

Teórica 5:
Interacciones interespecíficas:

Competencia

Teórica 5: Esquema conceptual

- Definición de competencia
- Modelos matemáticos de competencia
- Evidencia: experimentos de laboratorio y de campo
- Evolución de la habilidad competitiva

Clasificación de interacciones interespecíficas

En función de mecanismos

- Competencia
- Depredación
- Herbivoría
- Parasitismo
- Enfermedades
- Mutualismo

En función de efectos

Clasificación de interacciones interespecíficas

En función de mecanismos

- Competencia
- Depredación
- Herbivoría
- Parasitismo
- Enfermedades
- Mutualismo

En función de efectos

Tipos de competencia

- Competencia por explotación: dos organismos utilizan recursos comunes que son escasos
- Competencia por interferencia: dos organismos que buscan un recurso se dañan mutuamente en el proceso, aun cuando los recursos no son limitados

Modelo de Lotka-Volterra

Alfred Lotka (1880-1949)

Vito Volterra (1860-1940)



Modelo de Lotka-Volterra

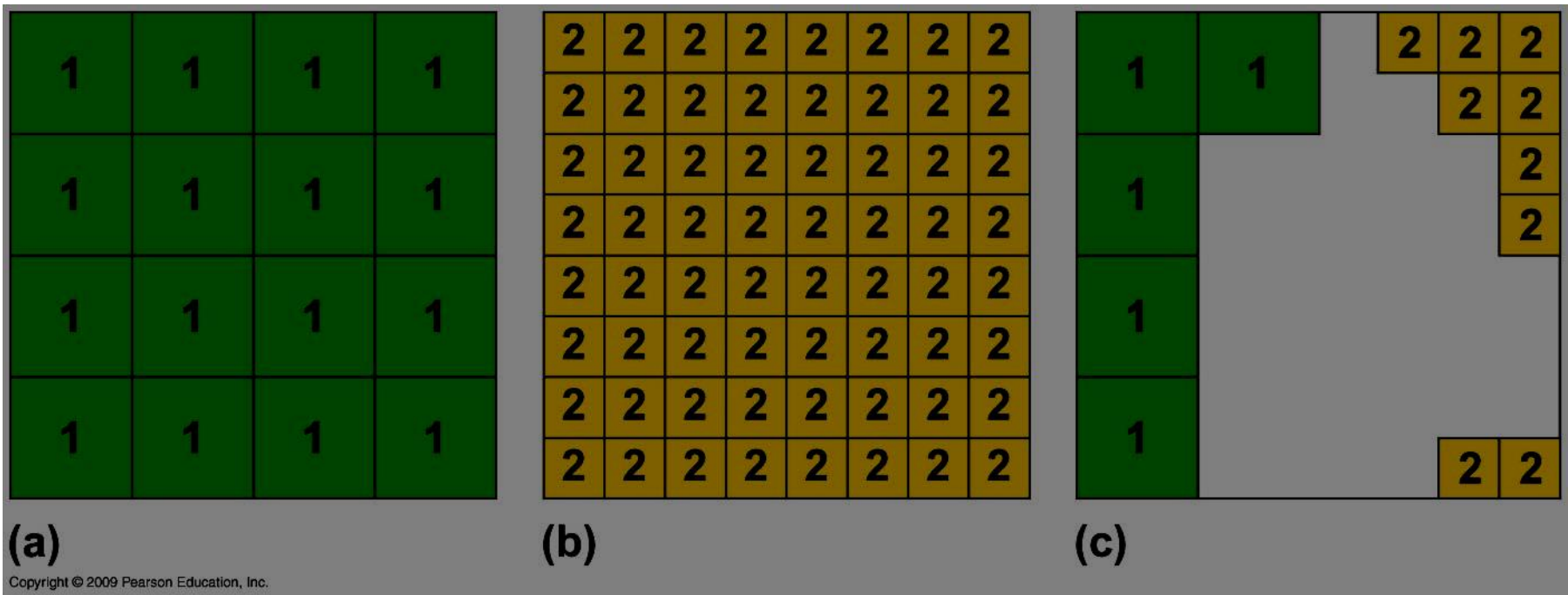
Ecuaciones logísticas para poblaciones
que no compiten

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 \left(1 - \frac{N_1}{K_1}\right) N_1$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 \left(1 - \frac{N_2}{K_2}\right) N_2$$

Modelo de Lotka-Volterra

- Un ambiente con una cierta cantidad de un recurso limitante
- La especie 1 consume este recurso en tal cantidad que su capacidad de carga es K_1
- La especie 2 consume este recurso en tal cantidad que su capacidad de carga es K_2
- La especie 1 consume 4 veces más que la especie 2
- Necesitamos un factor para convertir individuos de la especie 2 en su equivalente de especie 1 y viceversa.



Modelo de Lotka-Volterra

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 \left(1 - \frac{N_1 + \alpha N_2}{K_1} \right) N_1$$

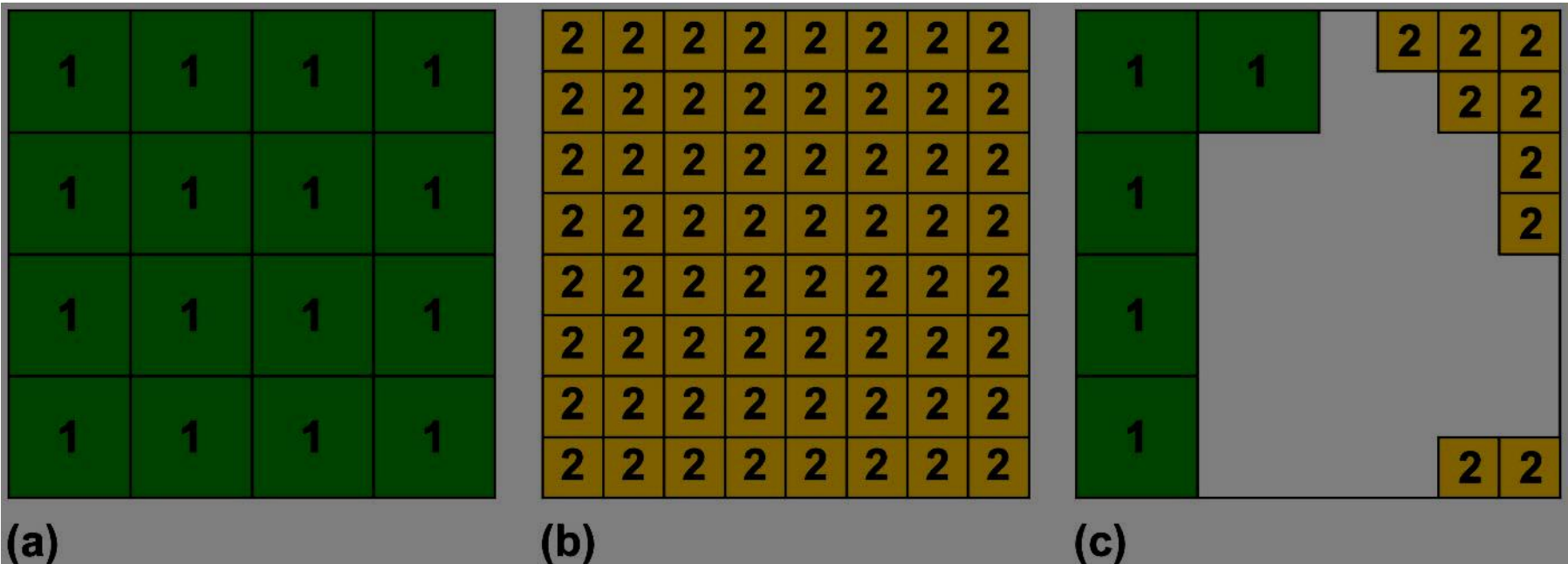
$$\alpha = 0.25$$

Número equivalente de individuos de la especie 1

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 \left(1 - \frac{N_2 + \beta N_1}{K_2} \right) N_2$$

$$\beta = 4$$

Número equivalente de individuos de la especie 2



Modelo de Lotka-Volterra

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 \left(1 - \frac{N_1 + \alpha N_2}{K_1} \right) N_1$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 \left(1 - \frac{N_2 + \beta N_1}{K_2} \right) N_2$$

¿Cuándo pueden coexistir N_1 y N_2 ?

Modelo de Lotka-Volterra: Equilibrio de la especie 1

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 \left(1 - \frac{N_1 + \alpha N_2}{K_1} \right) N_1 = 0$$

o reordenando

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 \left(\frac{K_1 - N_1 - \alpha N_2}{K_1} \right) N_1 = 0$$

Y esto es cero cuando

$$K_1 - N_1 - \alpha N_2 = 0$$

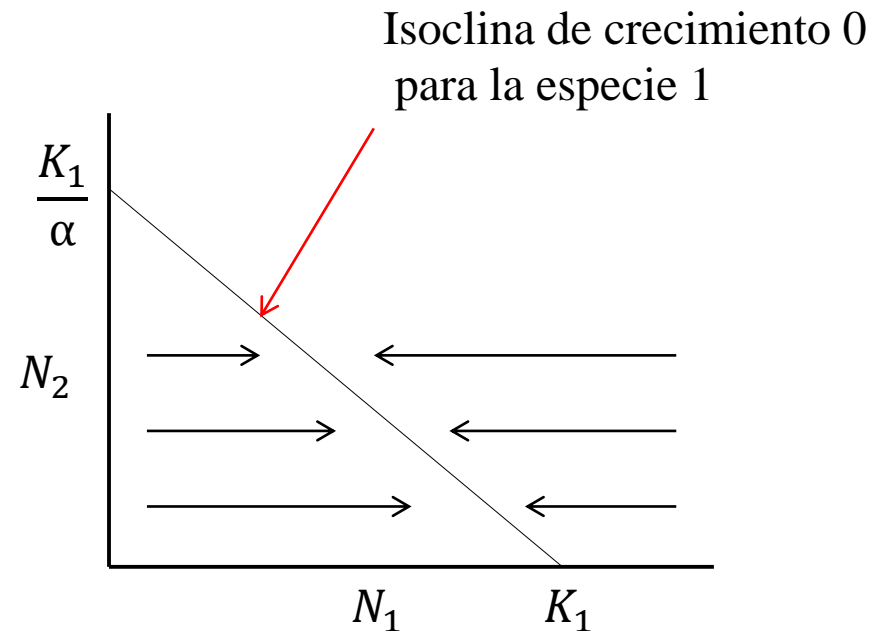
$$N_1 = 0$$

Entonces, si $N_2 = 0$

$$N_1 = K_1$$

Y si $N_1 = 0$

$$N_2 = \frac{K_1}{\alpha}$$



Modelo de Lotka-Volterra: Equilibrio de la especie 2

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 \left(1 - \frac{N_2 + \beta N_1}{K_2} \right) N_2 = 0$$

o reordenando

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 \left(\frac{K_2 - N_2 - \beta N_1}{K_2} \right) N_2 = 0$$

Y esto es cero cuando

$$K_2 - N_2 - \beta N_1 = 0$$

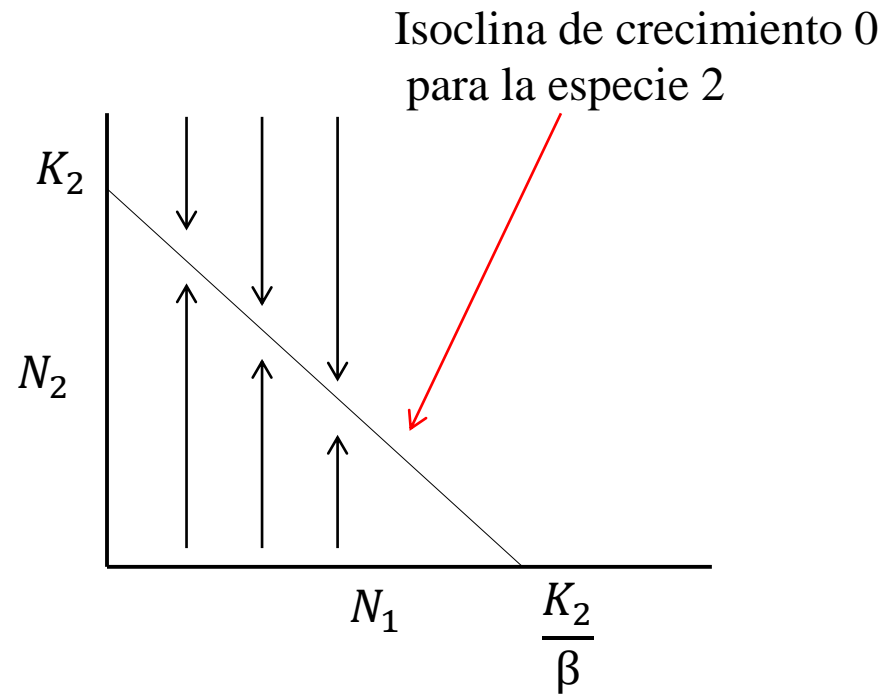
$$N_2 = 0$$

Entonces, si $N_1 = 0$

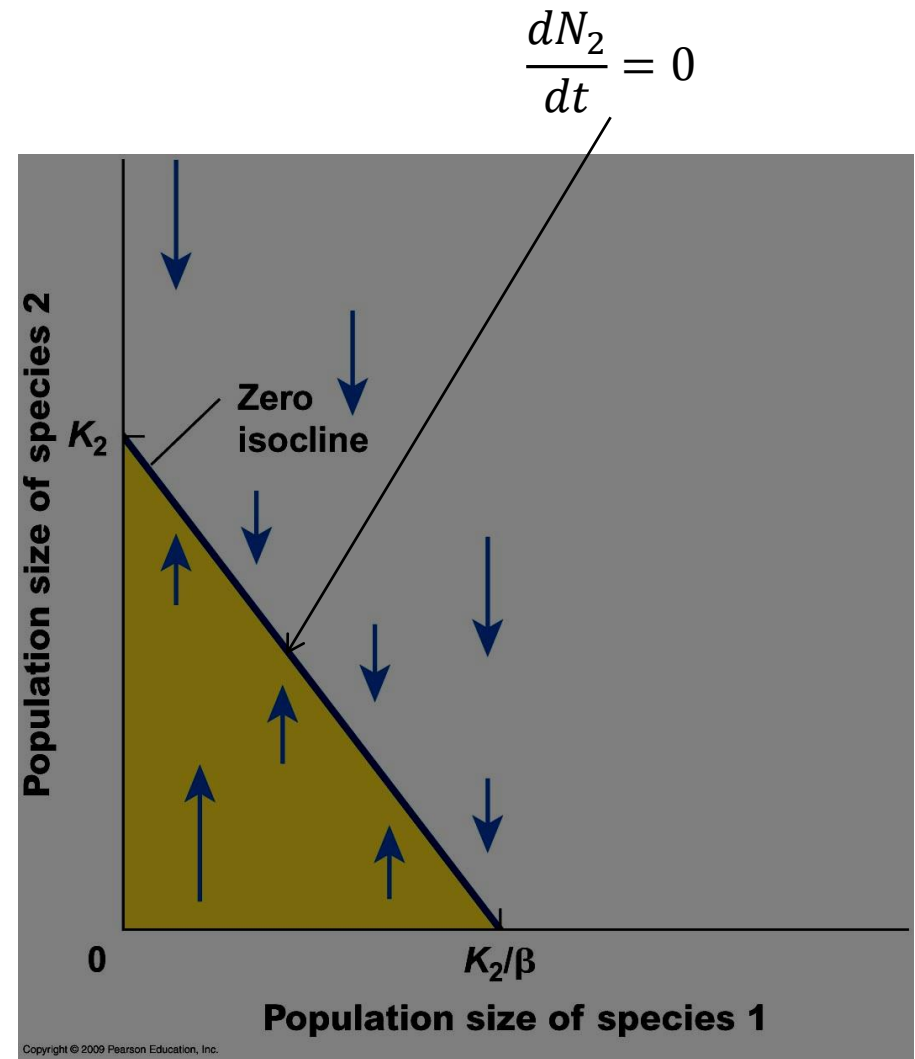
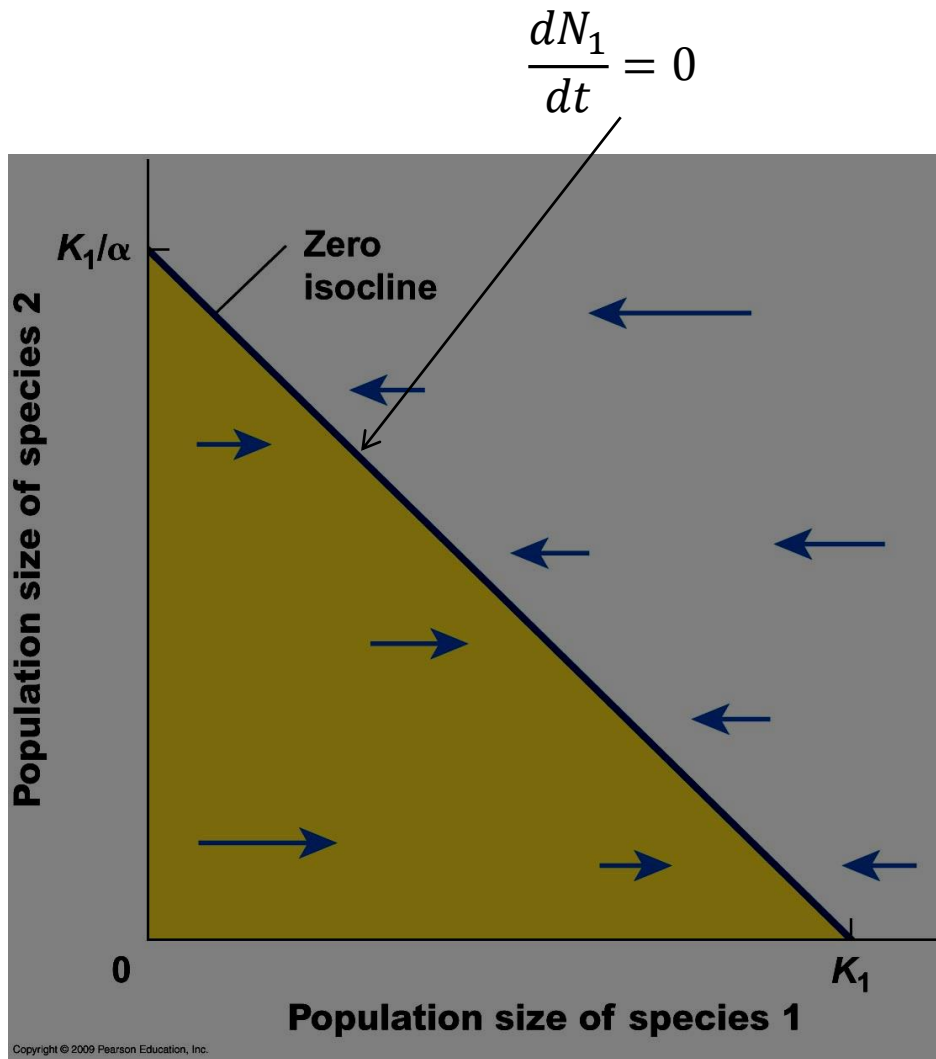
$$N_2 = K_2$$

Y si $N_2 = 0$

$$N_1 = \frac{K_2}{\beta}$$



Modelo de Lotka-Volterra



Si ponemos las dos isóclinas juntas, cuáles son los escenarios posibles?

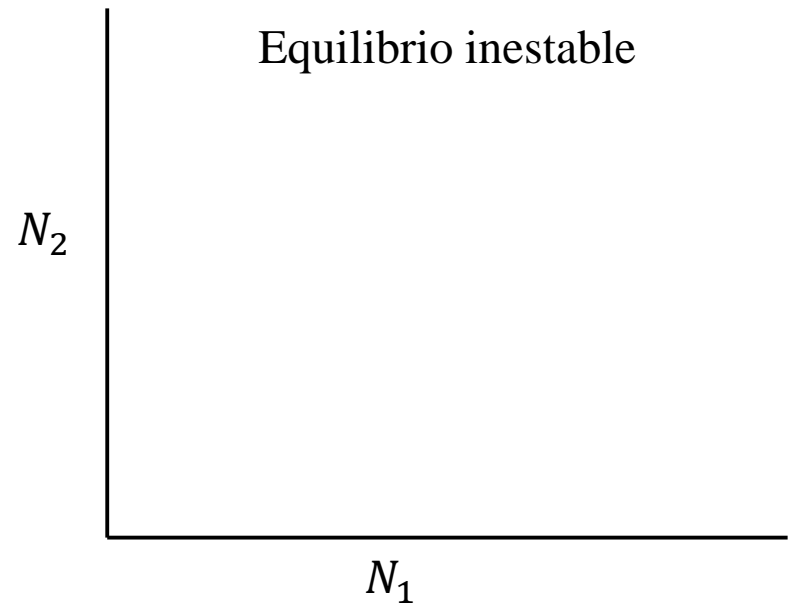
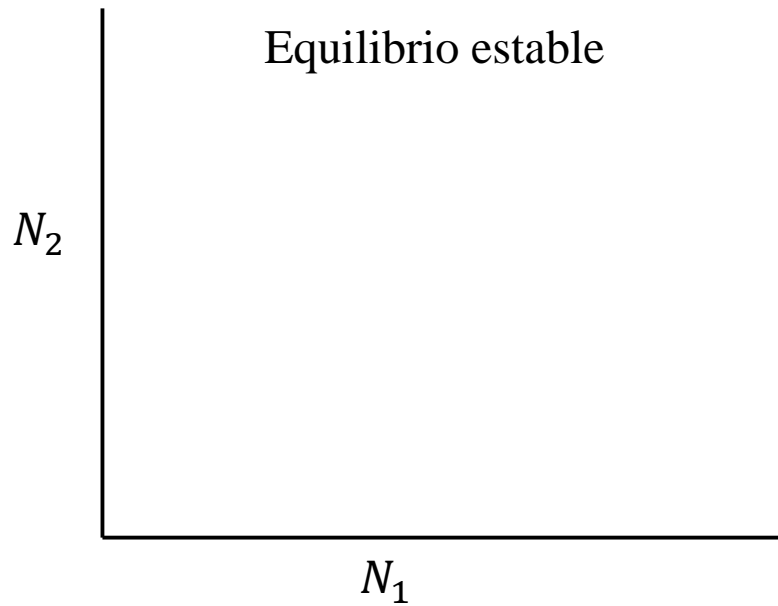
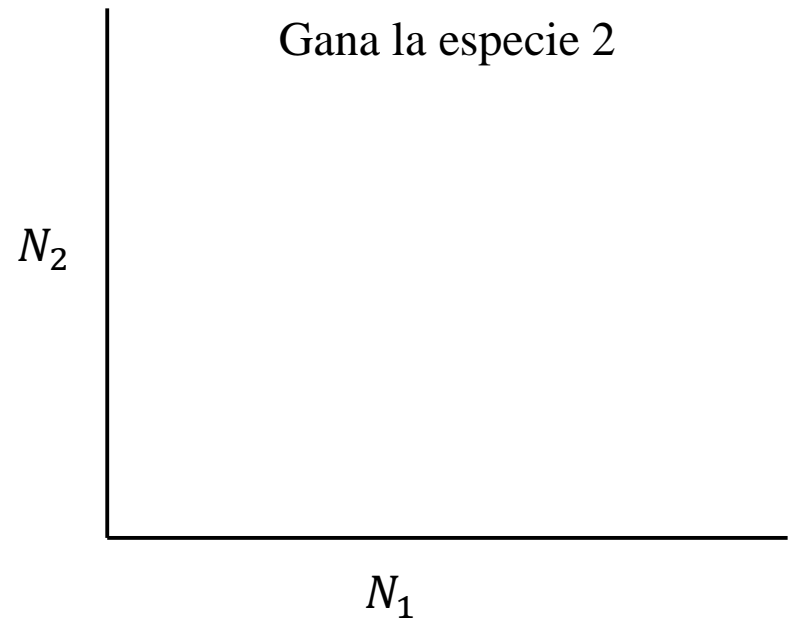
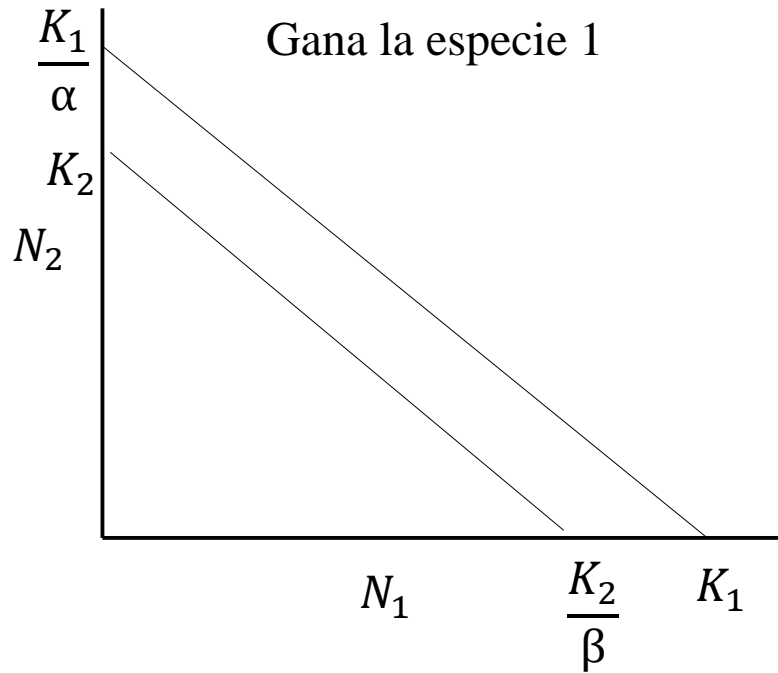
1- Ambas especies coexisten

2- La especie 1 se extingue

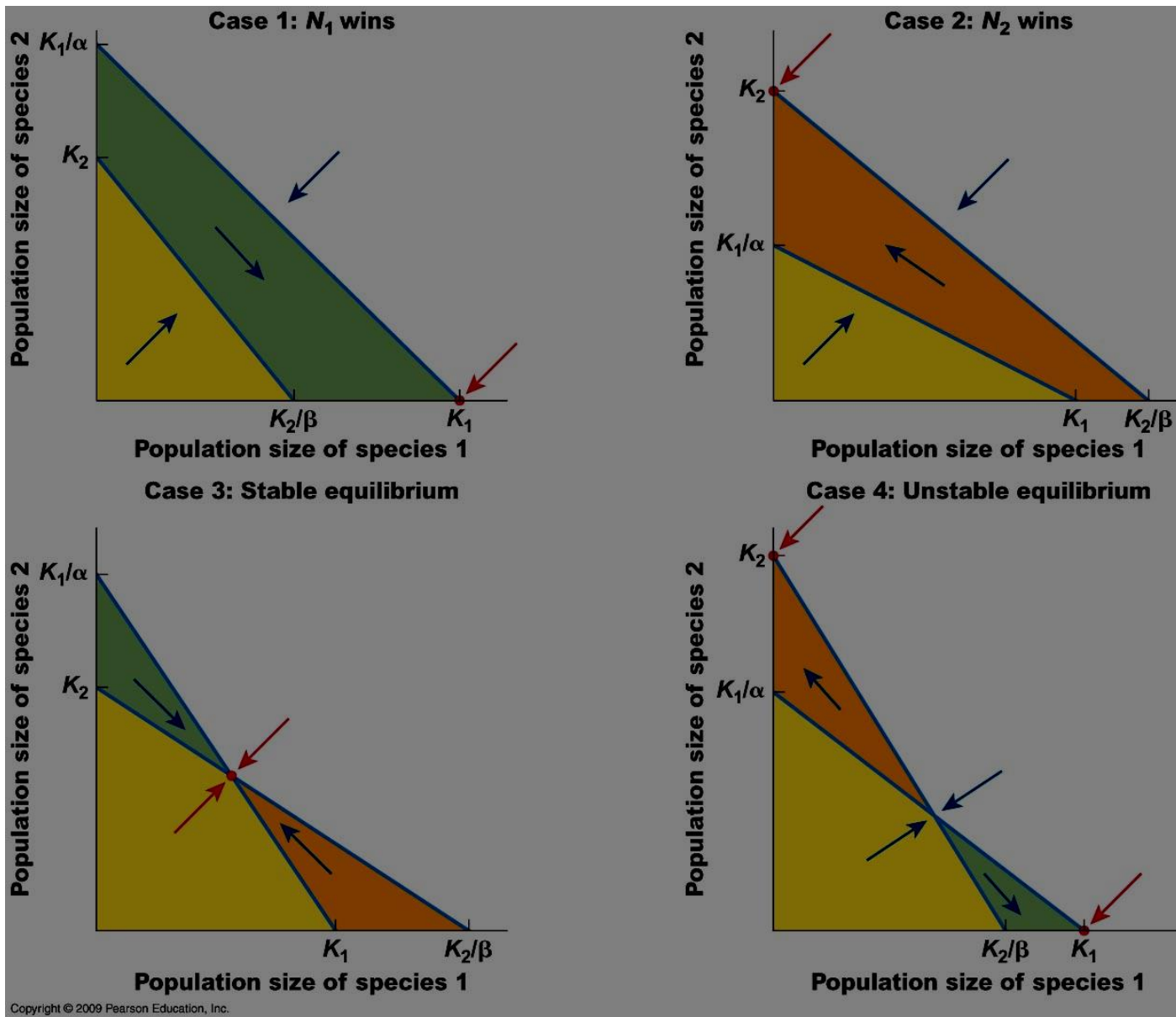
3- La especie 2 se extingue

$$\frac{dN_1}{dt} = 0 = \frac{dN_2}{dt}$$

Modelo de Lotka-Volterra



Modelo de Lotka-Volterra



Condiciones para la coexistencia

•Coexistencia estable:

$$\alpha < \frac{K_1}{K_2} < \frac{1}{\beta}$$

•Coexistencia inestable:

$$\alpha > \frac{K_1}{K_2} > \frac{1}{\beta}$$

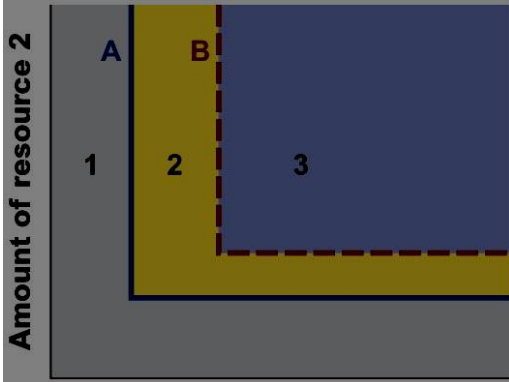
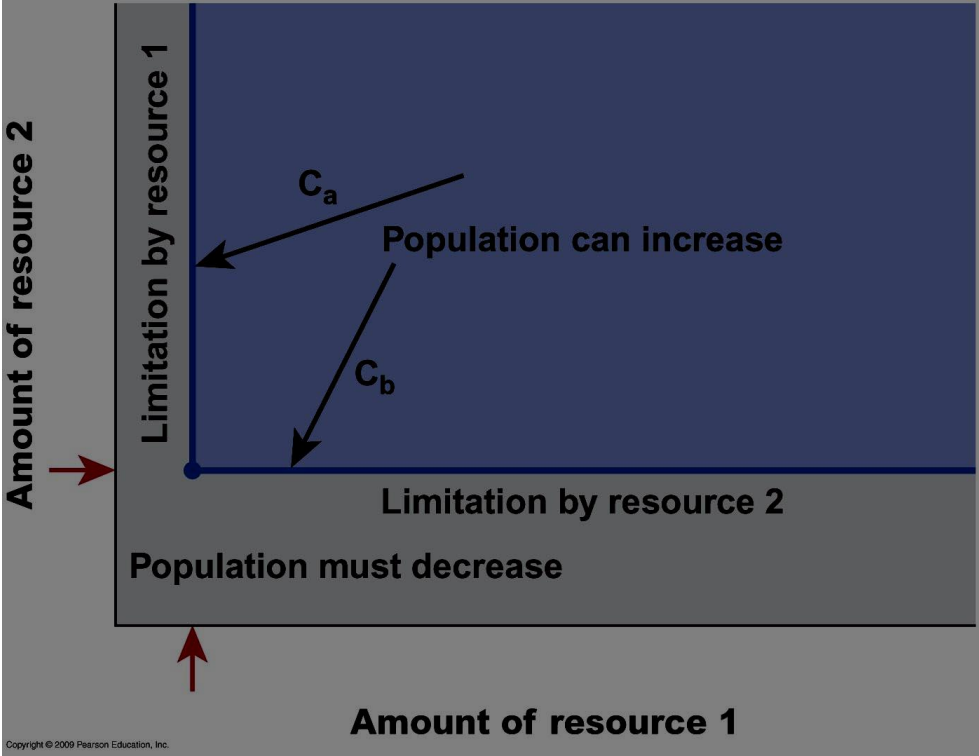
•Gana especie 1:

$$\alpha < \frac{K_1}{K_2} > \frac{1}{\beta}$$

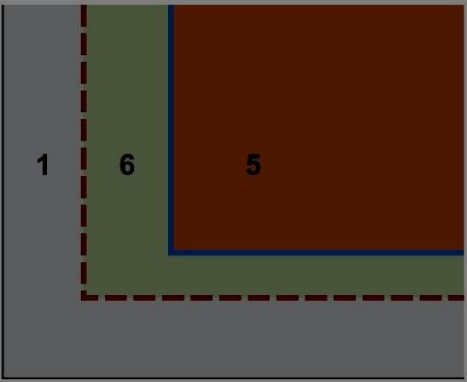
•Gana especie 2:

$$\alpha > \frac{K_1}{K_2} < \frac{1}{\beta}$$

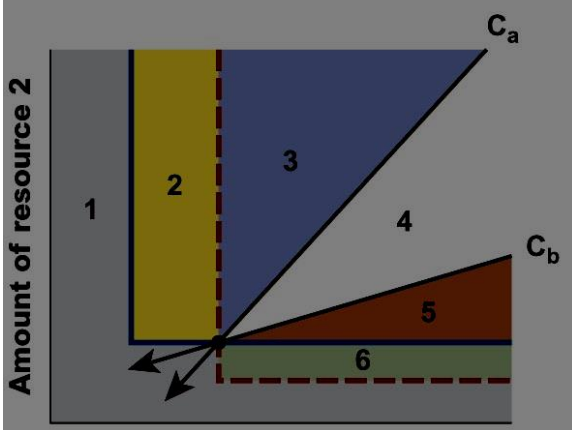
Modelo de competencia por recursos de Tilman



(a) Exclusion—species A wins.



(b) Exclusion—species B wins.



(c) Equilibrium coexistence.



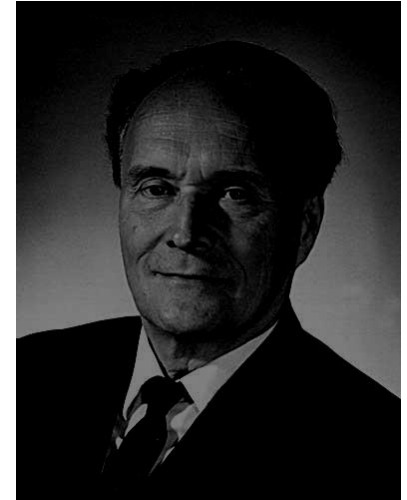
David Tilman

Incorpora los mecanismos por los cuales ocurre la competencia

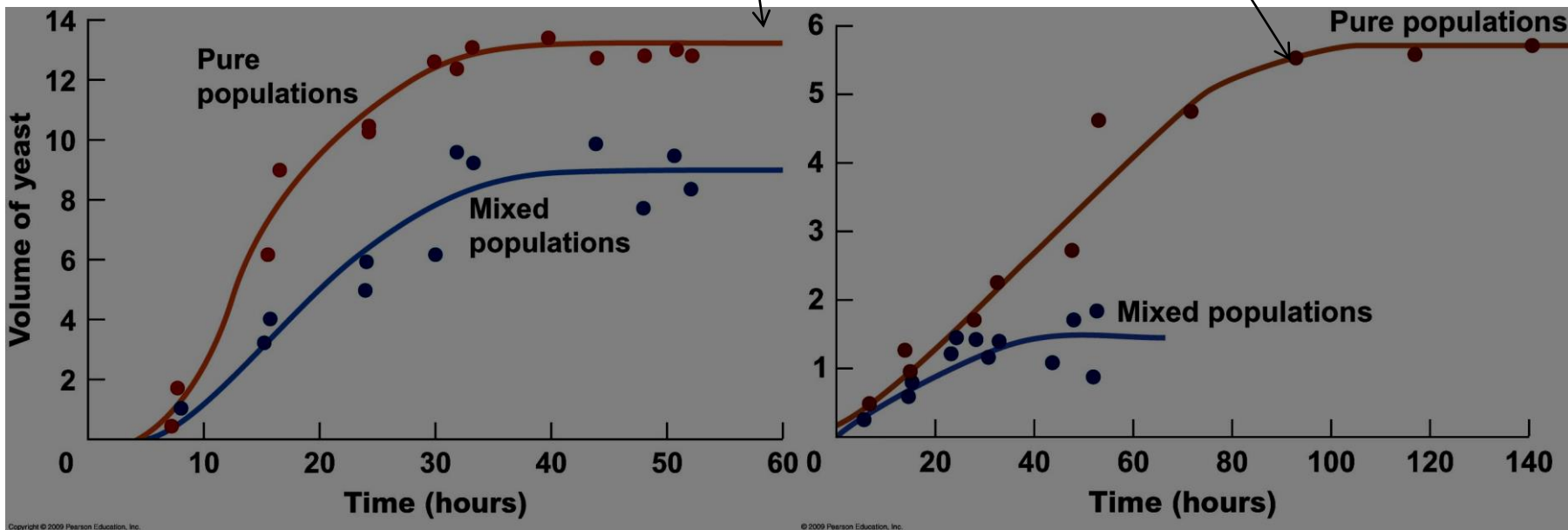
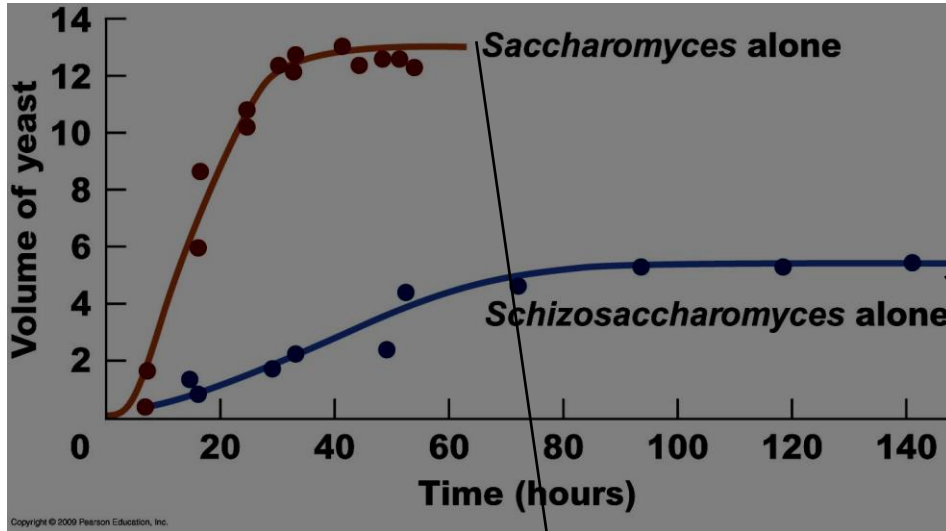
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Experimento de Gause (1932)



Georgy Gause



Experimento de Gause (1932)

	Saccharomyces	Schizosaccharomyces
K	13.00	5.80
r	0.22	0.06

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Age of Culture (hr)	Competition coefficients	
	α <i>Saccharomyces</i>	β <i>Schizosaccharomyces</i>
20	4.79	0.501
30	2.81	0.349
40	1.85	0.467
Mean value	3.15	0.439

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

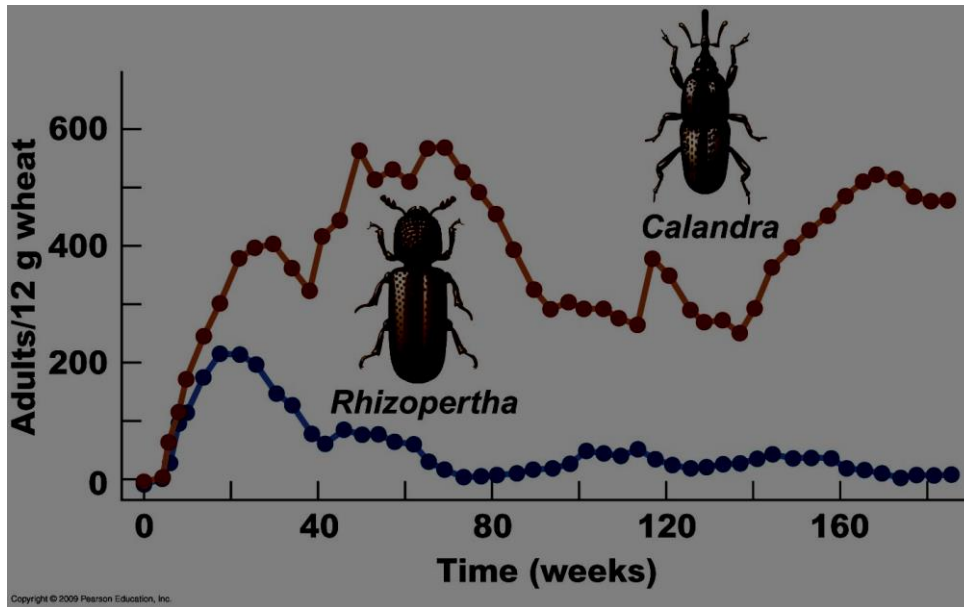
1 volumen de Schizosaccharomyces =
3.15 volúmenes de Saccharomyces

	Alcohol production (% EtOH/mL yeast)
<i>Saccharomyces</i>	0.113
<i>Schizosaccharomyces</i>	0.247

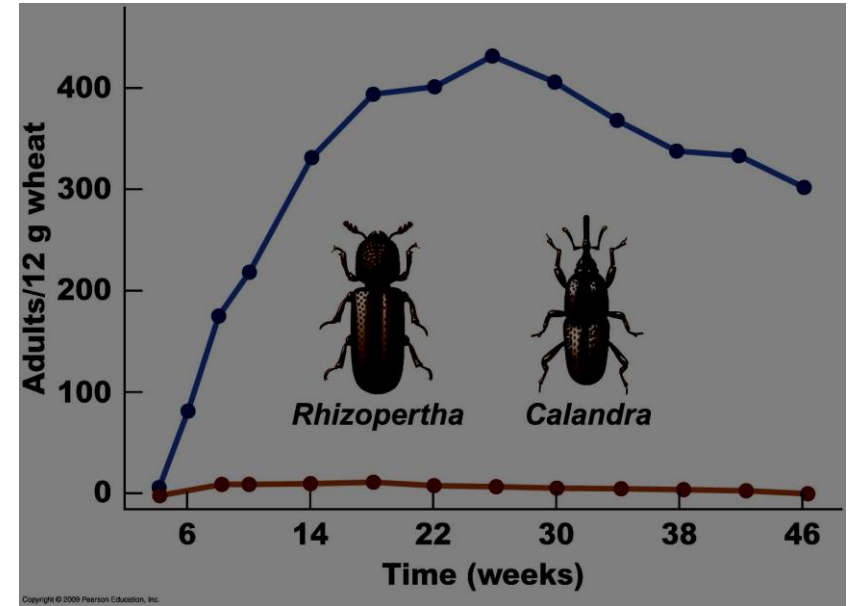
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Experimento de Birch (1953)

Temperatura: 29.1 °C



Temperatura: 32.3 °C



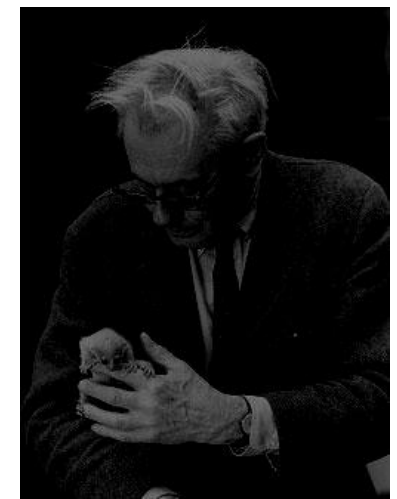
	r	Temperatura	Ganador
Calandra	0,77	29,1°C	Calandra
Rhizopertha	0,58		
Rhizopertha	0,69	32,3°C	Rhizopertha
Calandra	0,50		

Principio de Gause de la exclusión competitiva

Como resultado de la competencia, dos especies ecológicamente similares no ocuparán nichos similares, sino que se desplazan mutuamente de un modo tal que cada una tome posesión de ciertos tipos de recursos y formas de vida en las que tiene una ventaja sobre su competidor.

El concepto de nicho

Nicho: volumen n-dimensional de variables que utiliza una especie en ausencia de competidores y otras interacciones bióticas.



G. Evelyn Hutchinson

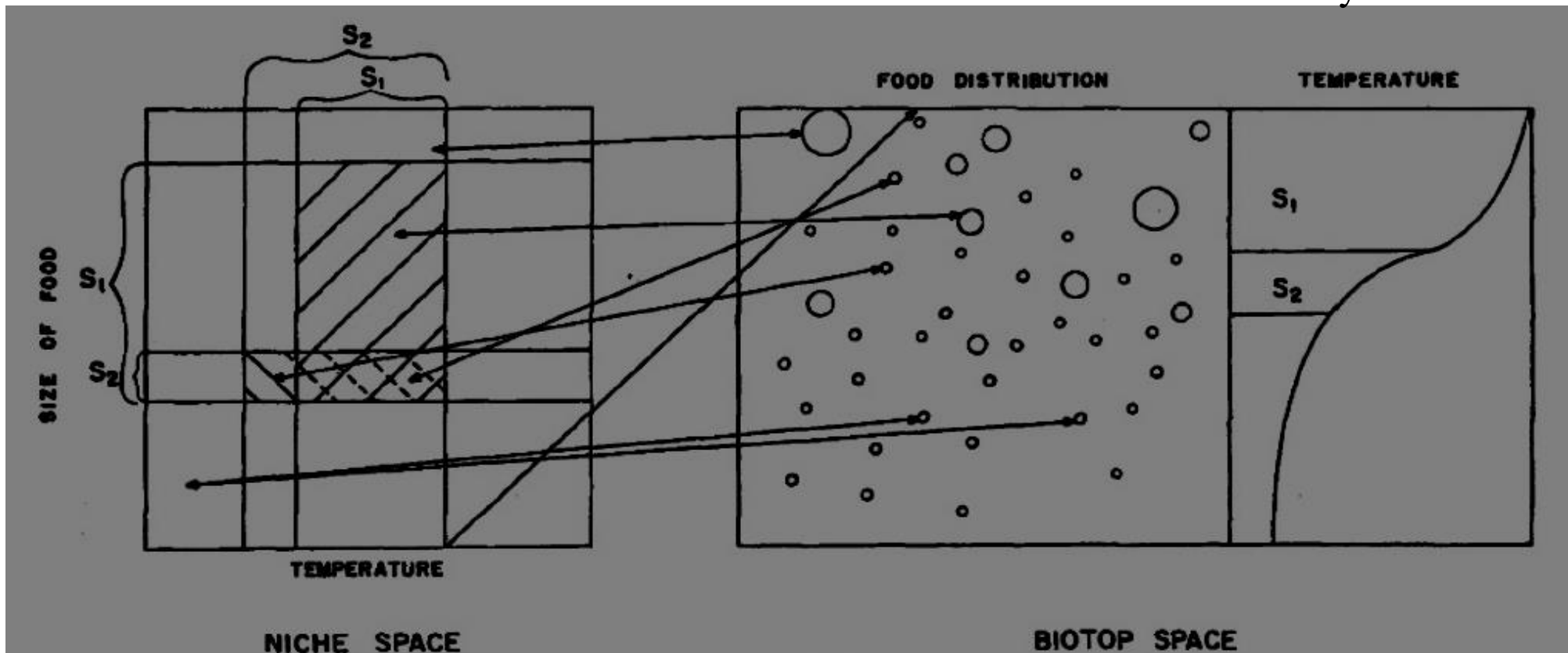
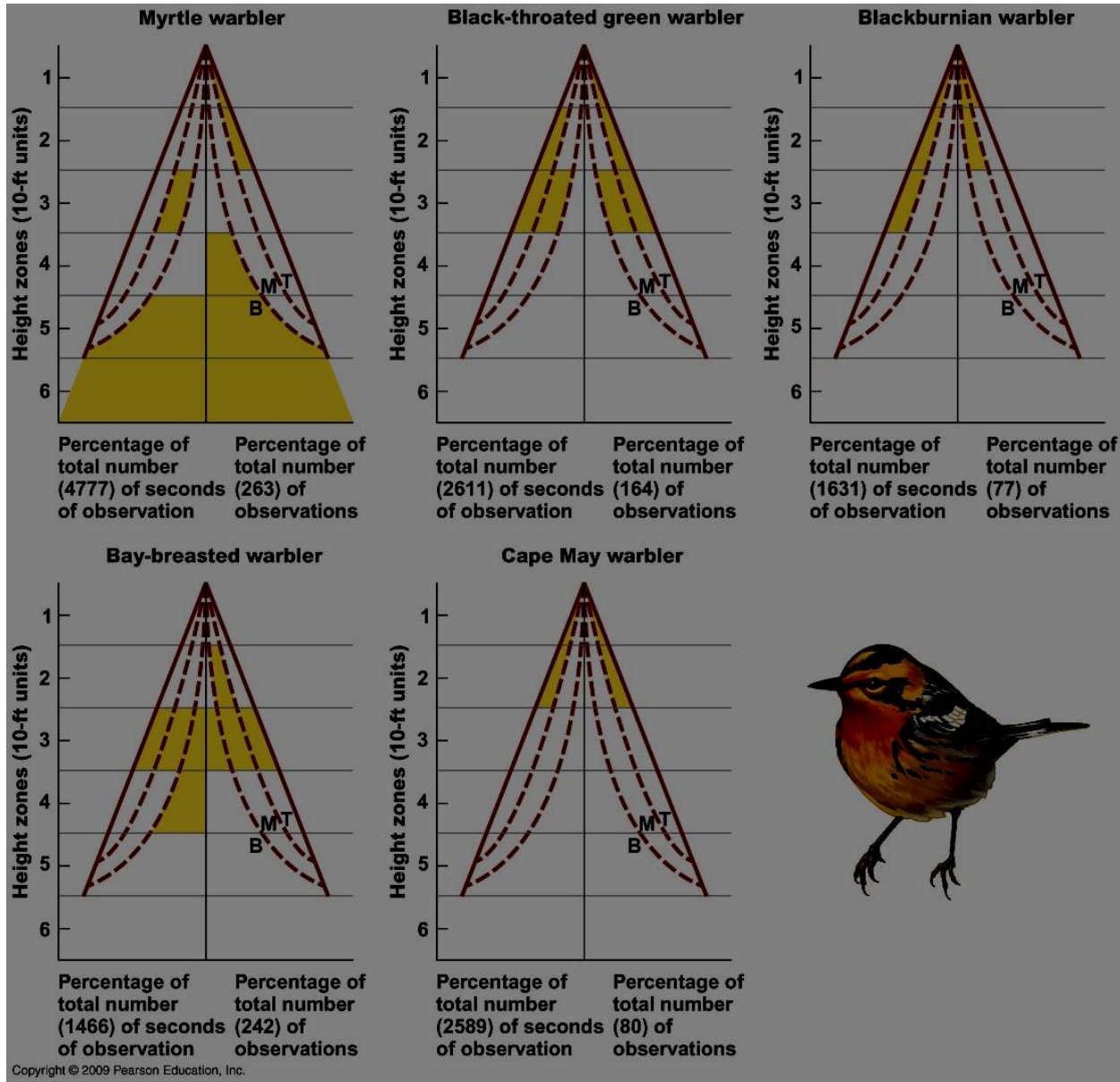


FIGURE 1. Two fundamental niches defined by a pair of variables in a two-dimensional niche space. Only one species is supposed to be able to persist in the intersection subset region. The lines joining equivalent points in the niche space and biotope space indicate the relationship of the two spaces. The distribution of the two species involved is shown on the right hand panel with a temperature depth curve of the kind usual in a lake in summer.

Dificultades con el concepto de nicho:

- 1- tiene infinito número de dimensiones por lo cual no podemos definir nicho para un organismo
- 2- asume que todas las variables ambientales pueden ser ordenadas linealmente y medidas
- 3- se refiere a un instante en el tiempo cuando las interacciones son procesos dinámicos

Ejemplo: partición de nicho en “warblers”



Robert MacArthur



Dendroica sp.

Entonces

- Especies muy relacionadas y con hábitos similares, pueden coexistir en un lugar si usan el espacio o los recursos de forma ligeramente distinta.
- David Lack (1944) sugirió que estas diferencias se debían a que había ocurrido competencia en el pasado
- Se replantea la hipótesis de exclusión competitiva (hipótesis de Gause): bajo una presión de selección de competencia las especies se mueven de lugar o cambian sus hábitos alimenticios.

¿Cómo se pone a prueba esta hipótesis?

¿Es suficiente con ver si las especies que coexisten se diferencian en alguna característica?

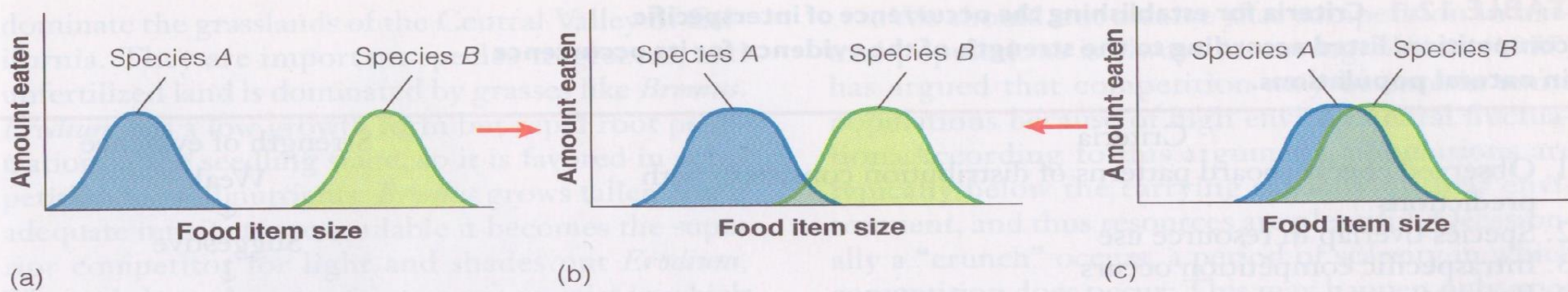


FIGURE 12.19

Hypothetical resource-utilization curves for two species that are potential competitors. Food size is the resource for which competition may occur in this situation. Vertical arrows indicate the direction of evolution pressures toward case (b).

Criteria para establecer si ocurre la competencia

Table 10.1 Criteria for establishing the occurrence of interspecific competition, listed according to the strength of the evidence for its occurrence in natural populations.

Criteria	Strength of evidence
1. Observed checkerboard patterns of distribution consistent with predictions	Weak
2. Species overlap in resource use	↓
3. Intraspecific competition occurs	Suggestive
4. Resource use by one species reduces availability to another species	↓
5. One or more species is negatively affected	Convincing
6. Alternative process hypotheses are not consistent with patterns	

SOURCE: Wiens (1989), p. 17.

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Competencia y evolución: selección K y r

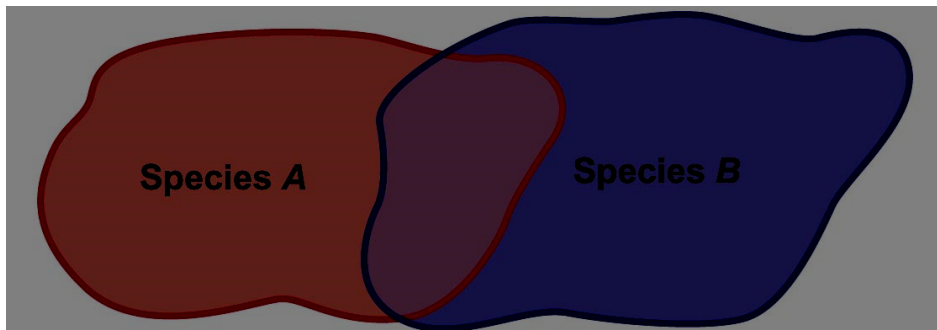
Se considera que hay dos estrategias de historias de vida: se las llama r o k según la importancia que tienen en sus ciclos de vida la tasa de crecimiento poblacional (r) o la capacidad de carga (k).

Table 10.2 Characteristics of r -selected species and K -selected species. Many species will have characteristics intermediate between these two extreme life history strategies.

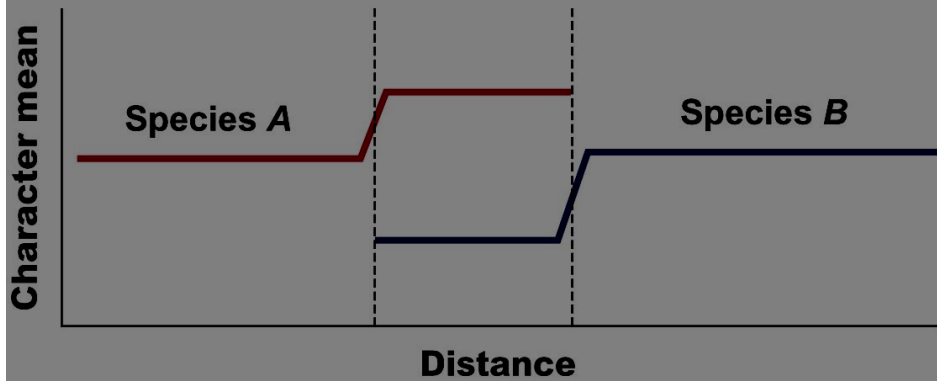
r -selected life history	K -selected life history
Small-sized organisms	Large-sized organisms
Many small reproductive units (seeds, spores, offspring)	Few larger reproductive units
Little energy used per reproductive unit	Much energy used to produce one reproductive unit
Early maturity	Late maturity and often parental care
Short expectation of life	Long life expectancy
Single reproductive episode (semelparous)	Many reproductive episodes (iteroparous)
Type 3 survival curve (Figure 8.6)	Type 1 or 2 survival curve

Desplazamiento de caracteres

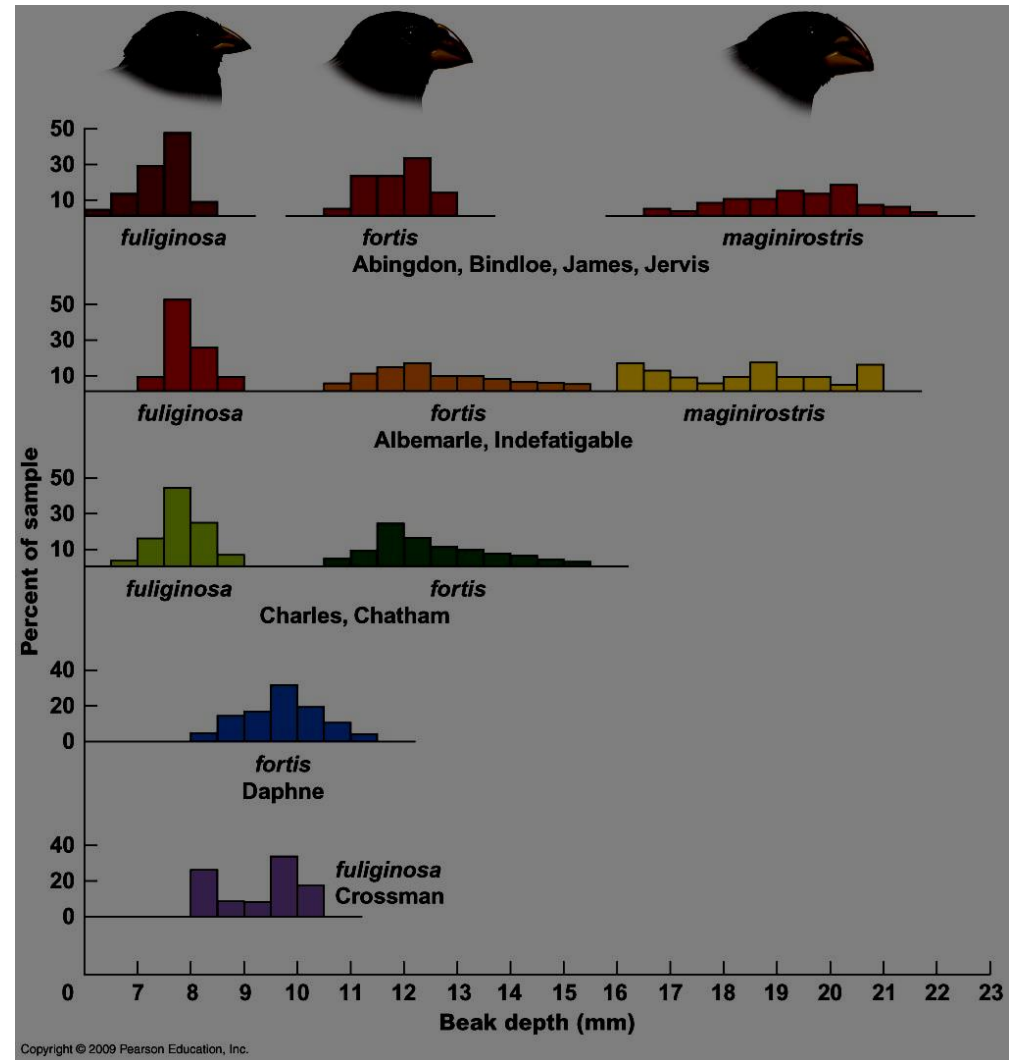
Una consecuencia de la competencia en tiempos evolutivos ha sido el desplazamiento de caracteres



(a) Geographic distribution



(b) Character changes



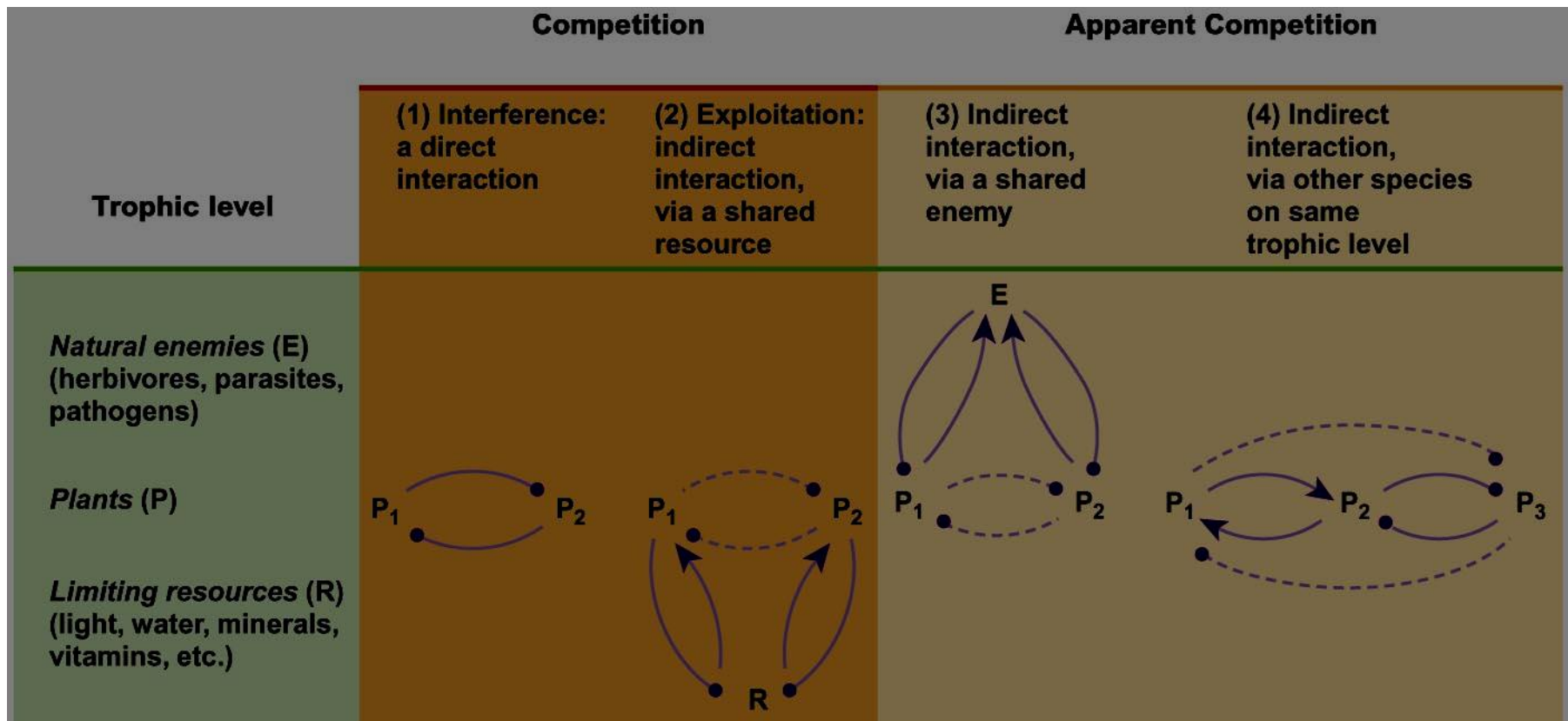
Competencia difusa y efectos indirectos

Líneas sólidas: interacción directa

Líneas punteadas: interacción indirecta

Flechas: interacción positiva

Círculo: Interacción negativa



Teórica 5: Recapitulación

- La competencia entre especies puede resultar de la explotación de los mismos recursos o de la interferencia en el acceso a los recursos
- Modelos matemáticos simples pueden ser útiles para analizar la competencia
- La competencia es común en las poblaciones naturales
- En tiempos evolutivos la competencia resulta en diferenciación de nicho (e.g., desplazamiento de caracteres)