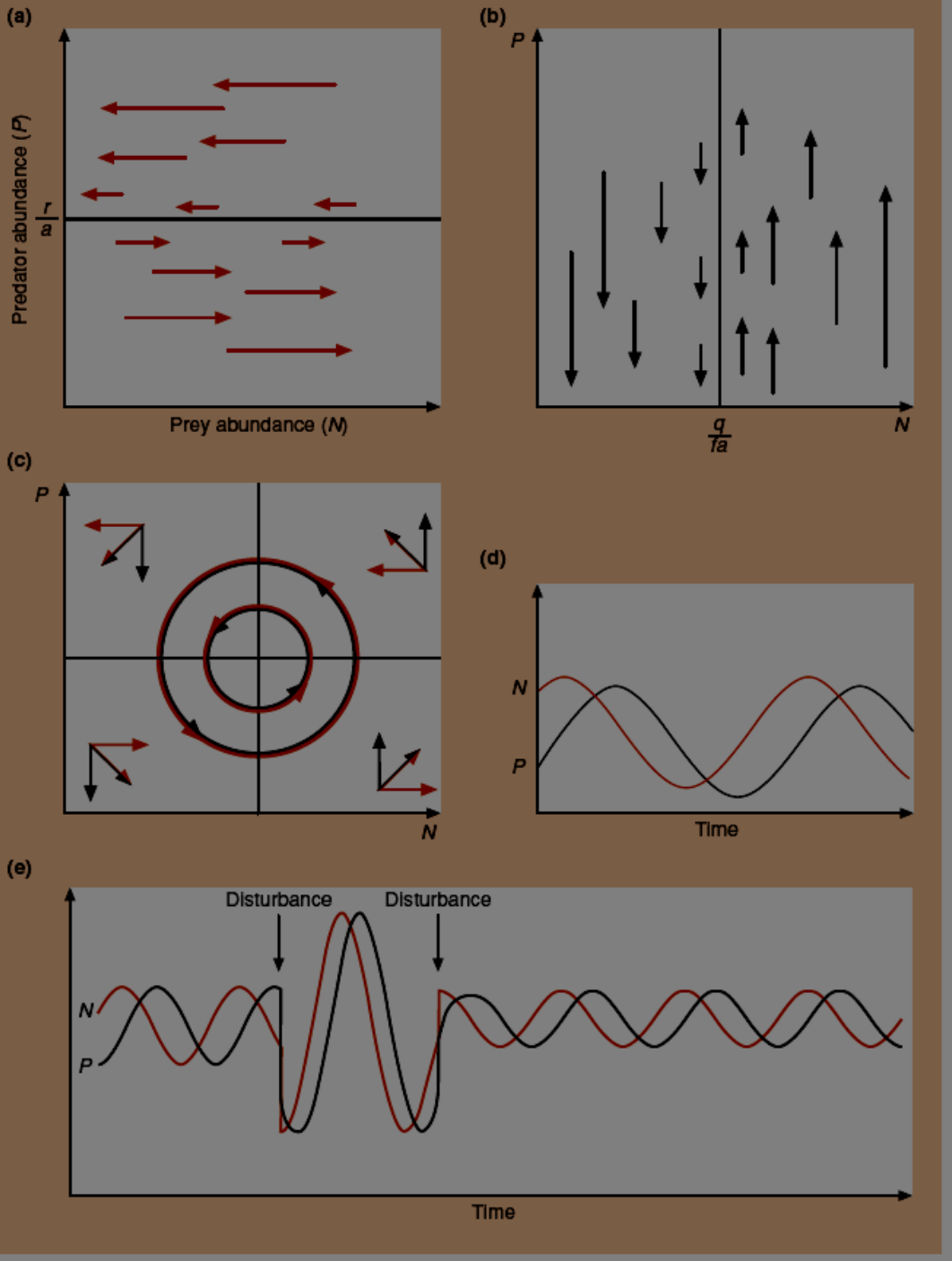
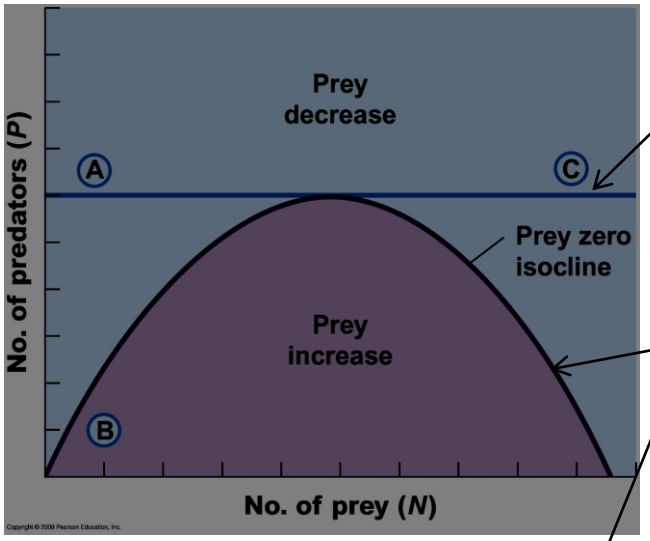


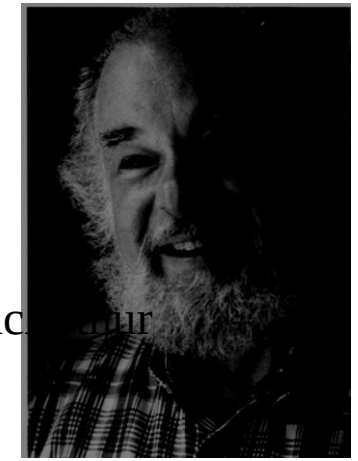
Figure 10.2 The Lotka–Volterra predator–prey model. (a) The prey zero isocline, with prey (*N*) increasing in abundance (arrows left to right) at lower predator densities (low *P*) and decreasing at higher predator densities. (b) The predator zero isocline, with predators increasing in abundance (arrows pointing upwards) at higher prey densities and decreasing at lower prey densities. (c) When the zero isoclines are combined, the arrows can also be combined, and these joint arrows progress in anticlockwise circles. In other words, the joint population moves with time from low predator/low prey (bottom left in (c)), to low predator/high prey (bottom right), to high predator/high prey, to high predator/low prey and back to low predator/low prey. Note, however, that the lowest prey abundance ('9 o'clock') comes one-quarter of a cycle before the lowest predator abundance ('6 o'clock' – anticlockwise movement). These coupled cycles of predator–prey abundance, continuing indefinitely, are shown as numbers against time in (d). However, as shown in (e), these cycles exhibit neutral stability: they continue indefinitely if undisturbed, but each disturbance to a new abundance initiates a new, different series of neutrally stable cycles, around the same means but with a different amplitude.

Inclusión de densodependencia en modelo de Lotka-Volterra



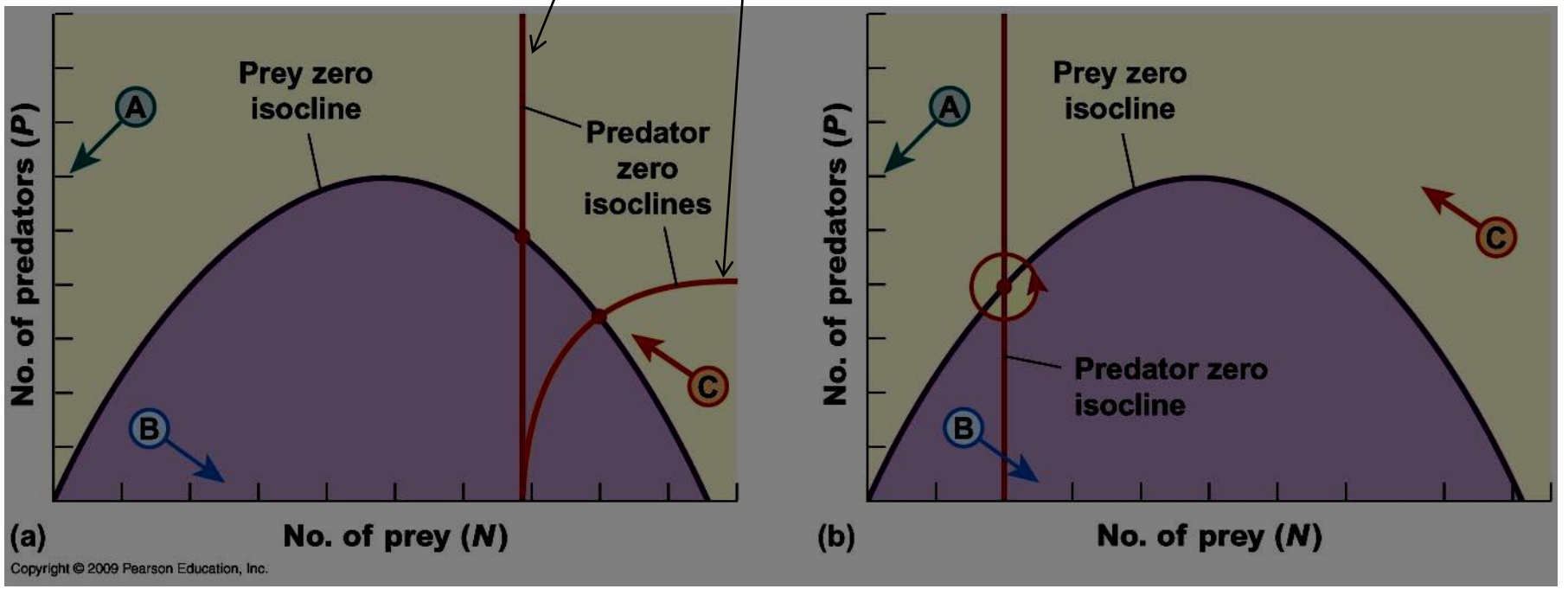
Lotka-Volterra

Rosenzweig-Mac[illegible]ur



Michael Rosenzweig

Robert MacArthur

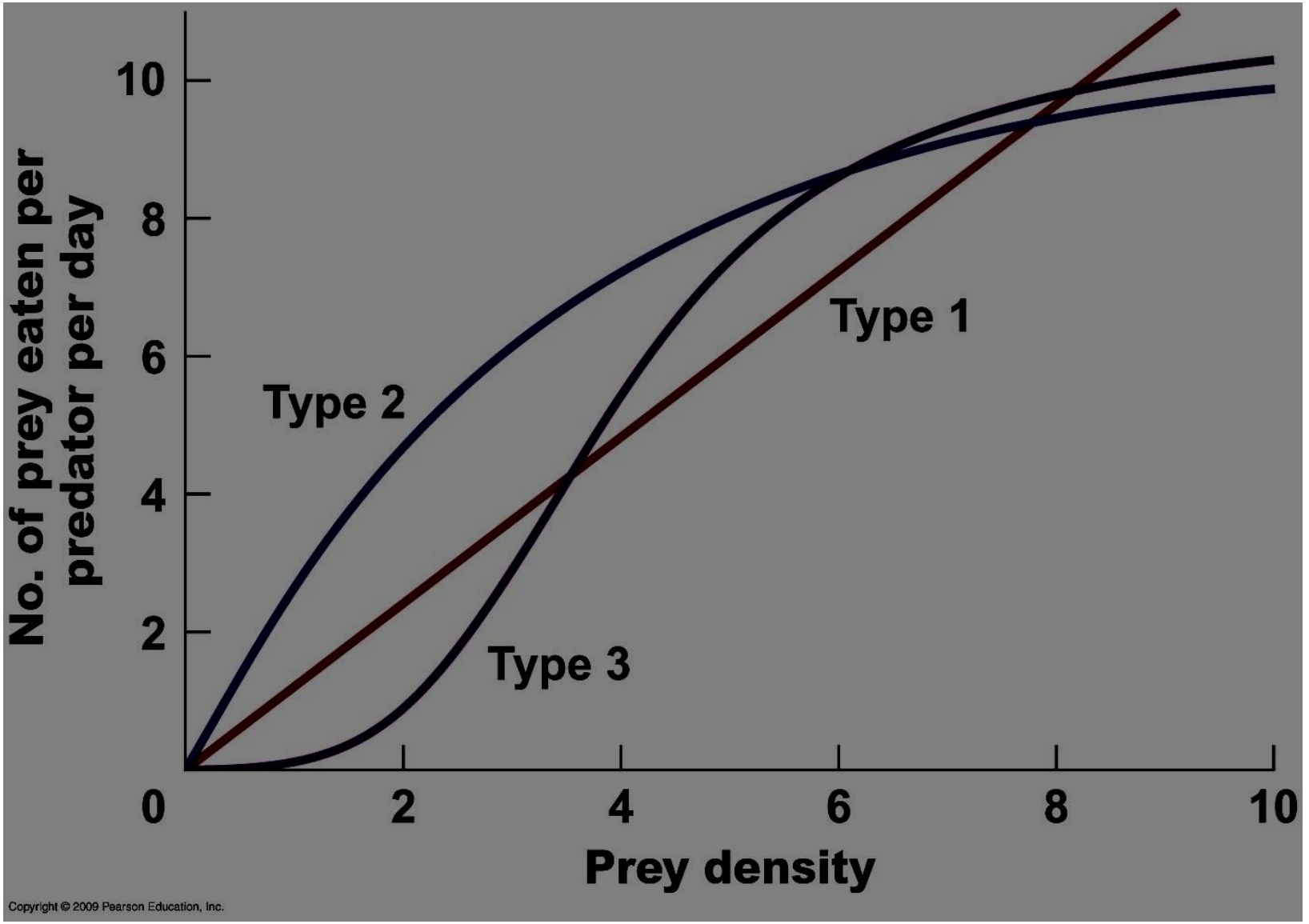


Respuesta númerica vs. respuesta funcional

- **Respuésa numérica:** la densidad de los depredadores se incrementa con el incremento de la densidad de las presas

- **Respuesta funcional:** el número de presas consumido por depredador cambia con la densidad de las presas

Respuesta númerica vs. respuesta funcional



Ejemplo de respuesta funcional de tipo I

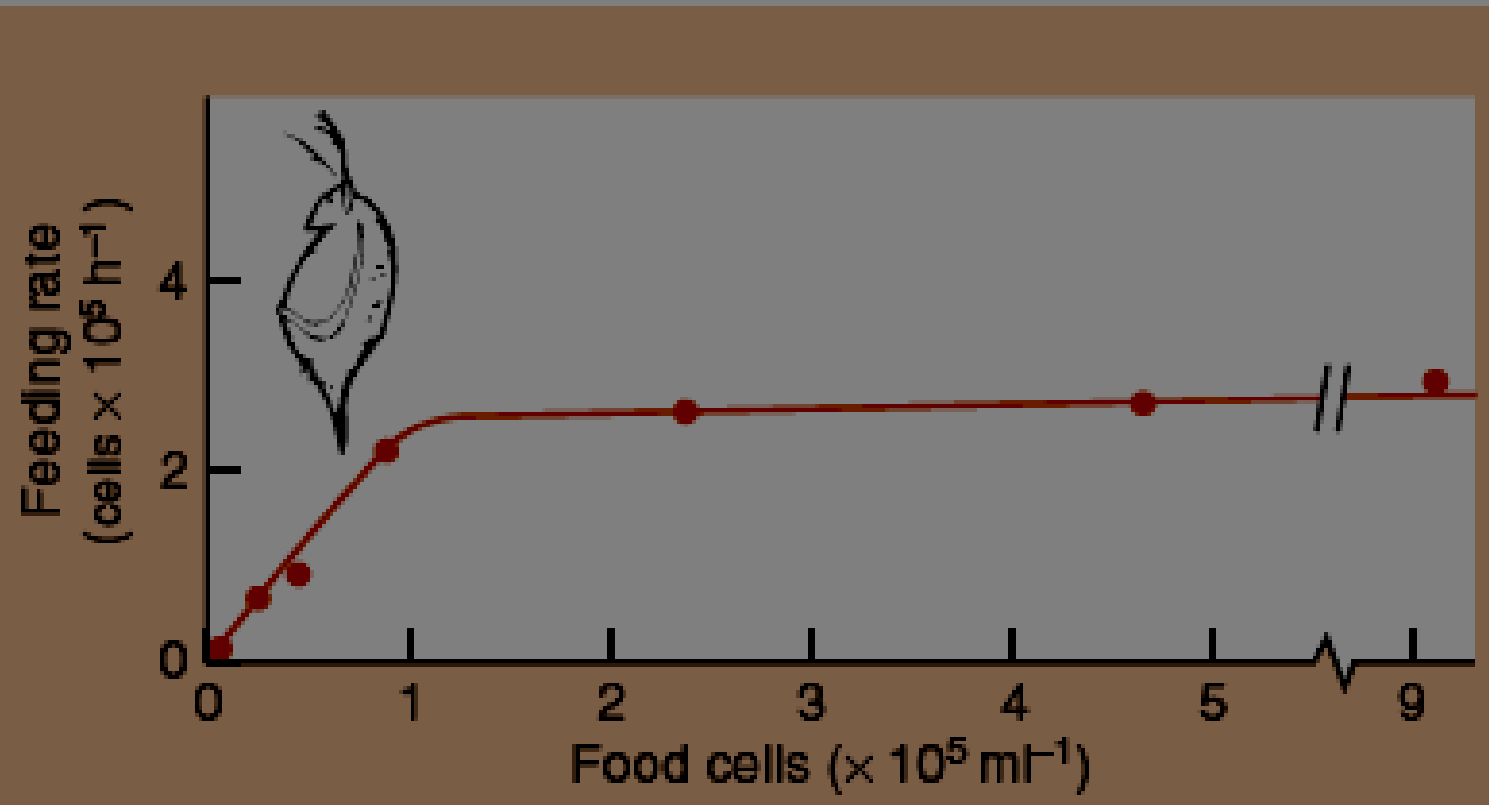


Figure 10.8 The type 1 functional response of *Daphnia magna* to different concentrations of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. (After Rigler, 1961.)

Ejemplo de respuesta funcional de tipo II

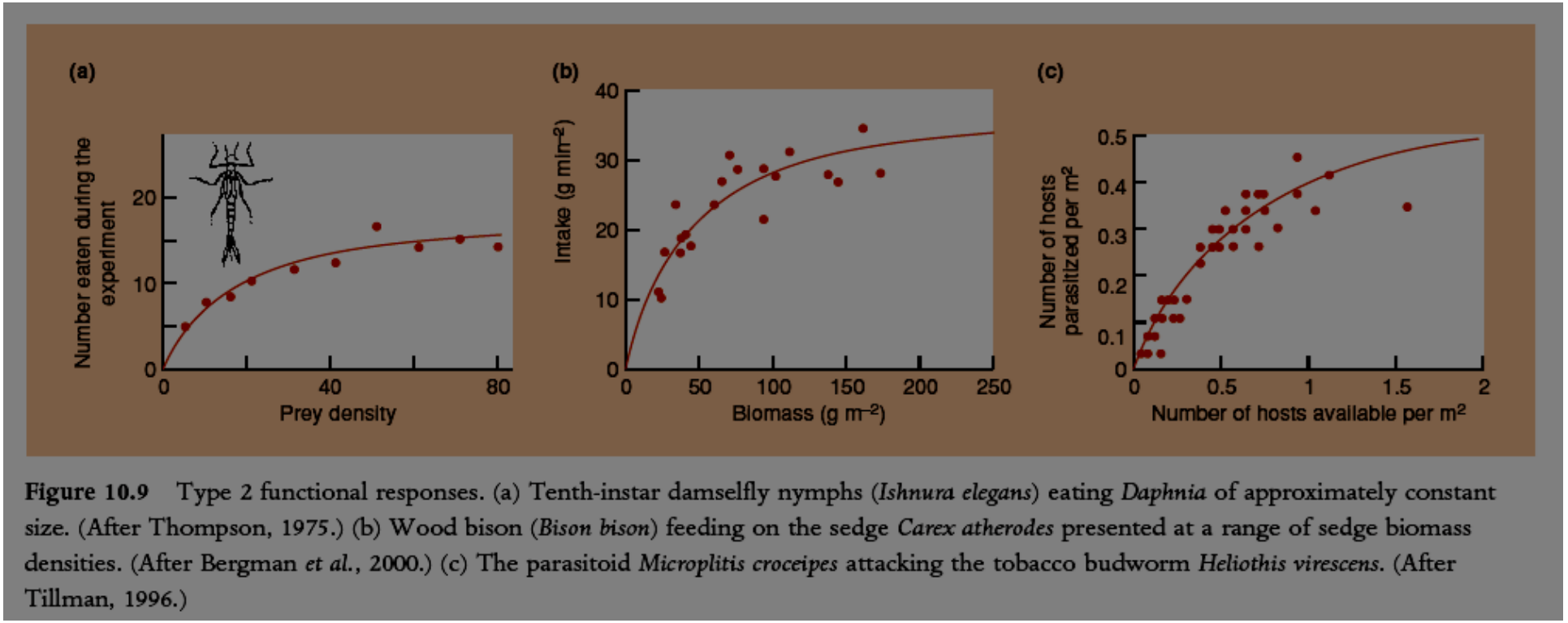


Figure 10.9 Type 2 functional responses. (a) Tenth-instar damselfly nymphs (*Ishnura elegans*) eating *Daphnia* of approximately constant size. (After Thompson, 1975.) (b) Wood bison (*Bison bison*) feeding on the sedge *Carex atherodes* presented at a range of sedge biomass densities. (After Bergman *et al.*, 2000.) (c) The parasitoid *Microplitis croceipes* attacking the tobacco budworm *Heliothis virescens*. (After Tillman, 1996.)

Carnívoro Herbívoro Parasitoide

Ejemplos de respuesta funcional de tipo III

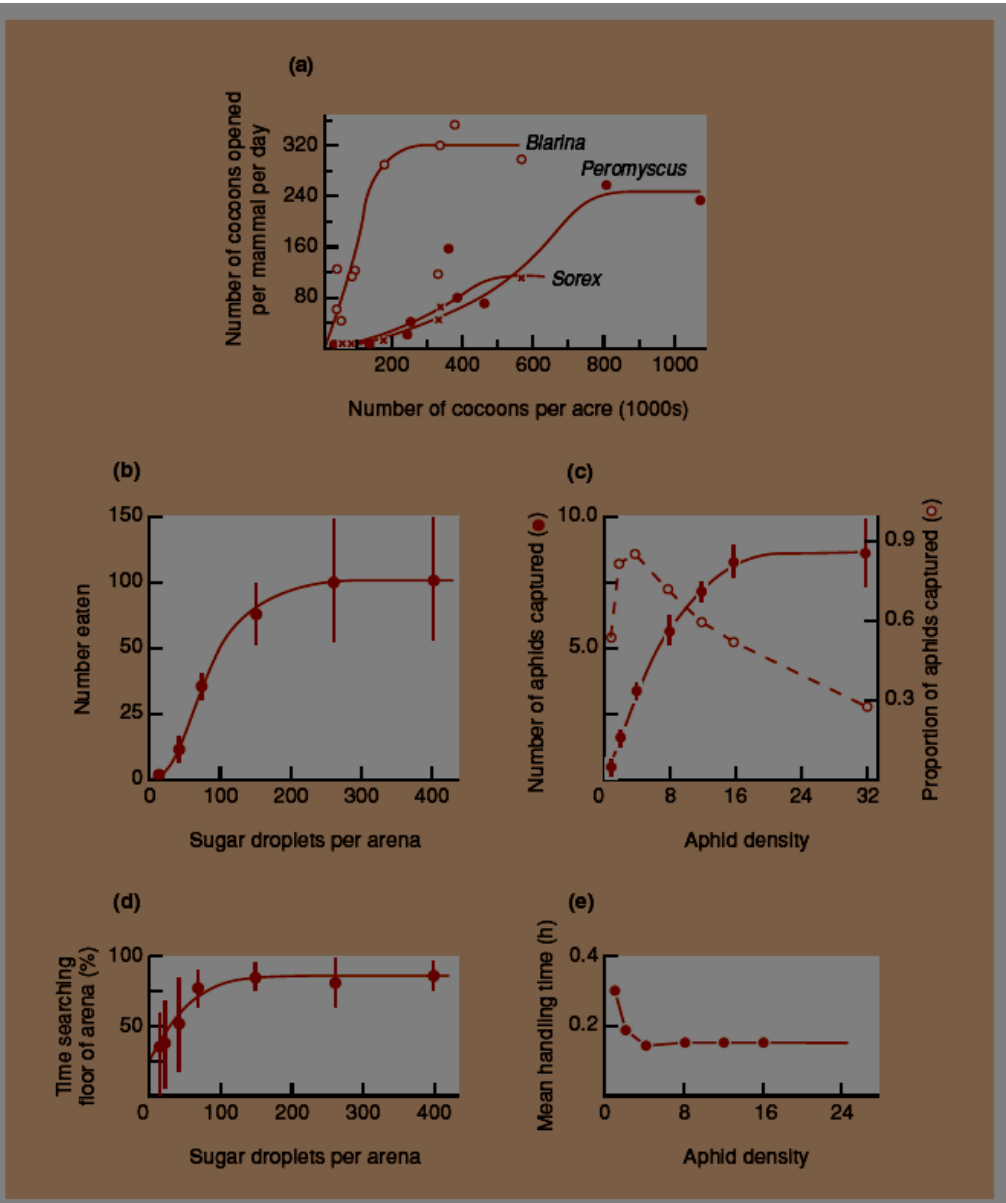


Figure 10.10 Type 3 (sigmoidal) functional responses. (a) The shrews *Sorex* and *Blarina* and the deer mouse *Peromyscus* responding to changing field densities of cocoons of the European pine sawfly, *Neodiprion sertifer*, in Ontario, Canada. (After Holling, 1959.) (b) The bluebottle fly, *Calliphora vomitoria*, feeding on sugar droplets. (After Murdie & Hassell, 1973.) (c) The wasp, *Aphelinus thomsoni*, attacking sycamore aphids, *Drepanosiphum platanoidis*: note the density-dependent increase in prey mortality rate at low prey densities (– – –) giving rise to the accelerating phase of the response curve (——). (After Collins *et al.*, 1981.) (d) The basis of the response in (b): searching efficiency of *C. vomitoria* increases with 'prey' (sugar droplet) density. (After Murdie & Hassell, 1973.) (e) The basis of the response in (c): handling time in *A. thomsoni* decreases with aphid density. (After Collins *et al.*, 1981.)

Teórica 7: Recapitulación

- Las interacciones depredador-presa pueden ser analizadas con modelos matemáticos simples
- Los modelos simples resultan en ciclos, no en equilibrios estables, tal como suele observarse en la naturaleza
- Los depredadores pueden responder en forma tanto numérica como funcional a los cambios en la densidad de la presa