

# COMPETENCIA INTERESPECÍFICA

Tipos de competencia

Estudios de laboratorio y de campo

Modelo de Lotka Volterra

## Bibliografía

\_ Begon, Harper & Townsend (2006). Ecology, 4ta. ed., cap. 8. 3ra ed. Cap. 7.

La 4ta. edición (2006) tiene diferencias en el capítulo de competencia interespecífica.

\_ Begon, Mortimer & Thompson (1996). Population Ecology, 3ra. ed.

\_ Krebs CJ. 1998. Ecología. El análisis experimental de la distribución y abundancia. Omega. En biblioteca.

\_ Gotelli N. (1995). A Primer of Ecology. Fourth Edition.

—

# INTERACCIONES INTERESPECIFICAS

El algarrobo es una especie clave en las zonas áridas. Aportando:

- Alimento para otros organismos
- Abrigo
- Protección
- Lugar de nidificación
- Nutrientes y protección al suelo
- Hojas compuestas



región del Desierto del Monte

Las Flores (inflorescencia)



Antera  
Pebelo  
Epigona  
Caliz

Estrategia adaptativa:  
obtención del agua de las napas freáticas



Previsibles  
Abundantes  
No tóxicas  
Altamente nutritivas

*Prosopis flexuosa*



“flor de tierra”  
angiosperma

Bacteria fijadoras de  
nitrógeno en los  
nódulos de las raíces



*Mara (Dolichotis patagonum)*

# INTERACCIONES INTERESPECIFICAS

## \_ *Mutualismo*

*Obligatorio. Simbiosis (+,+)*

*no obligatorio. Protocooperación (+,+)*

## \_ *Depredación*

*Depredación Total, Depredación o Carnivoría (+,)*

*Depredación Parcial. Herbivoría (+,)*

*Parasitismo (+,)*

\_ *Comensalismo (+,0)*

\_ *Amensalismo (-,0):*

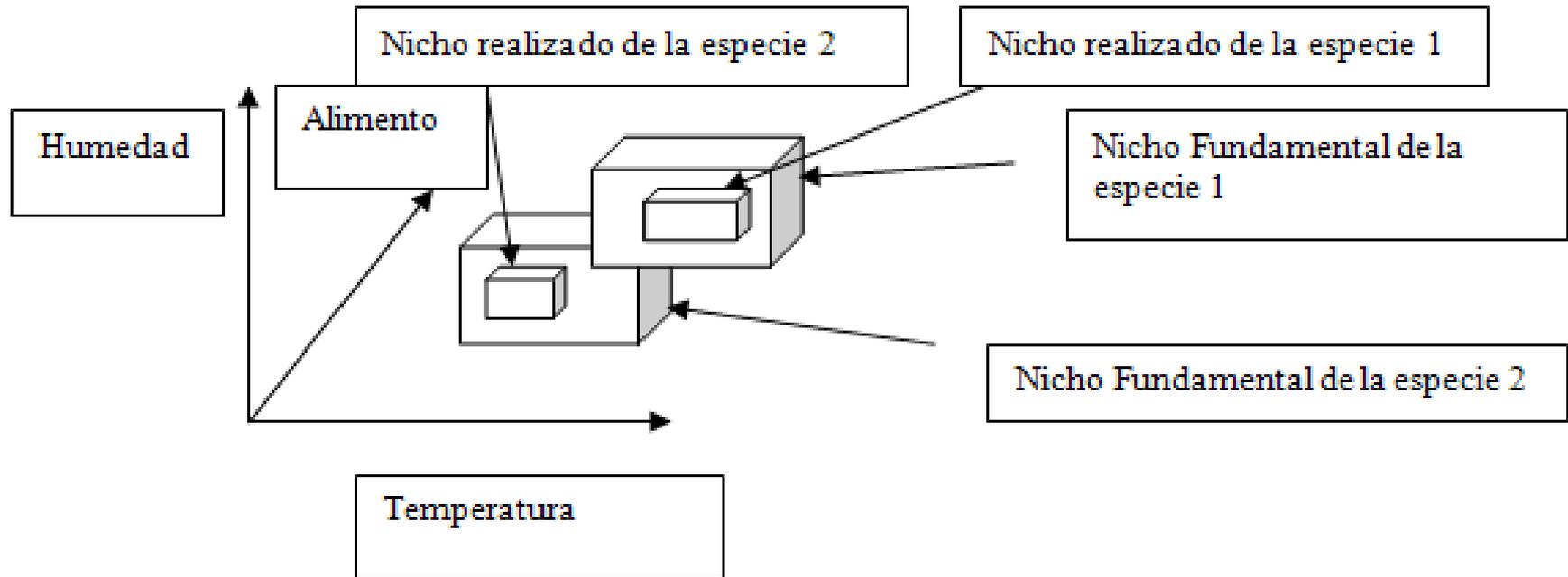
\_ *Neutralismo (0,0)*

\_ ***Competencia (-,-)***

# *Nicho ecológico de una especie*

## *Fundamental y Efectivo*

*Hutchinson, 1957.*



*¿Qué ocurre en el área que se solapan los nichos fundamentales?*

*¿Dos especies pueden tener el mismo nicho fundamental?*

# COMPETENCIA INTERESPECIFICA

*definir en términos de los efectos de la densidad de una sp sobre la tasa de crecimiento de otra sp, al incrementar la densidad disminuye la tasa de crecimiento. Se reduce la capacidad de carga de una especie.*

*Los individuos de una sp sufren la reducción en la fecundidad, supervivencia o crecimiento resultado de la*

## Interferencia



## Explotación



**Rasgos generales**

# Mecanismos de la competencia

## Competition

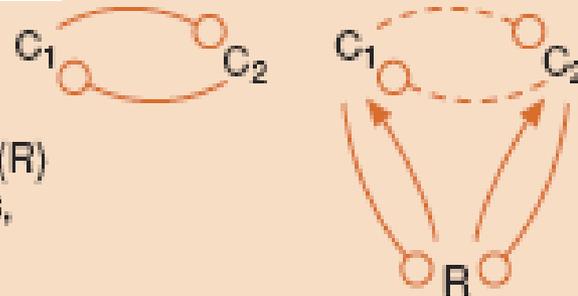
(a) Interference: a direct interaction	(b) Exploitation: indirect interaction, via a shared resource
--	---

*Las sp reducen la abundancia de los recursos compartidos.*

*El desenlace depende de la eficiencia de cada competidor en el uso de recurso.*

Figure 8.15 In terms of the signs of their interactions, all of the following are indistinguishable from one another: (a) two species interfering directly (interference competition); (b) two species consuming a common resource (exploitation competition); (c) two species being

Consumers (C)



Limiting resources (R)  
(light, water, minerals,  
vitamins, etc.)

of the other. (—), direct interactions; (---), indirect interactions; arrows indicate positive influences, circles indicate negative influences. (After Holt, 1984; Connell, 1990.)

*Interferencia\_ el elemetno clave es que **se suprimen unos a otros directamente**. Imperdir que otro utilice una porción del habitat y los recursos que contiene.*

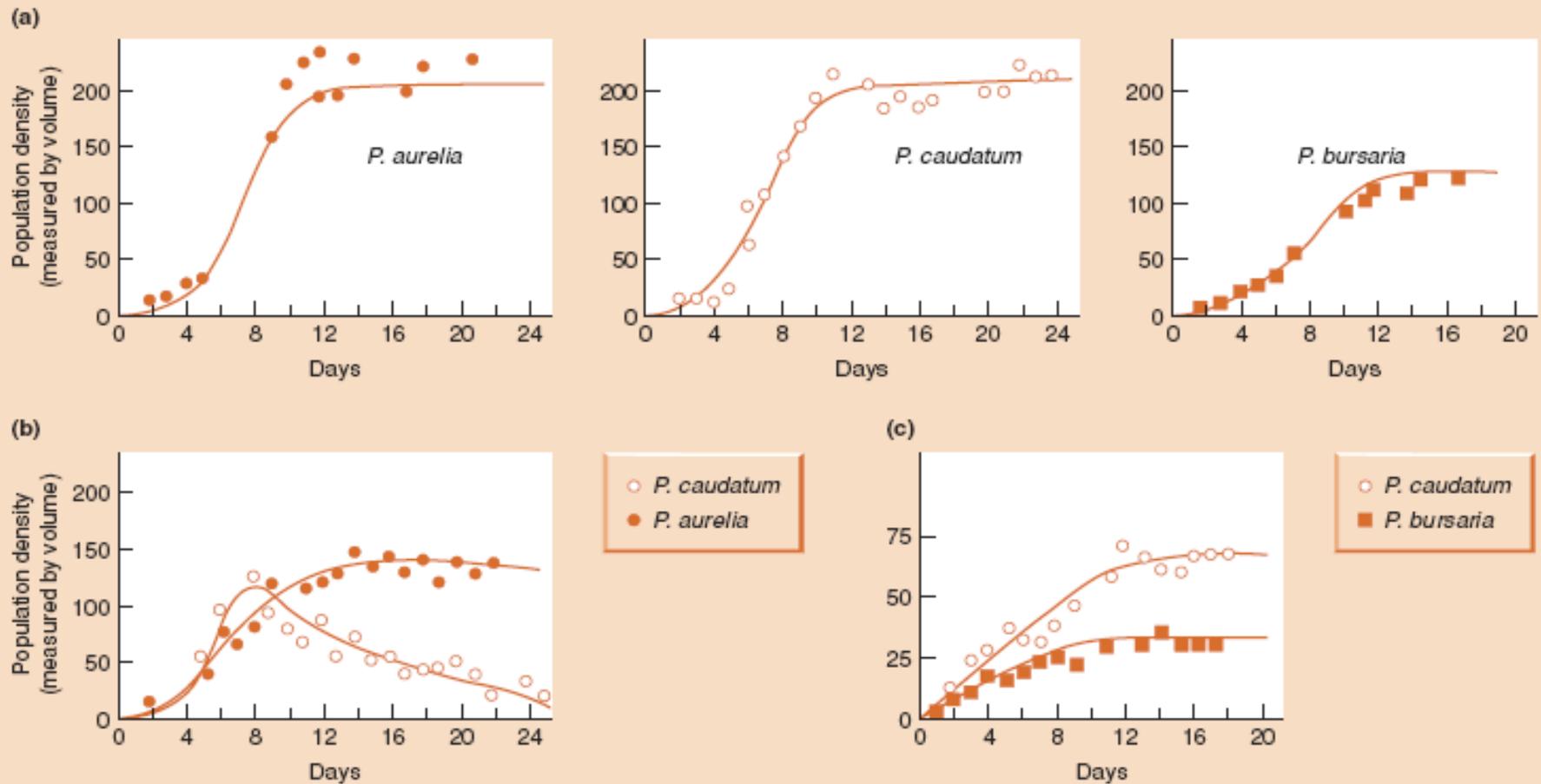
*Monopolización de un recurso mediante comportamiento agresivo.*

*Alelopatía en plantas. Territorialidad.*

*Aves: manifestación de agresión durante la búsqueda el sitio de anidación.*

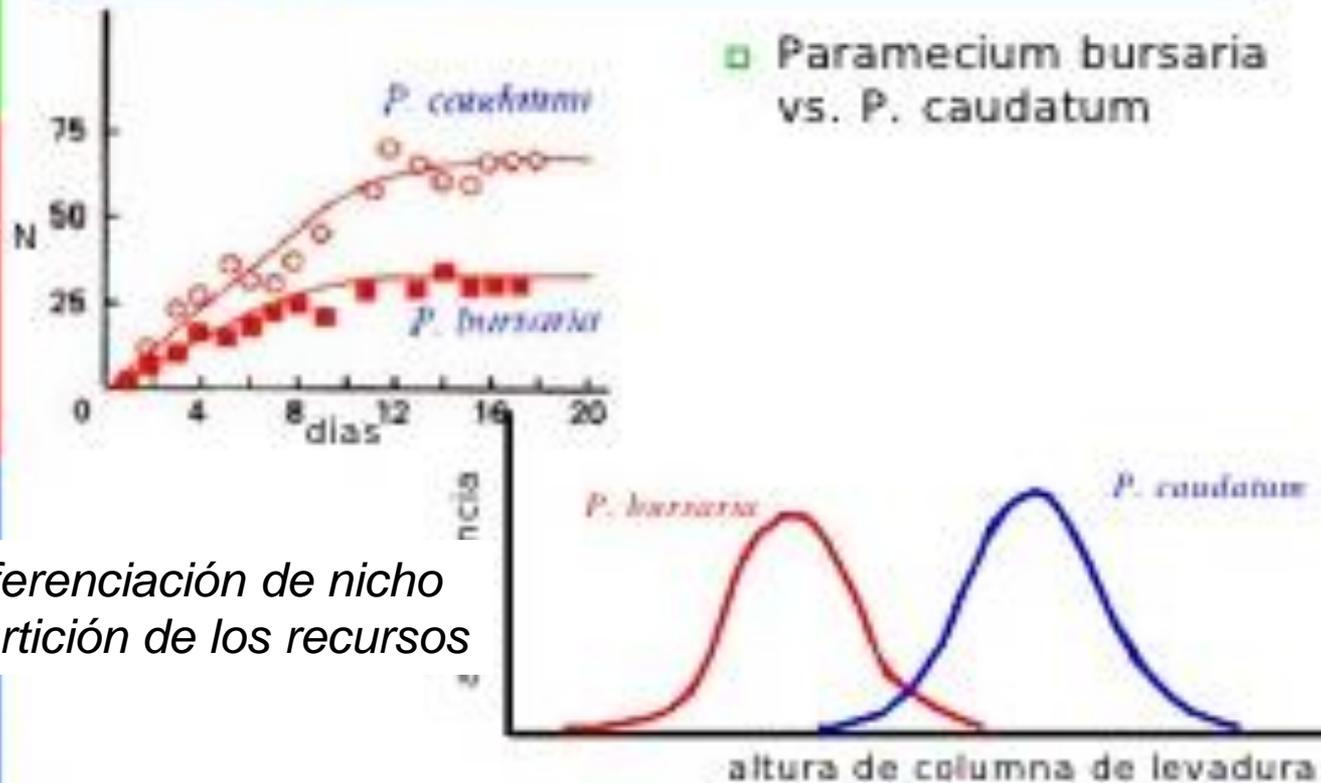
*Las abejas persiguen activamente a los colibríes y les impiden aprovechar el néctar.*

# Competencia entre tres especies de *Paramecium* en tubos con avena, bacterias y levaduras; 10% de cosecha diaria (Gause 1934)



**Figure 8.3** Competition in *Paramecium*. (a) *P. aurelia*, *P. caudatum* and *P. bursaria* all establish populations when grown alone in culture medium. (b) When grown together, *P. aurelia* drives *P. caudatum* towards extinction. (c) When grown together, *P. caudatum* and *P. bursaria* coexist, although at lower densities than when alone. (After Clapham, 1973; from Gause, 1934.)

## Coexistencia de competidores - Gause (1934)



*Diferenciación de nicho*  
*Partición de los recursos*

*Dos o más especies pueden coexistir aunque esto reduzca la eficiencia de las partes. Es decir, coexisten debido al reparto de los recursos disponibles. Los animales utilizan distintos tipos de alimento, lo hacen en diferentes momentos o en áreas diferentes.*

# Principio de exclusión competitiva (Gause 1934)

*Dos especies que comparten el mismo nicho no pueden coexistir.*

*“Competidores completos no pueden coexistir”.*

*Si tienen idénticos requerimientos, no pueden coexistir.*

*Dos especies no pueden coexistir indefinidamente sobre la base del mismo recurso limitante.*

Entonces, cómo es posible la coexistencia.

¿De qué manera dos especies competidores coexisten?

*Dos especies competidoras coexisten en un ambiente estable como resultado de la diferenciación del nicho.*

*Si no hubiera tal diferenciación, o el ambiente lo impidiera, la especie que es un competidor superior excluirá a la otra.*

¿Cuál es el grado de segregación ecológica suficiente para permitir la coexistencia?

¿Hay una similitud máxima a partir de la cual no coexisten?

# Desplazamiento competitivo

Principio de Exclusión Competitiva.

Gause en 1934 escribió, “Como resultado de la competencia dos especies ecológicamente similares rara vez cohabitan y coexisten.

*Aedes aegypti* mayormente se cría en recipientes artificiales y se alimenta fundamentalmente de sangre humana, y *Aedes albopictus* cría en agujeros de árboles y tiene un espectro muy amplio de aves y mamíferos.

Se ha detectado que *A. aegypti* compite por los mismos tipos de criaderos en ambientes urbanos con *A. albopictus*.

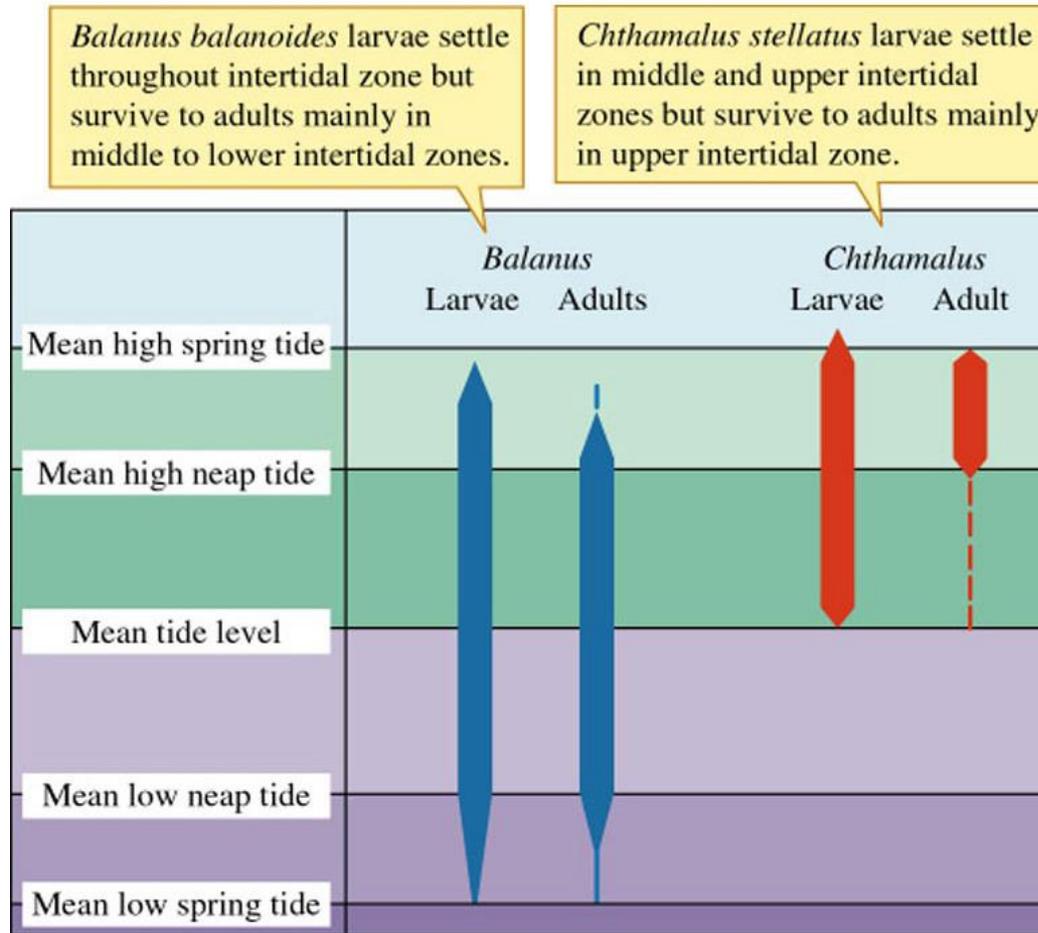
*El macho de Ae. albopictus trata de copular permanentemente con las hembras de su especie y de otras similares.*

*Cuando copula con las hembras de Ae. aegypti, estas no pueden usar su espermia y no vuelven a copular con los machos de su especie*

*→ Ae. albopictus desplaza a Ae. aegypti.*



# Competencia entre dos especies de crustáceos (cirripedios) en la zona intermareal de las costas escocesas (Connell et al, 1961)



Why don't we see *Balanus* and *Chthamalus* growing together?

*Los adultos de Chthamalus solo se encuentran en la zona alta de intermareas*

*Los adultos de Balanus solo se les encuentra en la zona baja y media de intermareas*

*¿Qué determinaba esta distribución zonal?*

- Hipótesis: Balanus excluye a Chthamalus ¿Por recursos?  
¿Por espacio?*
- Hipótesis: Chthamalus no puede tolerar estar sumergido*
- Hipótesis: Balanus no puede tolerar la desecación*

Hipótesis: Los individuos adultos de *Chthalamus* son excluidos competitivamente de la zona baja intermareal por los individuos de la especie *Semibalanus*

- 1 Removió rocas que tenían a *Chthalamus* de la zona intermareal alta y la fijó en la zona intermareal baja



- 2 Permitió la recolonización de esas rocas por *Semibalanus*



- 3 Luego removió a *Semibalanus* en la mitad de cada roca y las fijó nuevamente en la zona intermareal baja. Monitoreó la supervivencia de *Chthalamus* en cada mitad de roca



# Evidencia de competencia bajo condiciones naturales

4

*Chthamalus* creció en la mitad de la roca donde *Semibalanus* era removido



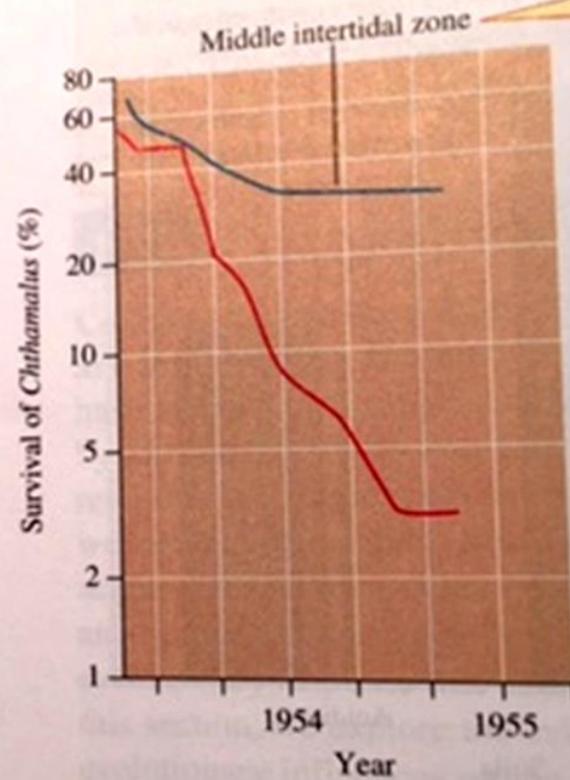
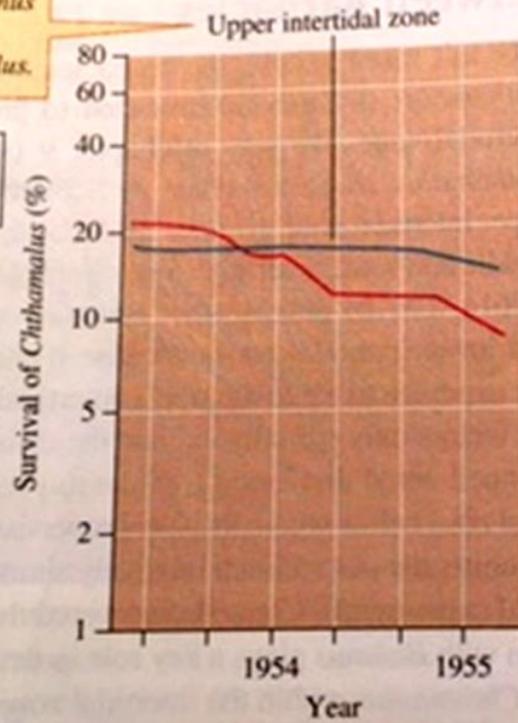
¿Qué resultados esperamos?  
 ¿La mortalidad de *Ch* será igual con y sin remoción de *B* en la zona baja?

Datos (de 3 piedras)		Porcentaje de individuos juveniles y adultos de <i>Chthalamus</i> muertos en 1 año	
	tratamiento	Juveniles	Adultos
Piedra 1	Remoción de <i>Semibalanus</i>	35	0
	Control	90	31
Piedra 2	Remoción de <i>Semibalanus</i>	44	37
	Control	95	71
Piedra 3	Remoción de <i>Semibalanus</i>	40	36
	Control	86	75



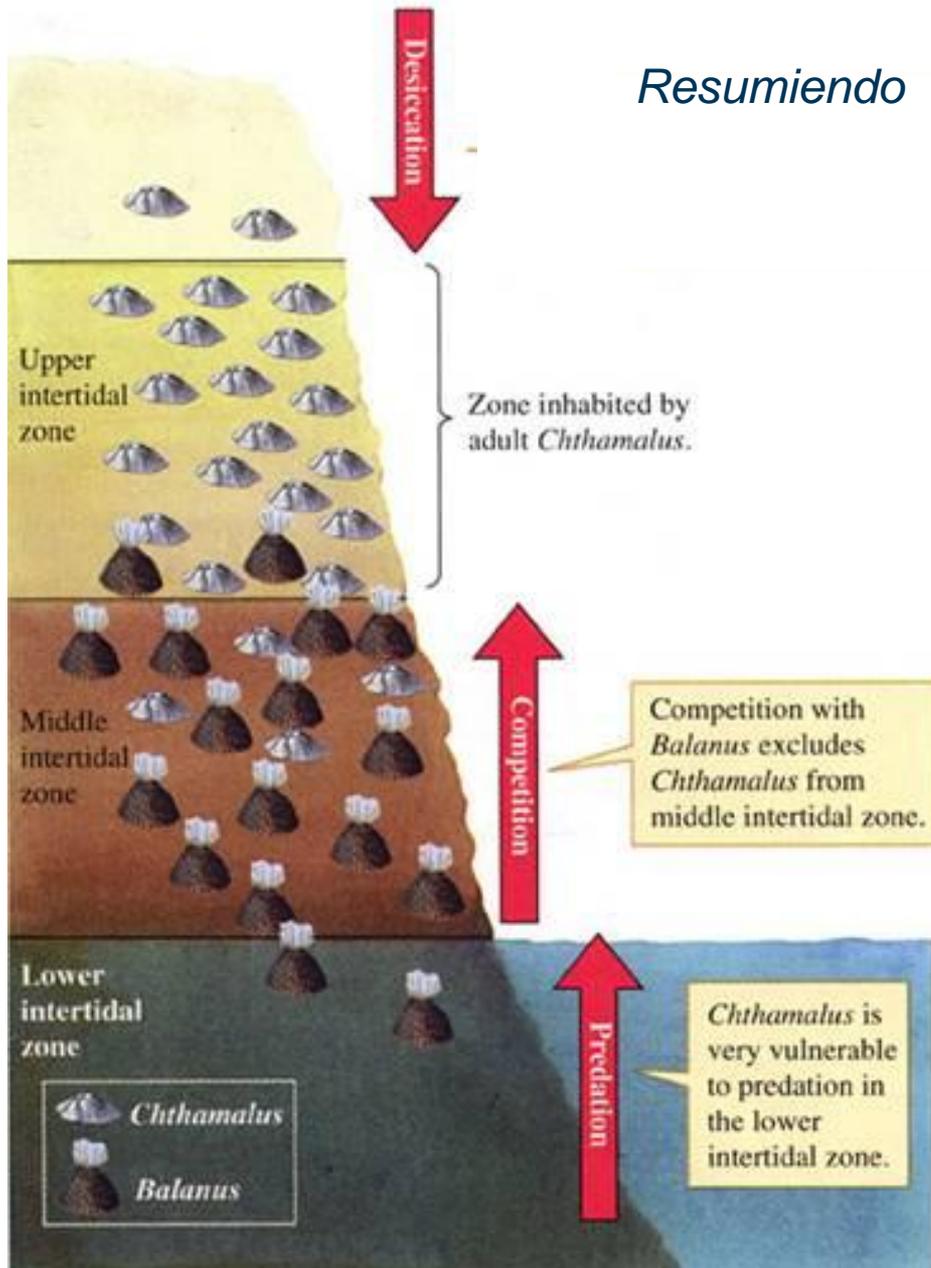
In the upper intertidal zone, removing *Balanus* had little effect on survival by *Chthamalus*.

— *Balanus* removed  
— *Balanus* present



In the middle intertidal zone, a much higher percentage of *Chthamalus* survived where *Balanus* was removed.

*Efectos de la competencia sobre la supervivencia.*



Resumiendo

***Balanus***  
**Sensible a la desecación**

**Competencia por**  
**interferencia**

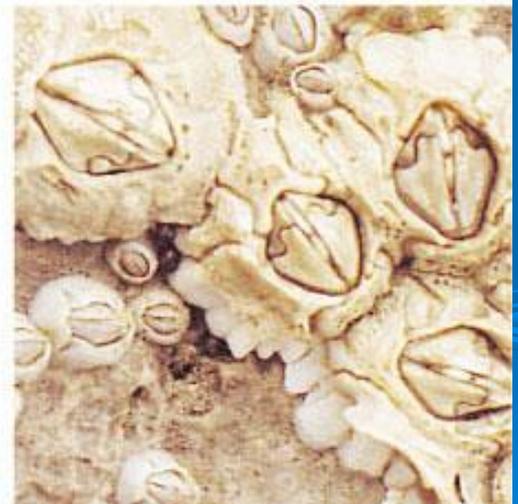
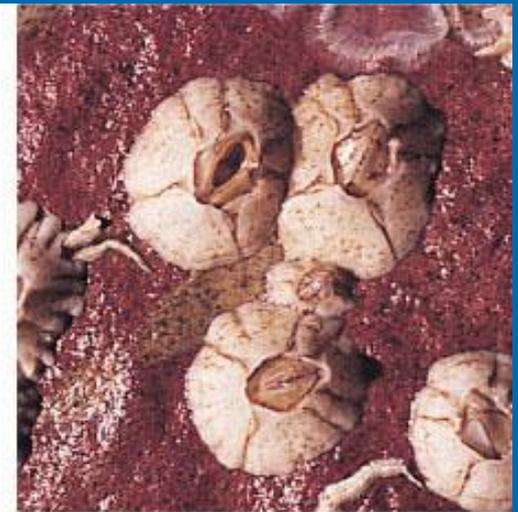
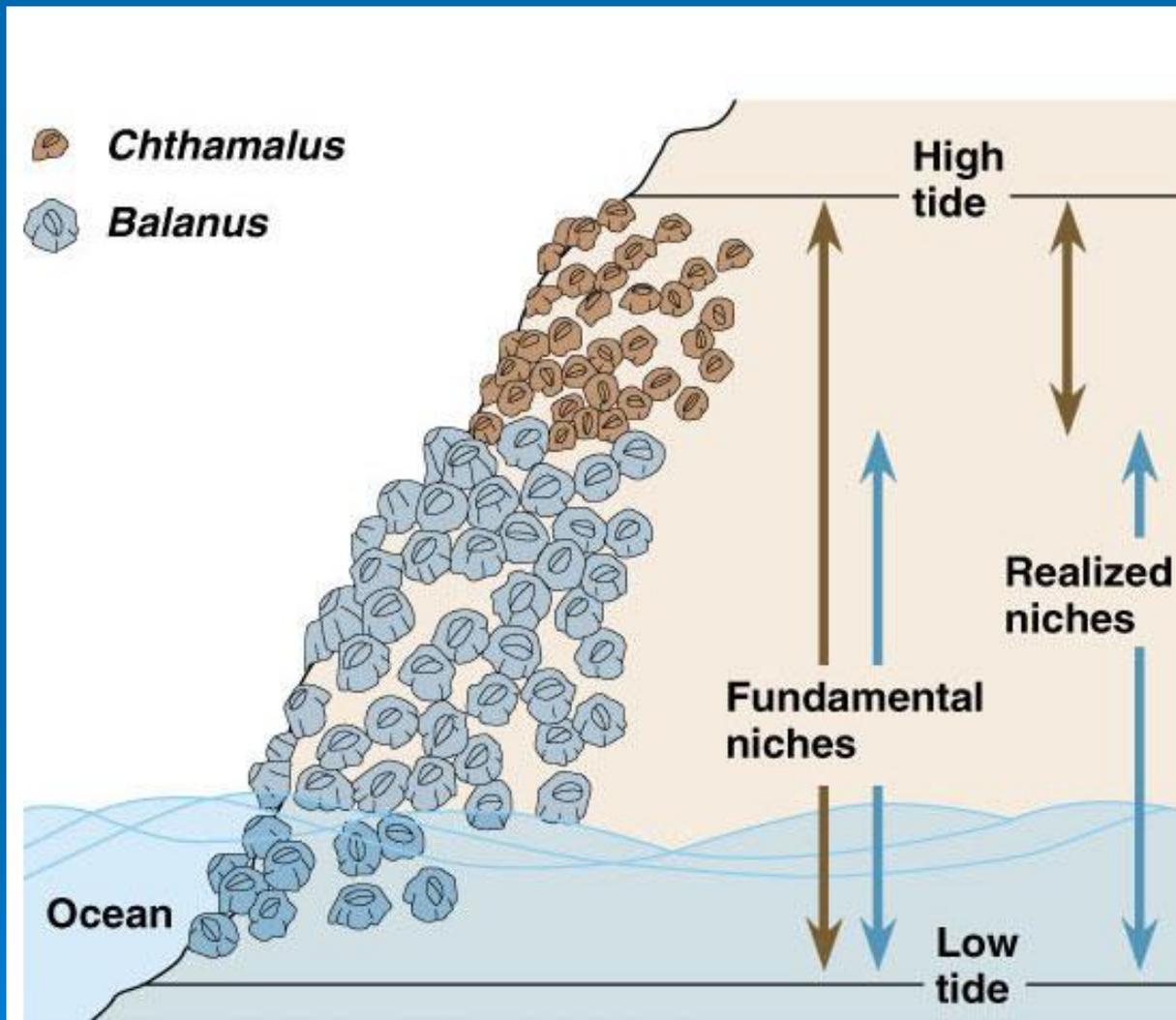
Competition with *Balanus* excludes *Chthamalus* from middle intertidal zone.

*Chthamalus* is very vulnerable to predation in the lower intertidal zone.

*Chthamalus*  
*Balanus*

¿Cómo afecta la competencia al nicho ecológico de esas especies?

¿La distribución de los adultos es el resultado de la diferenciación del nicho efectivo?



*Solapamiento de los nichos*

# ¿Ambas especies son igualmente afectadas en su distribución?

Transplantadas y cultivadas solas *Recíproca y Asimétrica*

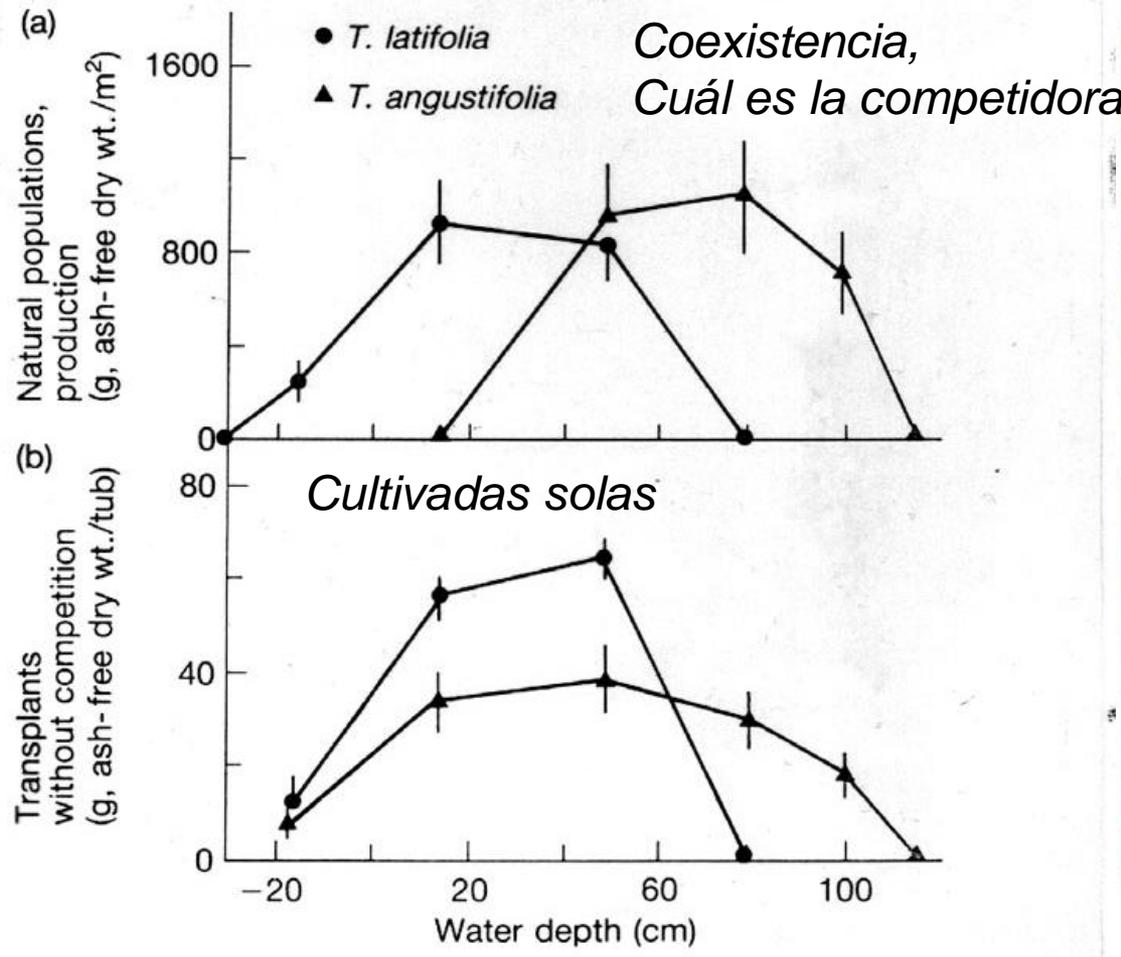
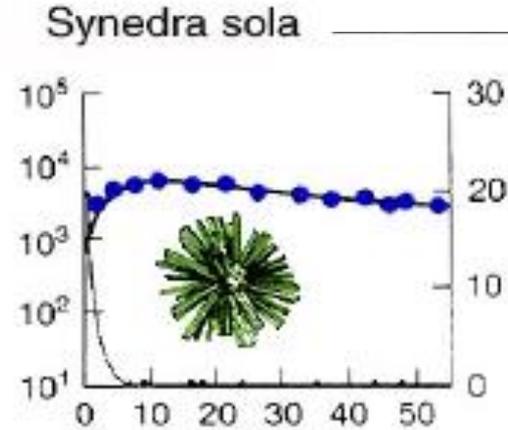
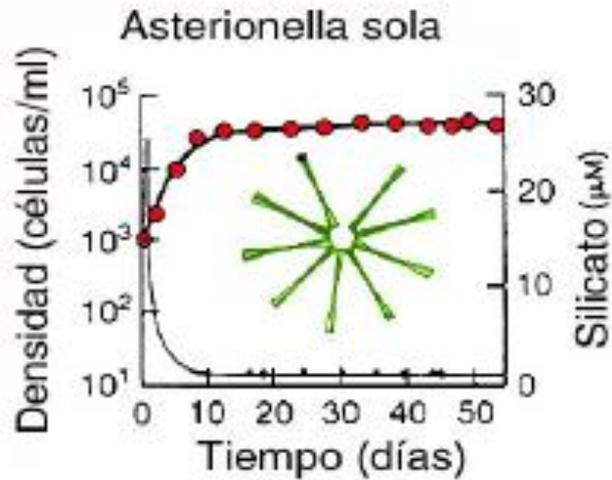


Figure 2. Monospecific stand of *Typha angustifolia* L. at the time of maximum biomass.



Figure 3. Monospecific stand of *Typha latifolia* L. at the time of maximum biomass.

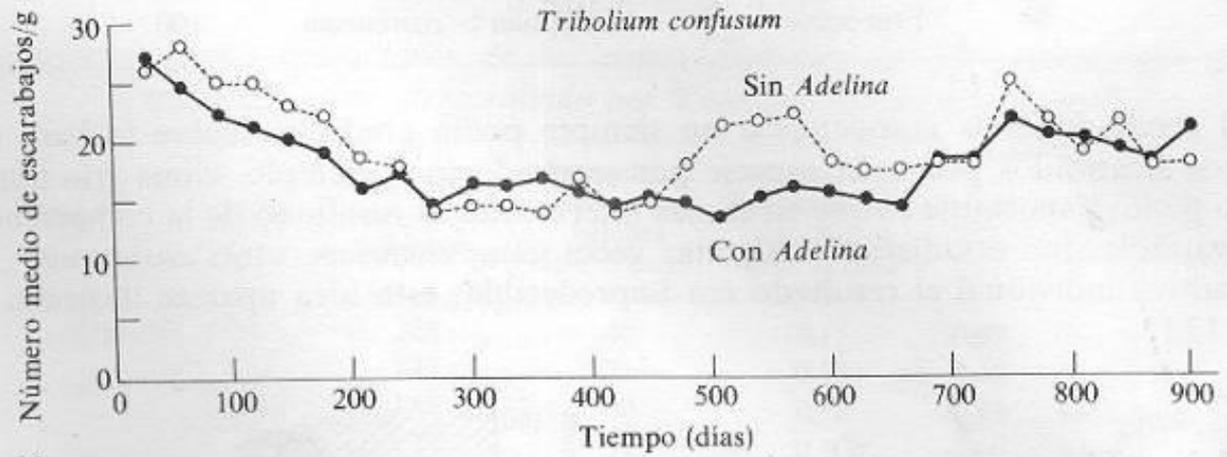
- (a) Distribución natural de las poblaciones coexistentes de *Typha latifolia* (en aguas pocas profundas y de *Typha angustifolia* (en aguas más profundas).
- (b) Cultivadas solas. ¿Crecen dentro del mismo intervalo de profundidad?



- ¿Explotan el recurso silicato de igual manera?
- ¿Será posible la coexistencia?
- ¿Habrá exclusión competitiva?

*Si dos poblaciones compiten por un mismo recurso, que es necesario para la supervivencia de ambas especies, y aparece en cantidades limitadas, quedará la población que sea más eficiente en aprovechar el recurso limitante.*

# Efectos del parásito esporozoario *Adelina* sobre la abundancia de dos especies de gorgojos de la harina *Tribolium* (Park et al. 1948, 1965)



**Densidad media de larvas, pupas y adultos**

	<i>T. confusum</i>	<i>T. castaneum</i>
Con <i>Adelina</i>	19,2	13,3
Sin <i>Adelina</i>	18,9	33,5

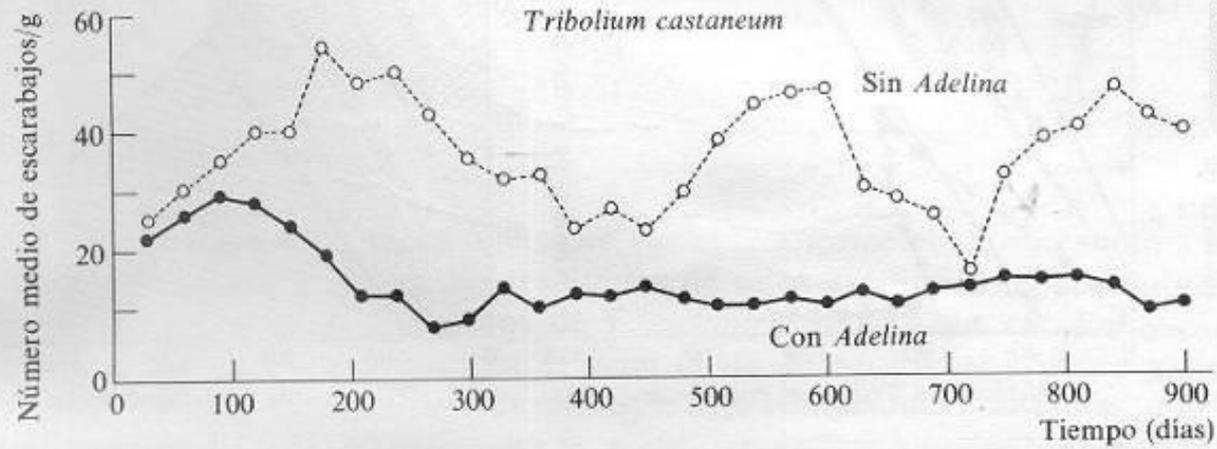
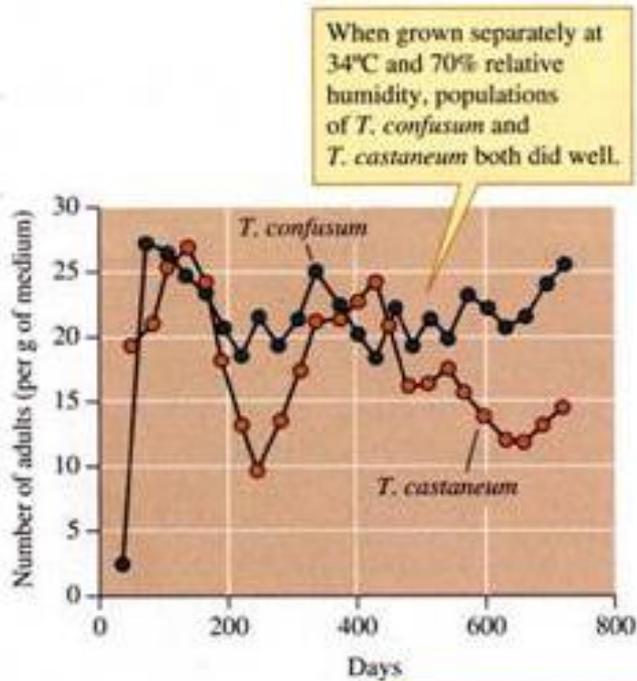
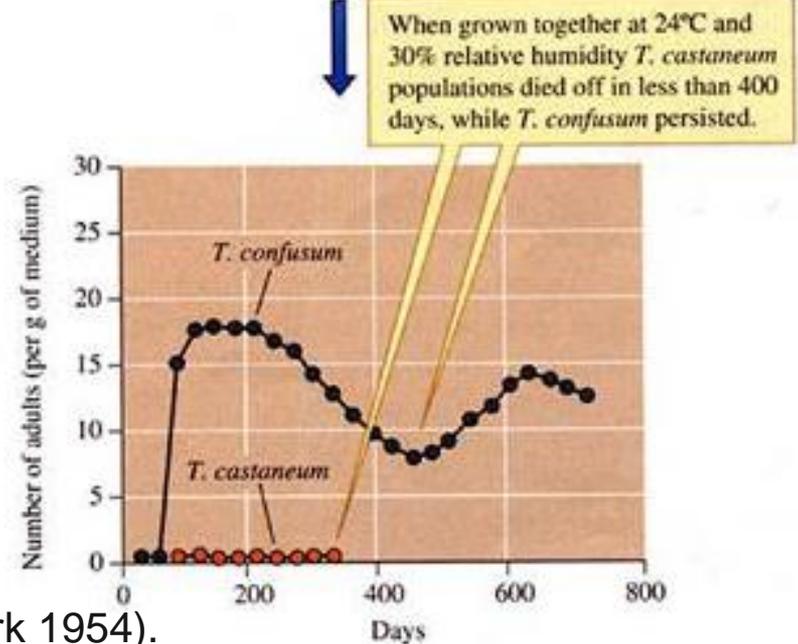
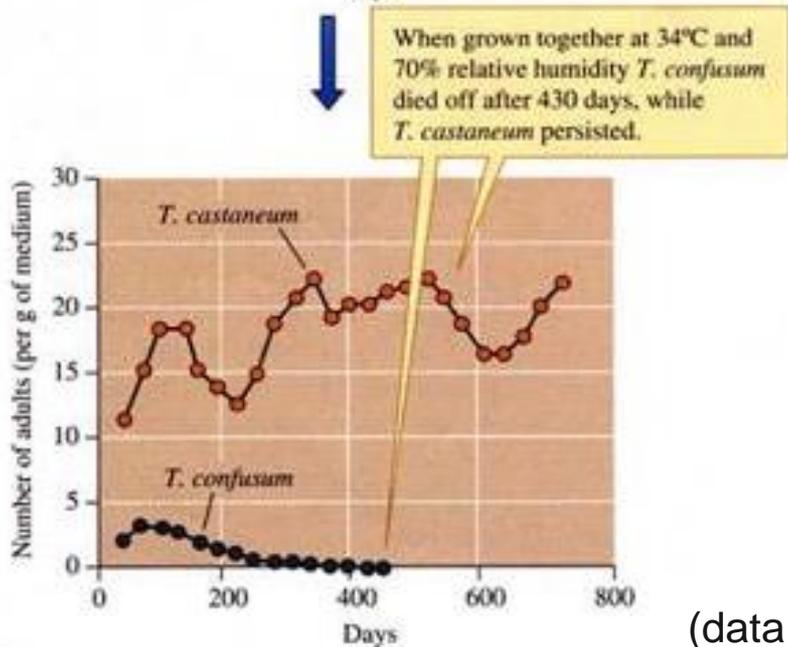
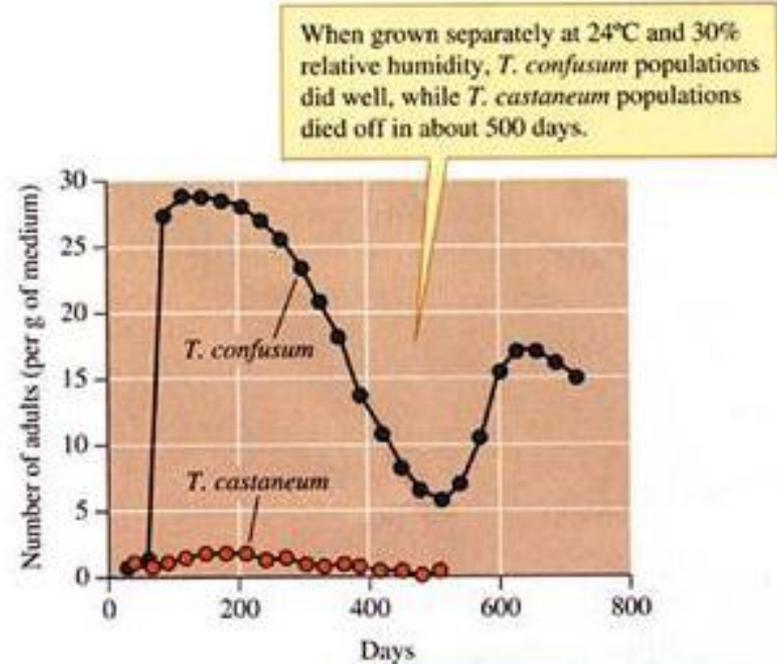


Figura 13.11.—Cambios en la población de escarabajos de la harina *Tribolium* en cultivos estériles y en cultivos infectados con el parásito esporozoario *Adelina*: a) *T. confusum*; b) *T. castaneum*. (Según Park, 1948.)

### 34°C and 70% relative humidity



### 24°C and 30% relative humidity



(data from Park 1954).

# MODELO DE COMPETENCIA DE LOTKA VOLTERRA PARA DOS ESPECIES (1925-32)

*¿De qué trata este modelo matemático?*

*¿Qué condiciones generales permiten la coexistencia?  
¿y cuáles conducen a la exclusión?*

*\_ extensión de la ecuación logística. Con mismas limitaciones.*

*\_ modelo dinámico basado en ecuaciones diferenciales.*

*diagrama de fases*

*\_ identificar factores que determinan el resultado de la competencia.*

*\_ no refiere al grado de similitud o diferencia entre especies que coexisten.*

*\_ brinda 4 soluciones: coexistencia estable, dominancia de una de las 2 especies, dominancia de una u otra como solución probabilística.*

# Modelo de Lotka-Volterra de competencia interespecífica

*Ec. de crecimiento de la especie 1 aislada*

$$dN_1/dt = r_1 * N_1 * (K_1 - N_1) / K_1 = r_1 * N_1 * (1 - N_1 / K_1)$$

*Sustituir  $N_1$  por "N1 más equivalentes de N1"  $= r_1 N_1 (K_1 - (N_1 + \alpha_{12} N_2)) / K_1$*

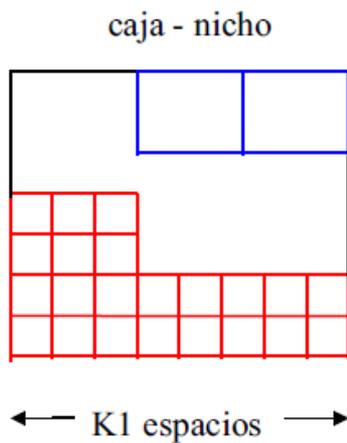
$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \frac{(K_1 - N_1 - \alpha_{12} N_2)}{K_1}$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \frac{(K_2 - N_2 - \alpha_{21} N_1)}{K_2}$$

*Al efecto de los individuos de 1 le agrego los efectos de la especie 2  $\rightarrow \alpha_{12} * N_2$*

*$\alpha_{12}$  Coeficiente de competencia de 2 sobre 1*

*$\alpha_{12}$  = mide el efecto competitivo per cápita de la sp 2 sobre el crecimiento de la sp 1.  $N_2 \alpha_{12} = N_1$*



Individuos Especie 2



Individuos Especie 1



Ahora, como en la mayoría de los casos, el “espacio” ocupado por la especie 2, no es exactamente el mismo que el ocupado por los individuos de la especie 1. Por ejemplo, los individuos de la especie 2 pueden ser más grandes, y requerir de más del alimento crítico contenido en el espacio  $K_1$ . Por tal razón, se necesita un factor de conversión, para expresar a los individuos de la especie 2, en números equivalentes

de los individuos de la especie 1. Esto se realiza mediante la expresión:

$$N_1 = \alpha * N_2, \text{ con } \alpha = \text{factor de conversión, que expresa a la sp. 2, en unidades de la sp. 1.}$$

*Un individuo de sp 2 reducen la capacidad de carga 4 veces más que individuo de la sp 1.*

*Adicionar 1 individuo de la sp 2 equivale a 4 indiv de la sp 1.*

***El efecto que ejerce la sp 2 sobre sp 1 es  $\alpha 12 = 4$ .***  
***Convierte indiv sp 2 en equivalentes de sp 1***

---

II. Especie 1 no es equivalente a especie 2

- ♦ Araña (sp. 1) = 1 mosca/día
- ♦ Rana (sp. 2) = 3 moscas/día
- 1 rana = 3 arañas

*¿Qué significa  $\alpha$ , coeficiente de competencia interspecífica?*

*$\alpha$  es un factor de conversión.*

*es un medida de la importancia relativa por individuo de la competencia inter (2) en relación a la intraespecífica (1)*

*Si  $\alpha = 0$ , no hay efecto de competencia interspecífica.*

*Si  $\alpha = 1$ , los individuos de sp 1 y sp 2 son equivalentes en cuanto el efecto depresor que producen sobre la tasa de crecimiento.  
Los indiv de la sp 1 son intercambiables por la sp 2.*

*Si  $\alpha > 1$ , tiene más efecto agregar un indiv de sp competidor que un indiv de la misma sp.  
Efecto competitivo de la sp 2 sobre la 1 es  $\gg$  que el efecto competitivo de la sp 1 sobre si misma. ( $C_{Inter} \gg C_{Intra}$ ).*

*Si  $\alpha < 1$ , la competencia intra ejerce más efecto que la interespecífica.  
La tasa de crecimiento se deprime más por agregar un indiv de la misma sp que de la sp competidor.*

***El efecto de individuos de 1 puede ser distinto al efecto de individuos de 2***

# Dos ecuaciones del modelo de Lotka-Volterra

$$dN1/dt = r1 N1 (K1 - N1 - \alpha12 N2) / K1 = 0$$

$$dN2/dt = r2 N2 (K2 - N2 - \alpha21 N1) / K2 = 0$$

*El comportamiento del modelo lo investigamos utilizando las isóclinas cero.*

*Isoclina cero de crecimiento: representa una línea a lo largo de la cual no se produce ni aumento ni disminución de la abundancia para una dada sp.*

Soluciones en el equilibrio

Construcción de las isoclinas de crecimiento neto cero (nulclinas)

$$K1 - N1^* - \alpha12^* N2 = 0$$

$$K2 - N2^* - \alpha21^* N1 = 0$$

# Construcción de las isoclinas de crecimiento neto cero (nulclinas)

$$K_1 - N_1^* - \alpha_{12} N_2 = 0$$

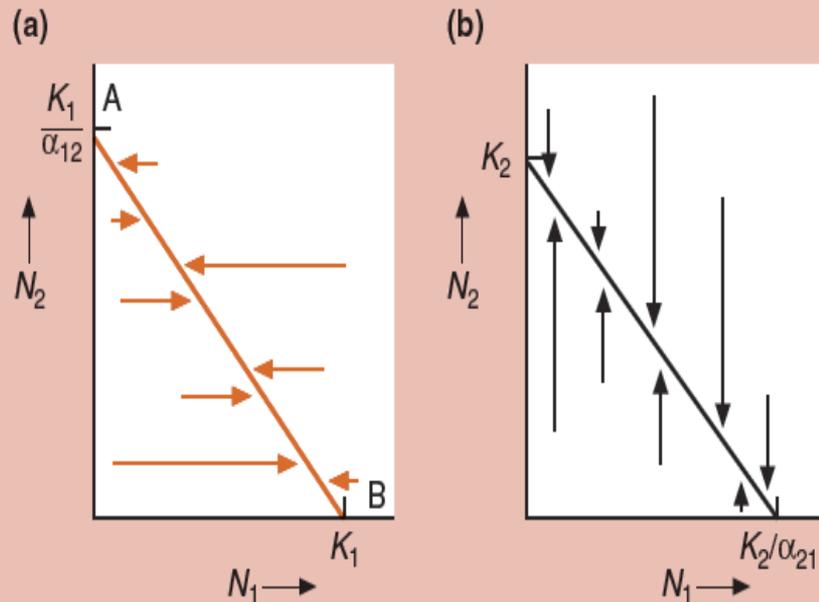
$$N_1^* = K_1 - \alpha_{12} N_2$$

$$K_2 - N_2^* - \alpha_{21} N_1 = 0$$

$$N_2^* = K_2 - \alpha_{21} N_1$$

Buscar los valores extremos de la recta para  $sp_1$

$$N_1 = 0, N_2 = \frac{K_1}{\alpha_{12}} \text{ (point A, )}$$

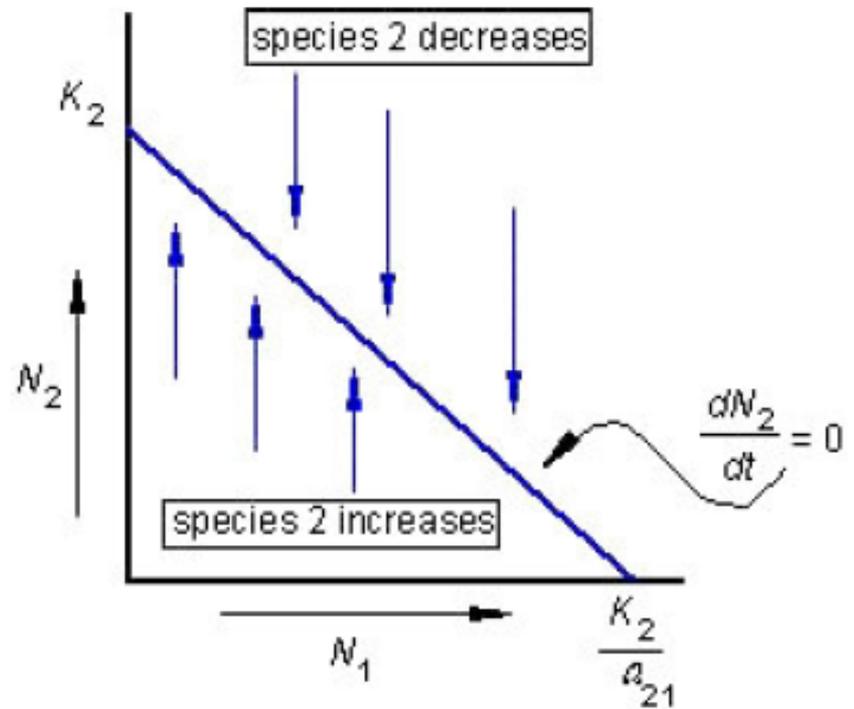
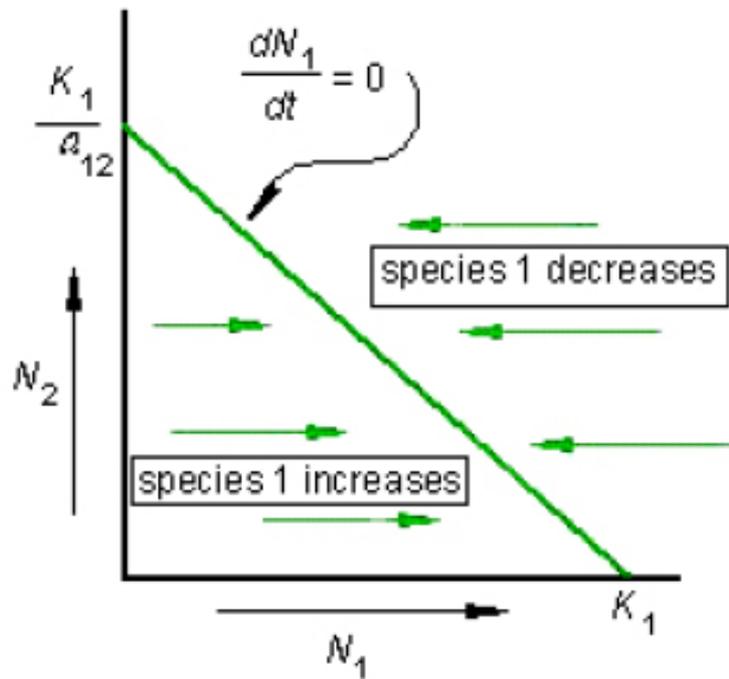


and when:

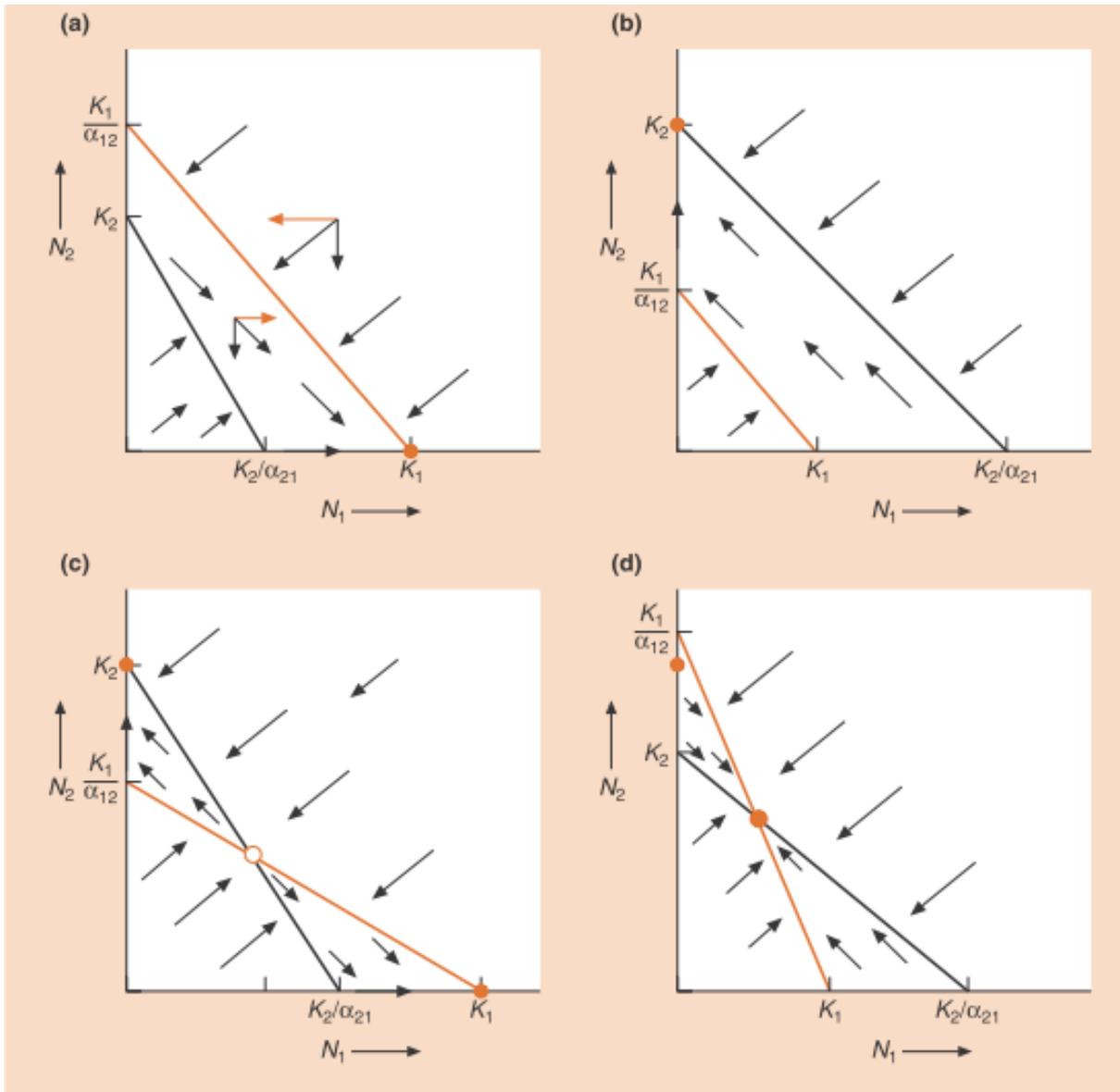
$$N_2 = 0, N_1 = K \text{ (point B, Fig$$

Figure 8.7 The zero isoclines generated by the Lotka–Volterra competition equations. (a) The  $N_1$  zero isocline: species 1 increases below and to the left of it, and decreases above and to the right of it. (b) The equivalent  $N_2$  zero isocline.

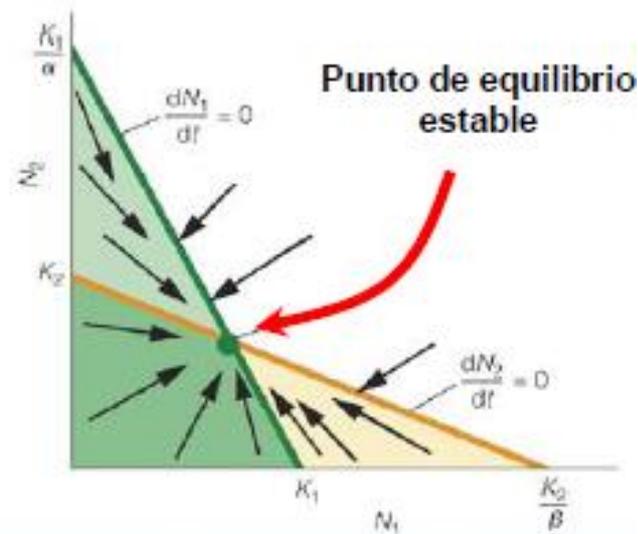
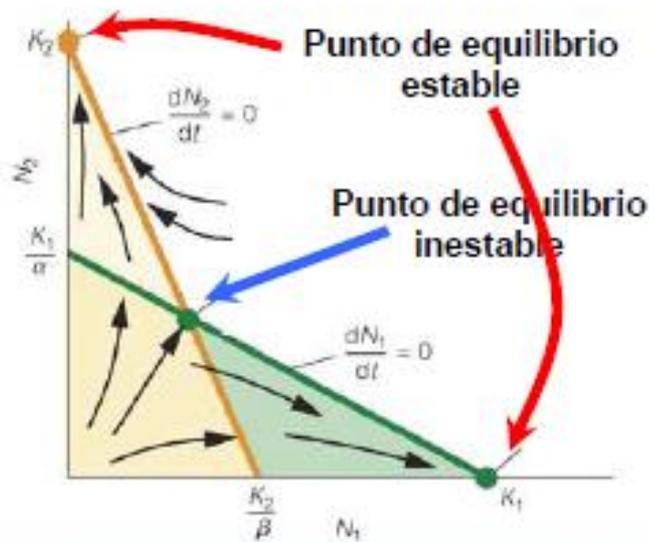
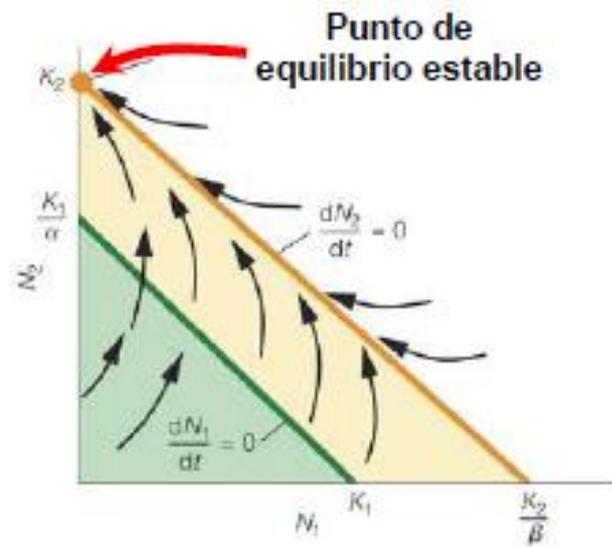
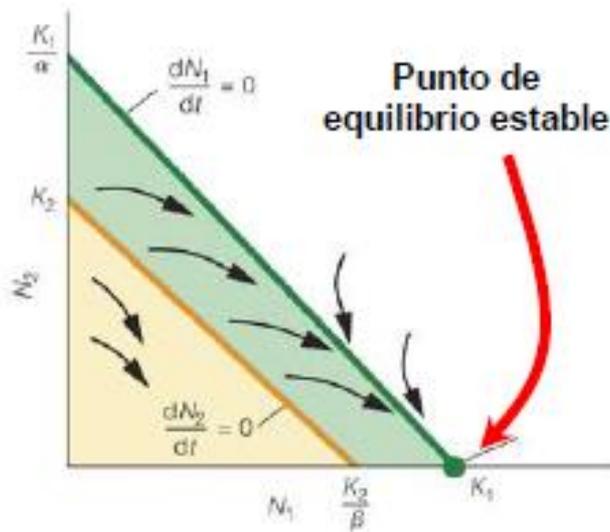
*Cada isoclina cero divide el espacio de fase en dos regiones*



# Diagramas de fase del Modelo Lotka-Volterra



**Figure 8.9** The outcomes of competition generated by the Lotka–Volterra competition equations for the four possible arrangements of the  $N_1$  and  $N_2$  zero isoclines. Vectors, generally, refer to joint populations, and are derived as indicated in (a). The solid circles show stable equilibrium points. The open circle in (c) is an unstable equilibrium point. For further discussion, see the text.



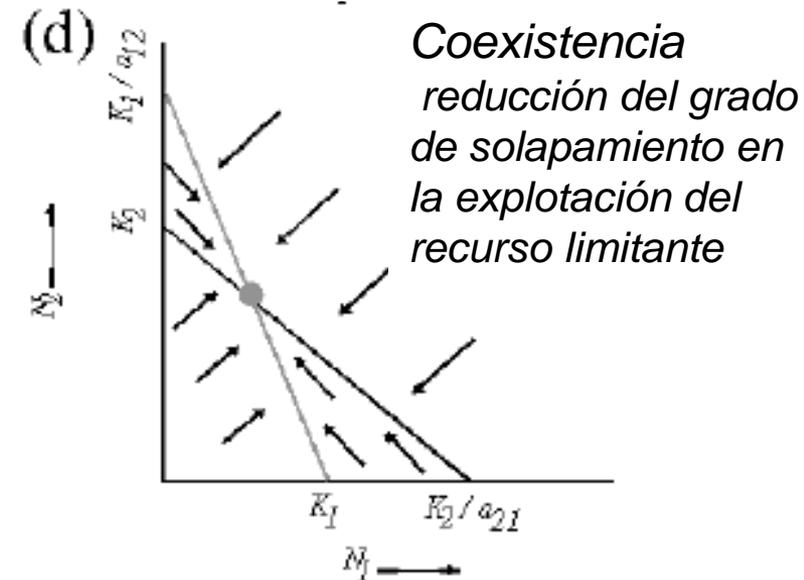
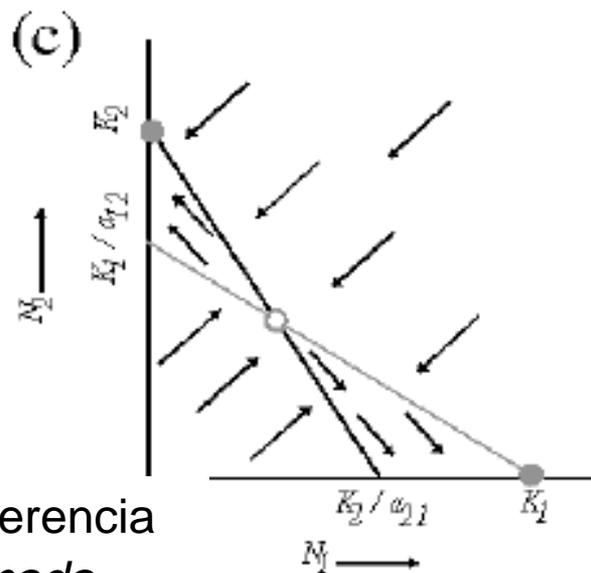
# Coexistencia inestable y estable

(c)  $K_2 > \frac{K_1}{\alpha_{12}}$  and  $K_1 > \frac{K_2}{\alpha_{21}}$

$K_2\alpha_{12} > K_1$  and  $K_1\alpha_{21} > K_2$ .

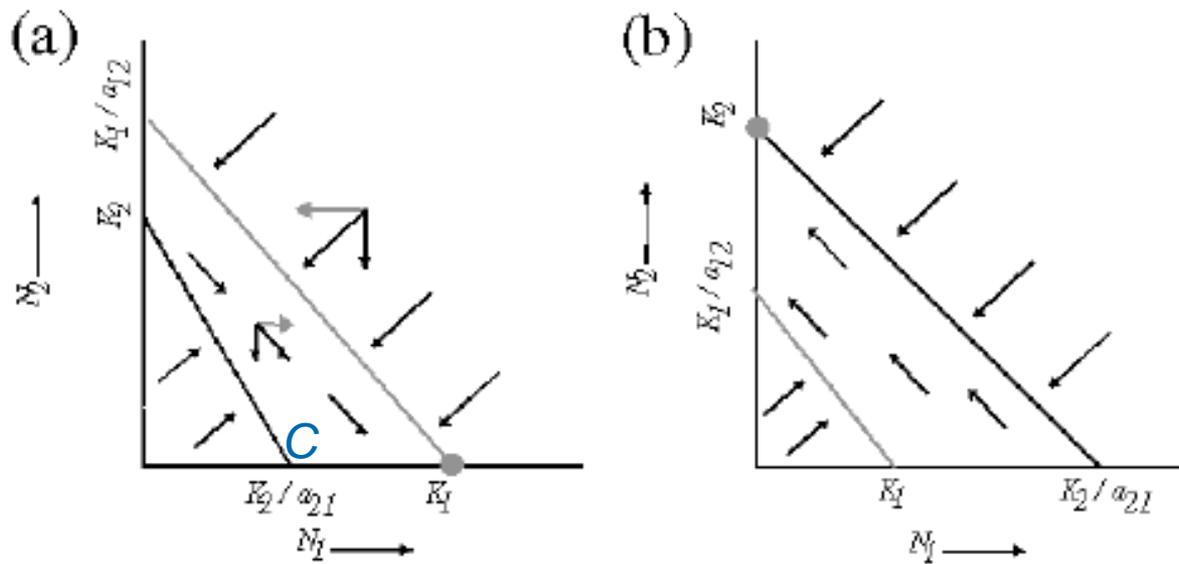
(d)  $\frac{K_1}{\alpha_{12}} > K_2$  and  $\frac{K_2}{\alpha_{21}} > K_1$

$K_1 > K_2\alpha_{12}$  and  $K_2 > K_1\alpha_{21}$ .



Competencia por interferencia  
*Dominancia indeterminada*

**Figura 3.** Resultados de la competencia generados por las ecuaciones de Lotka-Volterra para las cuatro posibles disposiciones de las isoclinas cero  $N_1$  y  $N_2$ . En general, los vectores se refieren a poblaciones mixtas, y se obtienen tal y como queda indicado en (a). Los círculos negros (●) indican puntos de equilibrio estable. En (c), el círculo blanco (○) es un punto de equilibrio inestable (modificado de Begon *et al.* 1995: 260).



*Competidores intersp más fuertes eliminan a los más débiles.*

(a)  $\frac{K_1}{\alpha_{12}} > K_2$  and  $K_1 > \frac{K_2}{\alpha_{21}}$

i.e.:

$$K_1 > K_2 \alpha_{12} \quad \text{and} \quad K_1 \alpha_{21} > K_2.$$

*Exclusión competitiva*

**Figura 3.** Resultados de la competencia generados por las ecuaciones de Lotka-Volterra para las cuatro posibles disposiciones de las isoclinas cero  $N_1$  y  $N_2$ . En general, los vectores se refieren a poblaciones mixtas, y se obtienen tal y como queda indicado en (a). Los círculos negros (●) indican puntos de equilibrio estable. En (c), el círculo blanco (○) es un punto de equilibrio inestable (modificado de Begon *et al.* 1995: 260).